

Empreendedor:



Consultoria Ambiental:



**UNIDADE DE ARMAZENAMENTO COMPLEMENTAR A  
SECO (UAS) DE COMBUSTÍVEL IRRADIADO DA  
CENTRAL NUCLEAR ALMIRANTE ÁLVARO ALBERTO  
(CNAAA)  
ANGRA DOS REIS/RJ**

**Relatório Ambiental Simplificado (RAS)**

Revisão 01 – Maio/2019



## LISTA DE FIGURAS

Figura 4-1 - Evolução da geração de ECIs e da necessidade de cascos para a UAS. .....	12
Figura 4-2 – Etapas no gerenciamento dos combustíveis irradiados.....	17
Figura 4-3 – Em destaque – ponto vermelho - Localização da Central Nuclear de Vogtle, nos EUA.....	21
Figura 4-4 - Central Nuclear de Vogtle.....	22
Figura 4-5 - Módulos de Armazenamento a seco de ECIs na Central Nuclear de Vogtle .....	23
Figura 4-6 - Localização da Central Nuclear de Sequoyah, nos EUA.....	24
Figura 4-7 - Central Nuclear de Sequoyah, nos EUA.....	24
Figura 4-8 - Módulos de Armazenamento a Seco de ECIs, na Central Nuclear de Sequoyah.....	25
Figura 4-9 - Localização da Central Nuclear de José Cabrera, Espanha.....	26
Figura 4-10 - Central Nuclear de José Cabrera, Espanha.....	27
Figura 4-11 - Módulos de Armazenamento a seco de ECIs na Central Nuclear José Cabrera, Espanha.....	28
Figura 4-12 – Em vermelho, localização da Central Nuclear de Diablo Canyon, Estados Unidos.....	29
Figura 4-13 –Central Nuclear de Diablo Canyon, Estados Unidos. No detalhe, sua instalação de armazenagem a seco.....	29
Figura 4-14 – Piscina de armazenamento de elementos combustíveis de Angra 1 ..	31
Figura 4-15 - Piscina de armazenamento de elementos combustíveis de Angra 2...	32
Figura 4-16 – Mapa de situação da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado (UAS) na CNAAA.....	41
Figura 4-17 – Localização da UAS, no sítio da CNAAA.....	43
Figura 4-18 - Localização das alternativas de local.....	44
Figura 4-19 – Na seta, Pedreira Ponta Fina – Alternativa 1.....	45
Figura 4-20 - Na seta, Local a jusante do Centro de Informações – Alternativa 2 ...	46
Figura 4-21 - Representação esquemática da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco (UAS) de Elementos Combustíveis Irrradiados (ECIs) .....	62
Figura 4-22 – Layout da Unidade com a demarcação das áreas previstas para o empreendimento .....	67

Figura 4-23 – Esquema do Sistema de Acondicionamento, Transporte, Movimentação e Armazenamento de Combustíveis Irrradiados na UAS..... 74

Figura 4-24 - Elemento Combustível, antes de ser Irrradiado..... 75

Figura 4-25 – Detalhe do Elemento Combustível. .... 76

Figura 4-26 – Elemento Combustível – EC..... 76

Figura 4-27 - Veículo Transportador ..... 78

Figura 4-28 - Posicionamento do Canister no interior do Casco de Transferência... 78

Figura 4-29 - Preparação para imersão no Cask Pool..... 79

Figura 4-30 - Conjunto imergindo na piscina. .... 79

Figura 4-31 - ECI sendo transferidos para o interior do Canister..... 80

Figura 4-32 - Lavagem e descontaminação do casco. .... 81

Figura 4-33 - Área de trabalho para operação de soldagem. .... 81

Figura 4-34 - Retirada de água e introdução de gás hélio (inerte)..... 82

Figura 4-35 - Soldagem automática..... 82

Figura 4-36 - Posicionamento do conjunto no Veículo Transportador. .... 83

Figura 4-37 - Conjunto sendo transportado por Veículo Transportador..... 83

Figura 4-38 - Transferência do Canister para o interior do Overpack. .... 84

Figura 4-39 -Dispositivo de acoplamento do Casco de Transferência com o Módulo de Armazenamento. .... 84

Figura 4-40 - Veículo Transportador..... 85

Figura 4-41 – Semipórtico..... 86

Figura 4-42 - Ponte Polar..... 86

Figura 4-43 - Eclusa de Equipamentos..... 87

Figura 4-44 - Canister no interior do Casco de Transferência através da Ponte Rolante. .... 87

Figura 4-45 - Conjunto sendo imerso na piscina. .... 88

Figura 4-46 - Instalação do anel de vedação..... 89

Figura 4-47 - ECIs transferidos da piscina para o Canister. .... 89

Figura 4-48 - Instalação da tampa no Canister..... 90

Figura 4-49 - Casco emergindo da piscina . .... 90

Figura 4-50 - Soldagem da tampa do Canister. .... 91

Figura 4-51 - Lavagem e secagem do Casco de Transferência. .... 92

Figura 4-52 - Transferência do Canister para o interior do Overpack..... 93

Figura 4-53 – Canister. .... 99

Figura 4-54. - Vista geral de um Canister ..... 100

Figura 4-55 - Vista esquemática de um Canister. ....	100
Figura 4-56 - Casco de Transferência. ....	101
Figura 4-57 - Vista esquemática de um Casco de Transferência. ....	102
Figura 4-58 - Módulos de Armazenamento de ECIs, na posição vertical. ....	103
Figura 4-59 - Vista esquemática de um Módulo de Armazenamento na posição vertical – Utilizado na UAS. ....	103
Figura 4-60 – Veículo Transportador. ....	104
Figura 4-61 - Soldagem automática da tampa provisória no Canister. ....	105
Figura 4-62 – Esquematização do sistema de purga, secagem e selagem por gás hélio. ....	106
Figura 4-63 - Sistema de secagem - Drenagem, secagem e selagem do Canister. ....	106
Figura 4-64 - Soldagem (automatizada) da tampa definitiva. ....	107
Figura 4-65 - Dispositivos de içamento. ....	107
Figura 4-66 - Dispositivos de içamento. ....	108
Figura 4-67 - Dispositivos de içamento do casco. ....	108
Figura 4-68 - Dispositivo de içamento do casco. ....	109
Figura 4-69 - Travessa de içamento. ....	110
Figura 4-70 - Travessa de içamento. ....	110
Figura 4-71 - Sistema de Remoção de Soldas. ....	111
Figura 4-72 –Plataforma auto-elevável. ....	111
Figura 4-73 - Plataforma auto-elevável. ....	112
Figura 4-74 - Pórtico Rolante (Angra 1). ....	113
Figura 4-75 - Ponte Rolante do Prédio de Combustível (Angra 1). ....	114
Figura 4-76 - Ponte Polar (Angra 2). ....	115
Figura 4-77 - Semi-pórtico (Angra 2). ....	116
Figura 4-78 - Lock (Eclusa de Equipamentos) ....	116
Figura 4-79 – Plataforma de acesso. ....	117
Figura 4-80 - Carro de Transferência. ....	117
Figura 4-81 - Esquema simplificado de remoção de calor para armazenamento a seco – Módulos verticais. ....	120
Figura 4-82 - Perfil médio de temperatura para o mês de janeiro de 2014. ....	122
Figura 4-83 - Perfil médio de temperatura para o mês de julho de 2014. ....	123
Figura 4-84 - Princípio de funcionamento de arrefecimento passivo do armazenamento por via úmido. ....	126

Figura 4-85 - Esquema simplificado de remoção de calor na solução a seco, com cascos enterrados. ....	127
Figura 4-86 – Fontes Principais, Geração e Gerenciamento de Rejeitos Líquidos Radioativos na Fase de Operação da UAS para Angra 1.....	146
Figura 4-87 - Fontes Principais, Geração e Gerenciamento de Rejeitos Líquidos Radioativos na Fase de Operação da UAS para Angra 2.....	147
Figura 4-88 – Fontes Principais, Geração e Gerenciamento de Rejeitos Sólidos Radioativos na Fase de Operação da UAS. ....	149
Figura 4-89 – Diagrama de Blocos das principais operações de transferência de ECIs, com indicações dos principais insumos de processo (água desmineralizada e gás hélio). ....	151
Figura 4-90 - ETE provisória do canteiro de obras de Angra 3.....	176
Figura 4-91 – Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Industriais (CATRI) da CNAAA. ....	194
Figura 4-92 - Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Industriais (CATRI) da CNAAA. ....	195
Figura 4-93 – Localização da Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Industriais (CATRI) da CNAAA. ....	195
Figura 4-94 – Exemplo de Medidores de temperatura do tipo RTD.....	196
Figura 4-95 - Monitoração de radiação.....	197
Figura 4-96 - Representação esquemática da refrigeração por convecção natural no interior do Overpack.....	216
Figura 4-97 – Histograma de Mão de Obra na Fase de Implantação da UAS.....	232
Figura 5-1 – Área de Influência direta e indireta do meio físico e meio biótico. ....	247
Figura 5-2 – Área de influência direta e indireta do meio socioeconômico.....	248
Figura 5-3 – Localização das torres meteorológicas da CNAAA. ....	251
Figura 5-4 – Distribuição da temperatura média em função da hora do dia. Torre A – Nível de 10m. CNAAA. Período 2007 a 2016. ....	253
Figura 5-5 – Distribuição da temperatura em função do mês do ano. Torre A – Nível de 10m. CNAAA. Período 2007 a 2016. ....	254
Figura 5-6 – Distribuição da umidade relativa do ar na Torre A (nível 10m) em função do mês do ano (2007 a 2016).....	255
Figura 5-7 – Distribuição da precipitação pluviométrica média mensal no período de 1982 a 2013.....	256

Figura 5-8 – Distribuição dos totais anuais de precipitação pluviométrica no período de 1982 a 2013. A linha azul representa a precipitação média anual. ....	257
Figura 5-9 - Distribuição da direção e velocidade do vento em função da hora do dia. CNAAA. Torre A – Nível de 10m. Período 2013 a 2017.....	260
Figura 5 - 10 - Distribuição da direção e velocidade do vento em função do mês do ano. CNAAA. Torre A – Nível de 10m. Período 2013 a 2017.....	261
Figura 5-11 - Distribuição da direção e velocidade média do vento. CNAAA. Torre A – Nível de 10m. Período 2013 a 2017.....	262
Figura 5-12 – Vista panorâmica da região evidenciando costões rochosos, ilhas, enseada e o relevo plano da exígua baixada fluviomarinha, configuração presente no litoral fluminense. ....	265
Figura 5-13 – Escarpas escalonadas em direção ao litoral. Ao fundo observam-se as cúpulas dos reatores das Usinas Angra 2 e 1 (mais à direita). ....	266
Figura 5-14 – Lineamentos de drenagens (s/ escala). ....	267
Figura 5-15 – Divisão fisiográfica da Baía da Ilha Grande proposta por Mahiques apud Silva (2001). A seta vermelha indica a posição do empreendimento. ....	269
Figura 5-16 – Aspecto de litótipos evidenciado no talude existente na ADA.....	273
Figura 5-17 – Aspecto de litótipos evidenciado na ADA.....	273
Figura 5-18 – Mapa de Classificação do Maciço junto a Unidade UAS. ....	286
Figura 5-19 – Mapa Geológico-Geotécnico do Maciço junto a UAS. ....	287
Figura 5-20 – Locação de trincheiras executadas na região da UAS.....	288
Figura 5-21 – Locação das investigações geotécnicas realizadas na região da UAS. ....	289
Figura 5-22 – Indicação das seções geotécnicas para elaboração de perfis. ....	290
Figura 5-23 – Perfil extrapolado para a área de implantação da UAS – Seção A-A. ....	291
Figura 5-24 – Perfil extrapolado para a área de implantação da UAS – Seção B-B. ....	292
Figura 5-25 – Perfil extrapolado para a área de implantação da UAS – Seção C-C. ....	293
Figura 5-26 – Localização do poço tubular nº 3100002629, de acordo com CPRM/SIAGAS (2017), próximo à área do empreendimento, destacado na cor verde. ....	300
Figura 5-27 – Sismicidade do Sudeste Brasileiro, segundo Assumpção et al. (1997). Em (a) catálogo com todos os dados compilados. Em (b) catálogo uniforme com	

epicentros selecionados de acordo com a magnitude e ano de ocorrência conforme o Quadro 5-4. Obs.: BP - Bacia do Paraná; SFC - Cráton do São Francisco (SFC); BB - Faixa de dobramentos Brasília e RB - Faixa Costeira de dobramentos Ribeira (RB). A linha pontilhada indica a batimetria de 200m.....	305
Figura 5-28 – Distribuição dos sismos (magnitude $\geq 2$ na escala Richter) entre janeiro de 2002 e dezembro de 2016. ....	311
Figura 5-29 – Regiões e Unidades Hidrográficas do Brasil. ....	313
Figura 5-30 – Regiões Hidrográficas do estado do Rio de Janeiro. Em destaque a RH I e localização do empreendimento. ....	314
Figura 5-31 – Perfil esquemático da Floresta Ombrófila Densa .....	322
Figura 5-32 – Fisionomia predominante na área de influência indireta da UAS. ....	324
Figura 5-33 - Vista geral da área onde foram realizados os levantamentos fitossociológicos para o EIA de Angra 3 onde: fragmento A (Floresta 1) com destaque em amarelo e B (Floresta 2) em azul.....	326
Figura 5-34 – Principais parâmetros sobre os estágios de sucessão das áreas avaliadas.....	327
Figura 5-35 – Mapa de localização da área de estudo no Saco de Piraquara de Fora, município de Angra dos Reis, Estado do Rio de Janeiro, Brasil .....	328
Figura 5-36 – Uso da terra e cobertura vegetal na Praia do Frade (Angra dos Reis). ....	329
Figura 5-37 – Riqueza de espécies ocorrentes nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento de acordo com a compilação dos dados secundários. Salienta-se que foram elencadas apenas as espécies que obtiveram ocorrência confirmada na região de abrangência da CNAAA, conforme bibliografias consultadas. ....	341
Figura 5-38 – Número de espécies ameaçadas ocorrentes nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento. ....	342
Figura 5-39 – Número de espécies de mamíferos ameaçadas ocorrentes nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento. ....	361
Figura 5-40 - Unidades de conservação encontradas num raio de 3 km do empreendimento.....	373
Figura 5-41 - Regiões de Governo e Municípios do Estado do Rio de Janeiro .....	381
Figura 5-42 – Municípios da Área de Influência.....	385
Figura 5-43 - Volume populacional conforme o Censo Demográfico de cada ano e estimativas* para o ano de 2016. ....	386
Figura 5-44 - Distribuição populacional em Angra dos Reis .....	387

Figura 5-45 - Pirâmide Etária do município de Angra dos Reis.....	388
Figura 5-46 - Distribuição populacional em Paraty.....	389
Figura 5-47 - Pirâmide Etária do município de Paraty.....	390
Figura 5-48 - Distribuição populacional em Rio Claro. ....	391
Figura 5-49 - Pirâmide Etária do município de Rio Claro .....	392
Figura 5-50 - Participação das atividades econômicas (%) no valor adicionado bruto. .....	394
Figura 5-51 – Participação (%) dos setores econômicos dos municípios da All, frente ao PIB Estadual.....	396
Figura 5-52 - Variação do PIB a preço de mercado (em Mil reais R\$).....	396
Figura 5-53 - Série histórica dos empregos formais, entre os anos de 2007 e 2016. .....	397
Figura 5-54 - Salário Médio de Admissão Jan/2016 a Dez/2016. ....	400
Figura 5-55 – Quantidade de Domicílios Permanentes, por município, para os anos de 2000 e 2010. ....	401
Figura 5-56 - Distribuição do saneamento dos domicílios, por município, para os anos de 2000 e 2010. ....	402
Figura 5-57 - Leitos existentes por especialidade (Dez/2016). ....	406
Figura 5-58 – População de 5 anos ou mais Alfabetizada e Não Alfabetizada .....	407
Figura 5-59 - Número de escolas por nível escolar nos municípios da All.....	408
Figura 5-60 – Matrículas por nível escolar nos municípios da área de influência. ..	409
Figura 5-61 - Número de docentes por nível escolar nos municípios da All. ....	410
Figura 5-62 - Escolaridade da população com 25 anos, ou mais.....	411
Figura 5-63 – Macrozoneamento e Zoneamento da Área de Interesse. ....	415
Figura 5-64 – População residente na AID .....	416
Figura 5-65 – Percentual de Domicílios Particulares Permanentes na AID, por bairro. .....	417
Figura 5-66 – Aglomerados Subnormais da AID. ....	418
Figura 5-67 – Pirâmide Etária – Frade .....	419
Figura 5-68 – Pirâmide Etária - Parque Mambucaba .....	420
Figura 5-69 – Pirâmide Etária – Parque Perequê.....	421
Figura 5-70 – Pirâmide Etária – Porto Frade.....	422
Figura 5-71 – Pirâmide Etária - Praia Vermelha.....	423
Figura 5-72 – Pirâmide Etária – Praia Brava .....	423
Figura 5-73 – Pirâmide Etária – Vila Histórica de Mambucaba .....	424

Figura 5-74 – Rendimento Nominal Médio Mensal dos domicílios particulares permanentes (R\$).....	425
Figura 5-75 – RJ00014 Toca da Picota. ....	507
Figura 5-76. Vista geral do Sambaqui da Ponta Fina. ....	508
Figura 5-77 – Sambaqui da Ponta Fina, material arqueológico superficial. ....	509
Figura 5-78. Sambaqui da Ponta Fina, camadas estratigráficas. ....	509
Figura 5-79 – Localização do Sambaqui da Ponta Fina em relação ao empreendimento. ....	511
Figura 5-80 - Levantamento sistemático de superfície realizado na Área de Angra 3 – Destaque em amarelo para a área do empreendimento.....	516
Figura 5-81 – Comunidades Quilombolas (CQs). ....	524
Figura 5-82 – Comunidade Quilombola Alto da Serra do Mar. ....	526
Figura 5-83 – Comunidade Quilombola Cabral.....	528
Figura 5-84 – Comunidade Quilombola Campinho da Independência. ....	529
Figura 5-85 – Terras Indígenas (TIs). ....	531
Figura 5-86 – Comunidades de Pescadores Artesanais.....	534
Figura 5-87 – Classificação da sensibilidade ambiental para o meio físico na AID do empreendimento. ....	540
Figura 5-88 – Classificação da sensibilidade ambiental para o meio biótico na AID do empreendimento. ....	542
Figura 5-89 – Classificação da sensibilidade ambiental para o meio socioeconômico na AID do empreendimento. ....	543
Figura 5-90 – Classificação resultante da Sensibilidade Ambiental da AID.....	545
Figura 7-1 - Escala Ringelmann .....	604
Figura 11-1 – Cronograma Geral simplificado de atividades do descomissionamento da CNAAA com pacote incluída a UAS destacado em vermelho. ....	625

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4-1 – Hierarquização das Alternativas Locacionais.....	49
Tabela 4-2 - Temperaturas do ar de referência no local da UAS. ....	121
Tabela 4-3 – Estimativas de volumes máximos de rejeitos líquidos radioativos gerados nos carregamentos de <i>Canisters</i> , no interior das Usinas Nucleares. ....	166
Tabela 4-4 - Estimativa de resíduos Classe II – Não-Perigosos, gerados na fase de implantação da UAS.....	190
Tabela 4-5 – Estimativa de resíduos Classe I - Perigosos gerados na fase de implantação da UAS.....	191
Tabela 4-6 – Estimativa mensal de geração de resíduos sólidos na operação da UAS. ....	192
Tabela 4-7 - Estimativa de geração de efluentes líquidos não radioativos na fase de implantação da UAS.....	192
Tabela 4-8 - Estimativa de geração de efluentes líquidos não radioativos na fase de operação da UAS.....	193
Tabela 4-9 - Classificação e Qualificação da Mão de Obra da UAS .....	233
Tabela 5-1 – Vazões das captações que abastecem a CNAAA: ETN 1 (rio do Frade) e ETN 2 (córrego Sacher). ....	317
Tabela 5-2 – Vazão dos córregos da CNAAA .....	318
Tabela 5-3 – Quantificação da vegetação e uso do solo na Área de Influência Direta da UAS.....	323
Tabela 5-4 – Quantificação do uso do solo nas áreas de preservação permanente da Área de Influência Direta da UAS.....	375
Tabela 5-5 - Utilização das Terras quanto a área e ao número de estabelecimentos .....	384
Tabela 5-6 - Valor Adicionado Bruto por atividade econômica (Em Mil reais).....	393
Tabela 5-7 - Flutuação do Emprego Formal (Jan 2016 – Dez 2016). ....	398
Tabela 5-8 - Coleta de lixo nos domicílios.....	403
Tabela 5-9 - Formas de abastecimento de água.....	403
Tabela 5-10 - Forma de esgotamento sanitário.....	404
Tabela 5-11 - Estabelecimentos de Saúde – Tipo/Quantidade. ....	405
Tabela 5-12 – Formas de Coleta de Lixo nos Domicílios (%).....	425
Tabela 5-13 – Formas de Abastecimento de Água nos domicílios (%). ....	426
Tabela 5-14 – Formas de Esgotamento sanitário nos domicílios (%). ....	427

Tabela 5-15 – Parâmetros analisados e valores atribuídos para o ordenamento em ordem de sensibilidade ambiental dos tipos de terrenos geotécnicos identificados. .... 539

Tabela 5-16 – Grau de sensibilidade dos mapas temáticos - Vegetação. .... 541

Tabela 5-17 – Grau de sensibilidade dos mapas temáticos – Áreas Protegidas. .... 541

Tabela 5-18 – Classe e grau de sensibilidade para o meio socioeconômico. .... 543

## LISTA DE QUADROS

Quadro 4-1 - Sistema baseado em <i>Canister</i> , com módulo de armazenamento vertical, nos Estados Unidos. ....	19
Quadro 4-2 - Quantidade de elementos combustíveis nas piscinas e nos núcleos dos reatores. ....	32
Quadro 4-3 - Previsão de esgotamento da capacidade de armazenamento de elementos combustíveis irradiados na CNAAA. ....	33
Quadro 4-4 – Vértices de localização da área total necessária para a implantação do empreendimento UAS (15.010,31 m <sup>2</sup> ).....	37
Quadro 4-5 – Vértices de localização da área de armazenamento, almoxarifado e guarita. ....	39
Quadro 4-6 – Fatores de Seleção de Local.....	46
Quadro 4-7 – Pesos e notas atribuídos para cada um dos fatores de seleção de local. ....	48
Quadro 4-8 - Estimativa detalhada da Base Orçamentária da Eletronuclear. ....	62
Quadro 4-9 – Limites de doses anuais.....	134
Quadro 4-10 – Principais Insumos a Serem Utilizados na Operação da Unidade. .	158
Quadro 4-11 – Previsão de Equipamentos de Proteção Individual e Vestuário utilizados para operação da Unidade. ....	161
Quadro 4-12 - Vazões do Efluente registradas na entrada da ETE do Canteiro de Obras de Angra 3 - 2013.....	173
Quadro 4-13 – Classificação, manuseio e destino sugerido para os resíduos sólidos. ....	180
Quadro 4-14 – Diretrizes para destinação de resíduos de construção civil.....	183
Quadro 4-15 – Resíduos sólidos que poderão ser reciclados.....	184
Quadro 4-16 – Padrão de cores para recipientes.....	185
Quadro 4-17 – Resíduos não radioativos que poderão ser gerados durante a operação da UAS.....	188
Quadro 4-18 - Itinerário do Caminhão Munck para coleta dos resíduos sólidos.....	190
Quadro 5-1 – Áreas de Influência predefinidas para o empreendimento. ....	246
Quadro 5-2 – Hierarquia das Unidades Morfoestruturais, Morfoesculturais e Geomorfológicas presentes na área do empreendimento.....	263
Quadro 5-3 – Dados do poço existente na área de estudo (CPRM/SIAGAS, 2017). ....	297

Quadro 5-4 – Critérios para os limites de seleção de sismos para o catálogo uniforme. .... 306

Quadro 5-5 – Espécies da herpetofauna com potencial ocorrência nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento e respectivo *status* de conservação. .... 333

Quadro 5-6 – Lista de espécies ocorrentes nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento de acordo com a compilação dos dados secundários. Salienta-se que foram elencadas apenas as espécies que obtiveram ocorrência confirmada na região do empreendimento, conforme bibliografias consultadas. .... 343

Quadro 5-7 – Lista de espécies de mamíferos silvestres com potencial ocorrência nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento. .... 363

Quadro 5-8 – Unidades de Conservação localizadas em um raio de 3 km da área de influência do empreendimento ..... 374

Quadro 5-9 - Relação do patrimônio material acautelado em âmbito federal. .... 429

Quadro 5-10 - Relação do patrimônio material acautelado em âmbito estadual. ... 431

Quadro 5-11 - Relação do patrimônio material reconhecido pela comunidade. .... 434

Quadro 5-12 - Relação dos bens imateriais registrados e/ou inventariados em âmbito federal..... 436

Quadro 5-13 – Relação do patrimônio imaterial acautelado em âmbito estadual... 437

Quadro 5-14 - Relação do patrimônio imaterial reconhecido pela comunidade..... 438

Quadro 5-15 – Relação do patrimônio paisagístico acautelado em âmbito estadual. .... 439

Quadro 5-16 – Relação dos sítios arqueológicos no município de Angra dos Reis/RJ. .... 441

Quadro 5-17 - Relação dos naufrágios no município de Angra dos Reis/RJ. .... 470

Quadro 5-18 - Relação do patrimônio material acautelado em âmbito federal. .... 473

Quadro 5-19 - Relação do patrimônio material do Centro Histórico de Paraty. .... 475

Quadro 5-20 - Relação dos bens imateriais registrados e/ou inventariados em âmbito federal..... 477

Quadro 5-21 - Relação do patrimônio imaterial reconhecido pela comunidade..... 478

Quadro 5-22 – Relação do patrimônio paisagístico acautelado em âmbito estadual. .... 480

Quadro 5-23 – Relação do patrimônio paisagístico reconhecido pela comunidade. .... 480

Quadro 5-24 - Relação dos sítios arqueológicos no município de Paraty/RJ. .... 482

Quadro 5-25 - Relação dos naufrágios no município de Paraty/RJ.....	491
Quadro 5-26 - Relação do patrimônio material acautelado em âmbito estadual. ....	492
Quadro 5-27 - Relação do patrimônio material reconhecido pela comunidade. ....	493
Quadro 5-28 - Relação dos bens imateriais registrados e/ou inventariados em âmbito federal. ....	494
Quadro 5-29 - Relação do patrimônio imaterial reconhecido pela comunidade. ....	495
Quadro 5-30 – Relação do patrimônio paisagístico acautelado em âmbito estadual. ....	495
Quadro 5-31 – Relação do patrimônio paisagístico reconhecido pela comunidade. ....	496
Quadro 5-32 - Relação dos sítios arqueológicos no município de Rio Claro/RJ. ....	497
Quadro 5-33 - Relação do patrimônio material acautelado em âmbito federal.....	498
Quadro 5-34 - Relação do patrimônio material acautelado em âmbito estadual. ....	499
Quadro 5-35 - Relação dos bens imateriais registrados e/ou inventariados em âmbito federal. ....	500
Quadro 5-36 – Relação do patrimônio paisagístico acautelado em âmbito estadual. ....	501
Quadro 5-37 - Relação dos sítios arqueológicos na Área de Influência Direta (AID). ....	503
Quadro 5-38 - Instituições envolvidas com o Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico. ....	518
Quadro 5-39 - Comunidades Quilombolas (CQ). ....	523
Quadro 5-40 – Terras Indígenas (TIs).....	530
Quadro 5-41 – Comunidades de Pescadores Artesanais. ....	532
Quadro 6-1 – Critérios de Avaliação dos Impactos Ambientais.....	551
Quadro 6-2 – Classificação do Impacto .....	555
Quadro 6-3 – Medidas indicadas.....	556
Quadro 6-4 – Classificação do Impacto .....	558
Quadro 6-5 – Medidas indicadas.....	559
Quadro 6-6 – Classificação do Impacto .....	561
Quadro 6-7 – Medidas indicadas.....	562
Quadro 6-8 - Classificação do Impacto .....	564
Quadro 6-9 - Medidas indicadas. ....	565
Quadro 6-10 - Classificação do Impacto .....	567
Quadro 6-11 - Medidas indicadas. ....	569

Quadro 6-12 – Classificação do Impacto .....	570
Quadro 6-13 – Medidas indicadas. ....	572
Quadro 6-14 – Classificação do Impacto .....	574
Quadro 6-15 – Medidas indicadas. ....	575
Quadro 6-16 – Classificação do Impacto .....	577
Quadro 6-17 – Medidas indicadas. ....	578
Quadro 6-18 – Classificação do Impacto .....	580
Quadro 6-19 – Medidas indicadas. ....	581
Quadro 6-20 – Classificação do Impacto .....	583
Quadro 6-21 – Medidas indicadas. ....	584
Quadro 6-22 – Classificação do Impacto .....	587
Quadro 6-23 – Medidas indicadas. ....	588
Quadro 7-1 – Programas Ambientais (UAS e CNAAA). ....	592
Quadro 7-2 - Sugestões de destinação de resíduos.....	601
Quadro 9-1 – Cronograma proposto para o licenciamento ambiental da UAS. ....	617

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>ADA</b>	Área Diretamente Afetada
<b>AFR</b>	<i>Away From Reactor</i>
<b>AFR (OS)</b>	<i>Away From Reactor – Off Site</i> , sendo o armazenamento fora do sítio do edifício do reator
<b>AFR (RS)</b>	<i>Away From Reactor – Reactor Site</i> , sendo o armazenamento no sítio do edifício do reator
<b>AID</b>	Área de Influência Direta
<b>AII</b>	Área de Influência Indireta
<b>AMFORP</b>	<i>American and Foreign Power Co.</i>
<b>ANA</b>	Agência Nacional de Águas
<b>APA</b>	Área de Proteção Ambiental
<b>APP</b>	Área de Preservação Permanente
<b>AR</b>	<i>At Reactor</i>
<b>ART</b>	Anotação de Responsabilidade Técnica
<b>CGR</b>	Centro de Gerenciamento de Rejeitos
<b>CATRI</b>	Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Industriais
<b>CITES</b>	Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção
<b>CNAAA</b>	Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto
<b>CNEN</b>	Comissão Nacional de Energia Nuclear
<b>CONABIO</b>	Comissão Nacional de Biodiversidade
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional do Meio Ambiente
<b>CPRM</b>	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
<b>DIRR</b>	Depósito Intermediário de Rejeitos Radioativos de Baixa e Média Atividade
<b>DNPM</b>	Departamento Nacional de Produção Mineral
<b>ECIs</b>	Elementos Combustíveis Irrradiados
<b>EPC</b>	Equipamentos de Proteção Coletiva
<b>EPE</b>	Empresa de Pesquisa Energética
<b>EPI</b>	Equipamento de Proteção Individual
<b>ESEC</b>	Estação Ecológica
<b>ETA</b>	Estação de Tratamento de Água
<b>ETE</b>	Estação de Tratamento de Esgoto
<b>FMP</b>	Faixas Marginais de Proteção
<b>HIPPS</b>	<i>High Integrity Pressure Protection System</i> - Alta Integridade do Sistema de Proteção Contra Pressão

<b>IBAMA</b>	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
<b>INEPAC</b>	Inventário da Arte Sacra Fluminense
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>ICMBIO</b>	Instituto Chico Mendes de Biodiversidade
<b>INMET</b>	Instituto Nacional de Meteorologia
<b>ISFSI</b>	<i>Independent Spent Fuel Storage Installation</i>
<b>IPHAN</b>	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
<b>IUCN</b>	União Internacional de Conservação da Natureza
<b>LI</b>	Licença de Instalação
<b>LO</b>	Licença de Operação
<b>LP</b>	Licença Prévia
<b>MCT</b>	Ministério da Ciência e Tecnologia
<b>MCTI</b>	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
<b>MMA</b>	Ministério do Meio Ambiente
<b>MME</b>	Ministério de Minas e Energia
<b>MOX</b>	<i>Mixed Oxide</i> – Óxido Misto
<b>NBR</b>	Norma Brasileira.
<b>NR</b>	Norma Regulamentadora
<b>NSF</b>	<i>National Sanitation Foundation</i> – Fundação Nacional de Saneamento
<b>NRC</b>	<i>Nuclear Regulatory Commission</i>
<b>PAC</b>	Programa Ambiental para a Construção
<b>PCA</b>	Plano de Controle Ambiental
<b>PCUs</b>	Piscinas de Elementos Combustíveis Usados
<b>PGRS</b>	Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
<b>PPD</b>	Plano Preliminar de Descomissionamento
<b>PRONABIO</b>	Programa Nacional da Diversidade Biológica
<b>PPRA</b>	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
<b>RAS</b>	Relatório Ambiental Simplificado
<b>RJ</b>	Rio de Janeiro
<b>RSS</b>	Resíduos de Serviços de Saúde
<b>SIPRON</b>	Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro
<b>SIN</b>	Sistema Interligado Nacional
<b>SMS</b>	Segurança, Meio Ambiente e Saúde
<b>SNUC</b>	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
<b>SUS</b>	Sistema Único de Saúde
<b>TLD</b>	Dosímetros Termoluminescentes

<b>TNT</b>	<i>Trinitrotolueno</i>
<b>UERJ</b>	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
<b>UTM</b>	<i>Universal Transverse Mercator</i> - Sistema de Coordenadas Universal
<b>WMO</b>	Organização Mundial Meteorológica



## ÍNDICE GERAL

<b>1 APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR .....</b>	<b>3</b>
<b>3 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA E DA EQUIPE RESPONSÁVEL PELOS ESTUDOS AMBIENTAIS .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Áreas de Atuação .....</b>	<b>4</b>
<b>3.2 Equipe Técnica .....</b>	<b>7</b>
<b>4 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....</b>	<b>9</b>
<b>4.1 Histórico.....</b>	<b>9</b>
<b>4.1.1 Considerações Iniciais.....</b>	<b>10</b>
<b>4.1.2 Análise Histórica da Política Nuclear Brasileira .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1.3 Principais Unidades de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado Instaladas no Mundo .....</b>	<b>16</b>
<b>4.1.4 O Contexto Atual .....</b>	<b>30</b>
<b>4.2 Objetivos do Empreendimento .....</b>	<b>35</b>
<b>4.3 Justificativas do Empreendimento .....</b>	<b>36</b>
<b>4.3.1 Compatibilidade do Empreendimento com Planos e Programas Governamentais .....</b>	<b>36</b>
<b>4.3.2 Justificativas Locacionais e Tecnológicas .....</b>	<b>37</b>
<b>4.3.3 Hipótese de Não Execução do Projeto .....</b>	<b>60</b>
<b>4.4 Descrição do Empreendimento.....</b>	<b>61</b>
<b>4.4.1 Generalidades.....</b>	<b>61</b>
<b>4.4.2 Planta Geral e Aspectos Externos .....</b>	<b>73</b>
<b>4.4.3 Bases de Projeto .....</b>	<b>198</b>
<b>4.4.4 Aspectos Construtivos .....</b>	<b>223</b>
<b>5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL .....</b>	<b>243</b>
<b>5.1 Áreas de Influência do Empreendimento .....</b>	<b>243</b>
<b>5.1.1 Área de Influência Indireta.....</b>	<b>244</b>
<b>5.1.2 Área de Influência Direta .....</b>	<b>245</b>

<b>5.1.3 Área Diretamente Afetada .....</b>	<b>246</b>
<b>5.2 Meio Físico .....</b>	<b>249</b>
<b>5.2.1 Clima e Condições Meteorológicas.....</b>	<b>249</b>
<b>5.2.2 Geomorfologia .....</b>	<b>263</b>
<b>5.2.3 Geologia .....</b>	<b>270</b>
<b>5.2.4 Geotecnia .....</b>	<b>276</b>
<b>5.2.5 Hidrogeologia.....</b>	<b>294</b>
<b>5.2.6 Pedologia.....</b>	<b>300</b>
<b>5.2.7 Sismologia.....</b>	<b>303</b>
<b>5.2.8 Hidrologia de Superfície.....</b>	<b>312</b>
<b>5.3 Meio Biótico .....</b>	<b>319</b>
<b>5.3.1 Metodologia.....</b>	<b>319</b>
<b>5.3.2 Vegetação.....</b>	<b>320</b>
<b>5.3.3 Fauna .....</b>	<b>332</b>
<b>5.3.4 Unidades de Conservação e Demais Áreas Protegidas .....</b>	<b>370</b>
<b>5.4 Meio Socioeconômico .....</b>	<b>379</b>
<b>5.4.1 Introdução .....</b>	<b>379</b>
<b>5.4.2 Caracterização Socioeconômica e Cultural da All.....</b>	<b>380</b>
<b>5.4.3 Caracterização Socioeconômica e Cultural da AID .....</b>	<b>413</b>
<b>5.4.4 Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico .....</b>	<b>427</b>
<b>5.4.5 Populações Tradicionais.....</b>	<b>520</b>
<b>5.5 Análise Integrada .....</b>	<b>536</b>
<b>5.5.1 Objetivos .....</b>	<b>536</b>
<b>5.5.2 Análise da Sensibilidade Ambiental.....</b>	<b>537</b>
<b>6 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS .....</b>	<b>547</b>
<b>6.1 Critérios para Avaliação de Impactos Ambientais.....</b>	<b>548</b>
<b>6.1.1 Identificação dos Impactos Ambientais.....</b>	<b>548</b>
<b>6.1.2 Classificação dos Impactos Ambientais.....</b>	<b>549</b>

<b>6.2 Avaliação dos Impactos Ambientais .....</b>	<b>553</b>
<b>6.2.1 Meio Físico.....</b>	<b>553</b>
<b>6.2.2 Meio Biótico.....</b>	<b>570</b>
<b>6.2.3 Meio Socioeconômico.....</b>	<b>576</b>
<b>6.3 Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais .....</b>	<b>589</b>
<b>7 MEDIDAS MITIGADORAS E PROGRAMAS AMBIENTAIS .....</b>	<b>591</b>
<b>7.1 Introdução.....</b>	<b>591</b>
<b>7.1.1 Programa Ambiental para Construção da UAS .....</b>	<b>593</b>
<b>8 COMPENSAÇÃO AMBIENTAL.....</b>	<b>614</b>
<b>9 ANÁLISE DE RISCO E ACIDENTES .....</b>	<b>616</b>
<b>9.1 Risco Convencional .....</b>	<b>616</b>
<b>9.1.1 Programa de Gerenciamento de Risco (PGR) e Plano de Ação de Emergência (PAE).....</b>	<b>616</b>
<b>9.2 Risco Nuclear .....</b>	<b>619</b>
<b>9.2.1 Liberação Acidental de Material Radioativo .....</b>	<b>619</b>
<b>9.2.2 Plano de Emergência .....</b>	<b>620</b>
<b>10 PLANO DE COMISSIONAMENTO .....</b>	<b>621</b>
<b>11 PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO.....</b>	<b>622</b>
<b>12 CONCLUSÃO .....</b>	<b>626</b>
<b>13 BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>627</b>
<b>13.1 Caracterização do Empreendimento .....</b>	<b>627</b>
<b>13.2 Diagnóstico Ambiental.....</b>	<b>633</b>
<b>13.2.1 Áreas de Influência do Empreendimento.....</b>	<b>633</b>
<b>13.2.2 Meio Físico.....</b>	<b>633</b>
<b>13.2.3 Meio Biótico.....</b>	<b>636</b>
<b>13.2.4 Meio Socioeconômico.....</b>	<b>643</b>
<b>13.3 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais.....</b>	<b>649</b>
<b>13.4 Medidas Mitigadoras e Programas Ambientais .....</b>	<b>650</b>
<b>13.5 Análise de Risco e Acidentes.....</b>	<b>652</b>

<b>13.6 Plano de Descomissionamento .....</b>	<b>652</b>
<b>14 GLOSSÁRIO .....</b>	<b>653</b>
<b>15 APÊNDICES</b>	
<b>16 ANEXOS</b>	

## 1 APRESENTAÇÃO

A Bourscheid Engenharia e Meio Ambiente foi contratada pela Eletrobras Termonuclear S.A. – Eletronuclear, através do contrato nº GCN.A/CT-4500192922, para a elaboração do Relatório Ambiental Simplificado (RAS), relativo à implantação da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado (UAS) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), localizada em Angra dos Reis, estado do Rio de Janeiro.

Para a realização desses estudos, foram utilizadas as informações da Eletronuclear sobre a Caracterização do Empreendimento em relação à descrição do Projeto da UAS. Foram consideradas também informações de universidades e demais entidades detentoras de tais informações. O diagnóstico dos meios físico, biótico e socioeconômico foram tratados neste Estudo através de dados secundários advindos dos Estudos Ambientais dos diversos licenciamentos já realizados para as Usinas Angra 1, 2 e 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto - CNAAA, do Depósito 1, Depósito 2-A, Depósito 2-B, Depósito 3 e Prédio de Monitoração do Centro de Gerenciamento de Rejeitos, bem como do Depósito Inicial dos Geradores de Vapor de Angra 1 (DIGV), além de outros dados institucionais.

Para apoio a espacialização e visualização do uso da área e seu entorno, foram utilizados dados de sensoriamento remoto (como imagens de satélite), e técnicas de geoprocessamento para avaliação integrada dos temas ambientais, produzindo mapas de sensibilidade ambiental que darão suporte à avaliação de impactos do empreendimento e espacialização dos temas estudados.

Para a elaboração dos estudos foi montada uma equipe multidisciplinar composta por especialistas nas diversas áreas, com experiência na elaboração de Estudo de Impacto Ambiental, Relatório Ambiental Simplificado, Plano Básico Ambiental e outros estudos ambientais, com capacidade de responder às necessidades de identificação dos impactos, proposição de medidas mitigadoras e/ou compensatórias organizadas em programas ambientais, se for o caso.

A Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado (UAS), a ser futuramente localizada em Itaorna, município de Angra do Reis-RJ tem o objetivo de promover o armazenamento complementar dos elementos combustíveis irradiados oriundos das piscinas de estocagem interna das Usinas Angra 1 e 2.

Conforme será detalhado ao longo do Item 4. Caracterização do Empreendimento, a UAS será construída com a finalidade de incrementar a capacidade de armazenamento dos elementos combustíveis utilizados nos núcleos dos reatores das Usinas Angra 1 e 2.

O presente Relatório Ambiental Simplificado (RAS) foi elaborado considerando a legislação vigente, em especial a Resolução CONAMA nº 279/2001 e seus anexos. Além disso, foram consideradas as exigências contidas no “Termo de Referência para o Licenciamento Ambiental da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado (UAS) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) – Eletrobras Termonuclear S.A.”, emitido pelo IBAMA, sob processo nº 02001.003272/2011-48, em agosto/2016, bem como no Ofício nº 144/2019/DENEF/COHID/CGTEF/DILIC, de 30 de abril de 2019.

## 2 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

A Eletrobras Termonuclear S.A. – Eletronuclear é uma sociedade anônima de economia mista, controlada pelas Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – Eletrobrás.

Criada em 1997 a partir da fusão da área nuclear de Furnas Centrais Elétricas S.A. com a Nuclebrás Engenharia S.A. – Nuclen, com a finalidade de operar e construir usinas termonucleares no Brasil para produzir eletricidade a partir de fonte nuclear.

A empresa é proprietária da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), que conta com duas usinas em funcionamento, Angra 1 e Angra 2, e outra em construção, Angra 3. A UAS será parte integrante da CNAAA.

A denominação oficial do empreendimento objeto do presente estudo é *Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado (UAS) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA)*, processo junto ao IBAMA nº 02001.003272/2011-48.

<b>Nome</b>		Eletrobras Termonuclear S.A. – Eletronuclear
<b>CNPJ</b>		42540211/0002-48
<b>Endereço</b>	<b>Sede</b>	Rua da Candelária, nº 65, Centro CEP: 20.091-020 – Rio de Janeiro – RJ
	<b>UAS</b>	Rodovia Procurador Haroldo Fernandes Duarte (BR-101) km 521,56 – Itaorna CEP: 23.948-000 – Angra dos Reis -RJ
<b>Nº Registro no Cadastro Técnico Federal</b>		1638625
<b>Representante Legal</b>		Leonam dos Santos Guimarães
<b>CPF</b>		466.200.367-91
<b>Endereço</b>		Rua da Candelária 65 – 10º andar
<b>E-mail</b>		leonam@eletronuclear.gov.br
<b>Telefone</b>		(21) 2588.7011
<b>Fax</b>		(21) 2588.7013
<b>Pessoa de Contato</b>		Raimundo Moreira Lima Filho
<b>CPF</b>		135.225.403-44
<b>E-mail</b>		railima@eletronuclear.gov.br
<b>Telefone</b>		(21) 2588.7973
<b>Fax</b>		(21) 2588.7253

### **3 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA E DA EQUIPE RESPONSÁVEL PELOS ESTUDOS AMBIENTAIS**

Fundada em 1976, a BOURSCHEID ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE LTDA é uma empresa que atua na área de engenharia consultiva.

É certificada com a ISO 9001:2008 na prestação de serviços nas áreas de engenharia, agronomia, meio ambiente, urbanização e arquitetura, englobando o desenvolvimento de estudos e projetos, a supervisão e fiscalização de obras, e o gerenciamento de empreendimentos.

A Empresa adota como princípio básico a proteção e conservação ambiental e o desenvolvimento econômico e social como ações compatíveis, interdependentes e mutuamente interativas, possibilitando assegurar, para a atual e futuras gerações, um ambiente ecologicamente equilibrado através de um progresso social e econômico sustentável, proporcionando uma melhoria da qualidade de vida dos indivíduos.

#### **3.1 Áreas de Atuação**

A BOURSCHEID atua em projetos, fiscalização, planos e estudos de rodovias, hidrovias, sistemas metroviários, terminais de transporte rodoviários e portuários, além de outros sistemas alternativos.

São realizados estudos de traçados, projetos geométricos, hidrológicos, geotécnicos, ambientais, topográficos, de drenagem, de terraplenagem, de tráfego e gerenciamento de pavimentos.

Envolvida com serviços, projetos e estudos ligados à área ambiental, a empresa conta com profissionais capacitados em diversas áreas do conhecimento, os quais atuam de modo sistêmico, interdisciplinar e planejado, executando projetos que visam o desenvolvimento sustentável em parceria com o Empreendedor. Estas ações objetivam atender aos requisitos legais vinculados ao licenciamento de cada empreendimento, respeitando as características ambientais de cada local.

Na área industrial, a empresa desenvolve o licenciamento ambiental, laudos de cobertura vegetal e geológico com teste de impermeabilização, passando pelo estudo e elaboração de projetos de infraestrutura (água, luz, esgoto, vias), controle tecnológico das obras, ações de compensação e monitoramento ambiental, obras

civis de montagem industrial, até o funcionamento integral do sistema, manutenção e ampliação. Dentre esses projetos, a BOURSCHEID tem amplo *know-how* na indústria automobilística, elétrica, petroquímica e conjuntos habitacionais. A empresa conta com profissionais ligados às seguintes áreas, entre outras:

- Engenharia Civil
- Oceanografia
- Sensoriamento Remoto
- Engenharia Ambiental
- Biologia
- Paisagismo e Silvicultura
- Química
- Mecânica dos Solos
- Geologia
- Arqueologia
- Engenharia Florestal
- Agronomia
- Engenharia Mecânica
- Geoprocessamento
- Limnologia
- Topografia
- Hidrologia
- Sociologia
- Ecologia
- Pedologia
- Arquitetura e Urbanismo
- Paleontologia
- Hidráulica

Abaixo segue maiores informações a respeito da empresa consultora:

---

<b>Nome</b>	<b>Bourscheid Engenharia e Meio Ambiente</b>
<b>CNPJ</b>	88.928.163/0001-80
<b>Endereço</b>	Rua Manoelito de Ornellas, 55/1101 Bairro Praia de Belas, Porto Alegre/RS, CEP 90110-230
<b>Telefone/Fax</b>	(51) 3012.9991
<b>E-mail</b>	diretoria@bourscheid.com.br
<b>CTF</b>	194361

---

<b>Representante Legal</b>	Aristóteles José Bourscheid
<b>CPF</b>	113.519.000-30
<b>E-mail</b>	diretoria@bourscheid.com.br
<b>Telefone/Fax</b>	(51) 3012.9991

---

<b>Pessoa de Contato</b>	Nelson J. E. Silveira
<b>CPF</b>	312.714.480-68
<b>E-mail</b>	nelson@bourscheid.com.br
<b>Telefone/Fax</b>	(51) 3012.9991

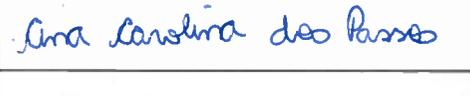
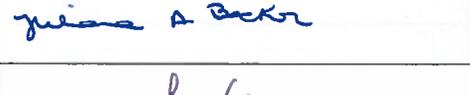
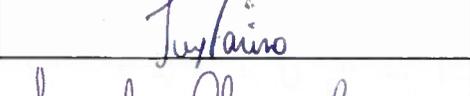
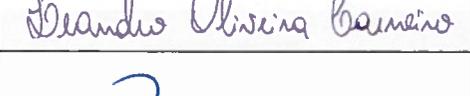
---

---

<b>Pessoa de Contato</b>	Juliana Allebrand Becker
<b>CPF</b>	007.699.350-79
<b>E-mail</b>	juliana@bourscheid.com.br
<b>Telefone/Fax</b>	(51) 3012.9991

---

### 3.2 Equipe Técnica

Área	Atividade	Profissional	Conselho Regional	CTF	Assinatura
Gerência	Diretor do Contrato	Eng. Civil Marcelo de C. Bourscheid	CREA/RS 114.148	288799	
Coordenação	Diretor Adjunto / Coordenação Geral	Eng. Agr. Nelson J. E. Silveira	CREA/RS 67.895	194452	
	Coordenação Técnica	Biól. Juliana A. Becker	CRBio 81.333/03	5336986	
Empreendimento	Caracterização do Empreendimento	Eng. Ambiental Anderson S. Pereira	CREA/RS 184.330	5678124	
		Eng. Civil Carlos R. Muller	CREA/RS 19.927	194442	
Diagnóstico Ambiental	Meio Físico	Geól. Dani Genz Uszacki (Coordenador)	CREA/RS 134.055	5216229	
		Gest. Amb. Viviane Krüger	CREA/RS 195.090	5564682	
		Ocean. Ana Carolina dos Passos	AOCEANO 2.149	5517676	
	Meio Biótico	Biól. Juliana A. Becker (Coordenador)	CRBio 81.333/03	5336986	
		Biól. Ivy Farina	CRBio 28.962/03	1741856	
	Meio Socioeconômico	Sociól. Leandro Carneiro (Coordenador)	-	604054	
Arqueól. Renata Rauber		-	5123886		

Área	Atividade	Profissional	Conselho Regional	CTF	Assinatura
		Esp. em Arqueol. e Patrim. Gabriela Cruz de Oliveira Santos	-	6019911	<i>Gabriela Cruz de O. dos Santos</i>
Impactos Ambientais	Identificação e Avaliação de Impactos	Equipe Técnica do RAS	-	-	
Medidas, Planos e Programas de Controle e Monitoramento	Proposição de Medidas Mitigadoras, Planos e Programas de Controle e Monitoramento	Equipe Técnica do RAS	-	-	
Análise de Risco e Acidentes	Análise Preliminar de Perigos	Equipe INERCO	-	-	
Plano de Comissionamento e Descomissionamento	Plano de Comissionamento e Descomissionamento	Eng. Civil Carlos R. Muller	CREA/RS 19.927	194442	<i>Carlos R. Muller</i>
		Eng. Ambiental Anderson S. Pereira	CREA/RS 184.330	5678124	<i>Anderson S. Pereira</i>
Conclusão	Conclusão Geral do RAS	Equipe Técnica do RAS	-	-	

## 4 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

### 4.1 Histórico

A seguir, é apresentado um breve histórico até a emissão do RAS para implantação de uma Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado para as Usinas Angra 1 e Angra 2:

- O empreendimento para a implantação da Unidade de Armazenamento Complementar de Elementos Combustíveis Irrradiados em Piscinas – UFC (aprovado em Janeiro de 2014), que estava em consonância com a Política de Rejeitos Nucleares e Radioativos da ELETRONUCLEAR de 2006 (RDE 795.001/06 de 16/08/2006), em 09/06/2015, foi suspensa temporariamente pela Diretoria Executiva da Eletronuclear em decorrência de dificuldades para o equacionamento dos recursos financeiros para a contratação desta unidade; para tanto foi definido o Armazenamento a Seco como sendo a solução inicial para o carregamento de Elementos Combustíveis Irrradiados (ECIs) após o esgotamento das piscinas de Angra 1 e Angra 2.
- Em 16/02/2016, foi apresentado ao IBAMA o empreendimento Unidade de Armazenamento Complementar a Seco para Elementos Combustíveis Irrradiados – UAS, para 05 ciclos - 15 cascos;
- Em 19/08/2016, o IBAMA emitiu o ofício nº. 02001.009217/2016-76, encaminhando o Termo de Referência no. CT 02001.004210/2016-68/, que definiu os critérios mínimos para a elaboração do Relatório Ambiental Simplificado – RAS, e, que informa ser o instrumento que subsidiará o licenciamento ambiental da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado.
- Em 25/07/2017 foi assinado o contrato com a empresa HOLTEC INTERNATIONAL, para a instalação da primeira etapa da Unidade de Armazenamento a Seco e a transferência de 510 Elementos Combustíveis Irrradiados (ECIs) de Angra 1 e Angra 2 (total de 15 cascos) para a UAS.
- Em 17/10/2017 (RDE 1375.010/17) foi aprovada a nova Política de Rejeitos Nucleares e Radioativos, com a definição de Armazenamento

- a Seco para a estocagem de ECIs das usinas. Assim, é iniciado estudos para as próximas etapas de transferências de ECIs.
- Em 07/02/2018 – foi encaminhado ao IBAMA, o Relatório Ambiental Simplificado (RAS) - Revisão 00.
  - Em 02/03/2018 – foi realizada no IBAMA uma apresentação do conteúdo do Relatório Ambiental Simplificado – RAS e Caracterização do Empreendimento.
  - Em 01/12/2018 – foi realizada Reunião Técnica Informativa no município de Angra dos Reis/RJ.

#### **4.1.1 Considerações Iniciais**

No Brasil, o Elemento Combustível Irrradiado (ECI) não é considerado resíduo e/ou rejeito, até que haja uma posição final do Governo Federal e da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) sobre seu uso futuro. Assim, os ECIs deverão ser armazenados de forma segura até que haja esta definição. CNEN et al. (2017), em sua página 13, informa que:

A política adotada em relação ao combustível irradiado das Centrais Nucleares é mantê-los armazenados de forma segura, até que seja tomada uma decisão técnica, econômica e política sobre o seu reprocessamento e reciclagem, ou eliminá-lo como tal. Deve-se destacar que, pela legislação federal Brasileira, o combustível irradiado não é considerado resíduo radioativo. [...] (tradução nossa).

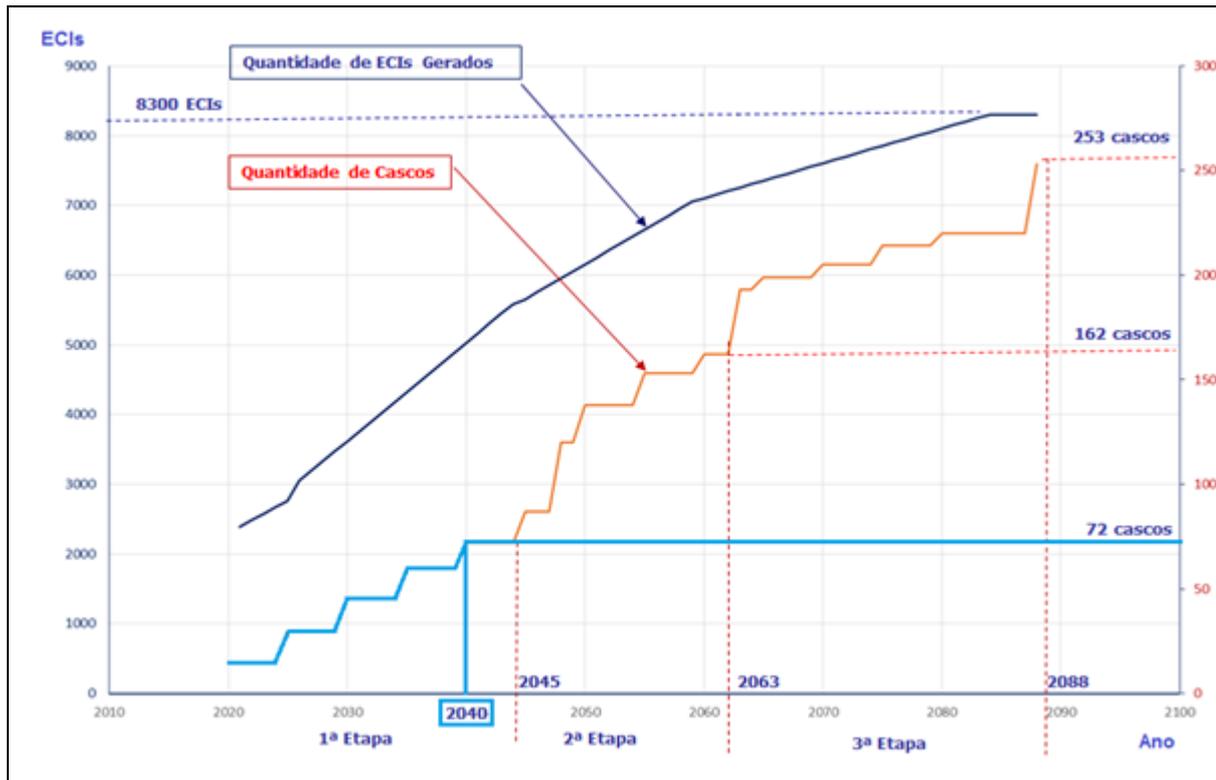
Os estudos para as próximas etapas de transferência de ECIs concluíram que a melhor opção, e a mais viável, é a expansão contígua da área de armazenagem planejada inicialmente para 05 ciclos - 15 cascos, para 25 ciclos - 72 cascos, antes da operação da UAS, tendo em vista:

- A cada 5 anos haverá a necessidade da liberação de aproximadamente 500 posições de ECIs nas piscinas das usinas, e, portanto, a expansão da área da UAS ou uma nova área de armazenamento será imprescindível para a continuidade de operação das Usinas de Angra 1 e Angra 2.
- A opção de expansão da área de armazenagem, nesta fase de licenciamento, evitará a criação de outra área, e respectiva necessidade de novo licenciamento ambiental. Caso essa expansão

venha a ser realizada futuramente, haveria de ser necessário encontrar outra área, pois há uma impossibilidade de expansão contígua da laje, após deposição dos cascos com ECIs, pelas seguintes restrições:

- A nova área de armazenamento deverá ser localizada numa área em que as obras de construção não afetem o armazenamento seguro dos cascos, necessitando, assim, se ter uma distância mínima;
  - Limitação nos processos de construção: notadamente aqueles processos que, eventualmente, poderão causar alguma instabilidade da área de armazenamento ocupada com os cascos, ou afetar as instalações auxiliares da UAS (tais como sistema de monitoração de temperatura);
  - Limitação na movimentação do ferramental e da equipe de construção, uma vez que, a laje com os cascos depositados passa a ser uma Área Controlada (área restrita com controle da Proteção Radiológica e Proteção Física);
  - Limitação na condição de trabalho da equipe de construção, visando evitar exposição à radiação;
- A expansão da área de armazenagem da UAS comportará todas as transferências de Elementos Combustíveis Irrradiados até o ano de 2040 (Figura 4-1).

Figura 4-1 - Evolução da geração de ECIs e da necessidade de cascos para a UAS.



Fonte: Eletronuclear, 2018

A área de armazenamento considera, também, uma Área de Proteção Radiológica delimitada em 40 metros no entorno dos Cascos. As estimativas de volumes máximos de rejeitos gerados durante a transferência de ECIs não foram alteradas, ou seja, se mantiveram para os 05 ciclos - 15 cascos; uma vez que, embora a área de armazenagem possibilite comportar 25 ciclos - 72 cascos, a transferência atual de ECIs será no âmbito do escopo do contrato assinado pela ELETRONUCLEAR com a empresa executora dos serviços (HOLTEC International).

#### 4.1.2 Análise Histórica da Política Nuclear Brasileira

##### 4.1.2.1 A Questão Energética

As atividades nucleares no Brasil ganharam ênfase após a criação, em 1951, do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), com a finalidade de promover e estimular o desenvolvimento da investigação científica e tecnológica no país.

Em 1956, o grupo *American and Foreign Power Co.* (AMFORP), o qual teve o controle de diversas concessionárias de energia no Brasil até 1965, declarou seu interesse na instalação de uma usina nuclear de pequeno porte (10 MWe) perto da

cidade de Cabo Frio, no Estado do Rio de Janeiro. Neste mesmo ano, começou a ser divulgada a ideia de se implantar uma usina nuclear com potência de 150 a 200 MWe, às margens do rio Mambucaba, no município de Paraty, também no Estado do Rio de Janeiro.

Através de uma lei federal, em agosto de 1962, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), a qual havia sido criada em 1956, foi instituída como Autarquia Federal. No mesmo ano, foi definida a Política Nacional de Energia Nuclear. Após alguns estudos realizados por organizações nacionais e de outros países, em 1967, o programa de energia nuclear acelerou, através de um projeto integrado ao plano de expansão do parque gerador. A CNEN foi então inicialmente transferida para a jurisdição do Ministério das Minas e Energia (MME) e, mais tarde, para o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), hoje Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI).

Visando a implantação de um programa de geração de energia nuclear no Brasil, em abril de 1968 a CNEN assinou um convênio com a Eletrobras. O programa tinha finalidades comerciais e de integração ao sistema elétrico existente. Como resultado, a Eletrobras assumiu a responsabilidade no projeto, construção e operação de usinas nucleares no país, diretamente ou através de suas subsidiárias, das quais Furnas Centrais Elétricas S.A., era a maior delas.

Furnas foi escolhida, em 1969 pela Eletrobras, para implantar a primeira usina nuclear do Brasil, cujas bases para sua execução haviam sido elaboradas em 1968, num estudo conjunto entre especialistas internacionais e engenheiros da CNEN e da Eletrobras. Furnas já possuía a responsabilidade pela geração e transmissão de energia elétrica na região Sudeste e em parte da região Centro-Oeste, cuja dimensão desse sistema era compatível com a potência instalada prevista para a usina (600 MWe). Aliado a isso, Furnas também era pioneira em sistemas de transmissão de alta e extra alta tensões, além de ter experiências de sucesso na construção e operação de usinas hidrelétricas e termelétricas convencionais.

Em 1971, através de um acordo com os EUA, o país adquiriu uma usina nuclear da Westinghouse, denominada Angra 1, que viria a se tornar a primeira unidade da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto. O contrato de compra, sob a forma *turnkey*, representava apenas uma simples aquisição de equipamento, sem qualquer transferência de tecnologia.

A área escolhida para a implantação da usina foi Itaorna, localizada no município de Angra dos Reis, no Estado do Rio de Janeiro, pelas suas

peculiaridades físicas, como proximidade do mar, abundância de água para resfriamento da Usina, facilidade de transporte marítimo e terrestre, local de baixa densidade demográfica, geologia e sismicidade adequadas e numa região próxima aos centros de demanda de energia do país.

Mais tarde, com o crescimento da demanda energética do país, o governo assinou, em 1975, um acordo de cooperação com a Alemanha Ocidental, que previa acesso ao ciclo completo do combustível nuclear, incluindo um protocolo de compra de oito usinas, e que ficou conhecido como o Programa Nuclear Oficial Brasileiro. O acordo, no entanto, não previa a transferência da tecnologia do enriquecimento de urânio por ultracentrifugação, o que levou o país ao desenvolvimento de competência nacional própria, num programa conhecido como Programa Autônomo. Juntos, os dois programas propiciaram um desenvolvimento tecnológico que resultou no domínio sobre praticamente todas as etapas de fabricação do combustível nuclear, além de permitir a formação de mão de obra qualificada no setor.

#### *4.1.2.2 Os Depósitos de Rejeitos*

Com a proximidade da entrada em operação da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto na CNAAA, através de Angra 1, no final da década de 70, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) não possuía um depósito definitivo para o armazenamento de rejeitos radioativos e, após entendimentos entre a CNEN e Furnas Centrais Elétricas, que na época era responsável pelo empreendimento em questão, ficou decidido que fosse definida uma área interna à Central, própria de Furnas, para armazenamento dos rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação gerados pela Usina.

Em 1980 a CNEN autorizou a instalação do Depósito Intermediário de Rejeitos Radioativos de Baixa e Média Atividade (DIRR) na área da CNAAA, hoje denominada Centro de Gerenciamento de Rejeitos (CGR), estabelecendo os critérios de armazenamento, os planos de proteção física, radiológica e de monitoramento que deveriam ser submetido à apreciação da Comissão. Nos anos de 1980 e 1981, a Unidade 1 do DIRR foi construída.

Em 1991, Furnas iniciou a construção da Unidade II do DIRR que foi dividido em 2 módulos, sendo o módulo “A” concluído em 1992, para atender a necessidade de implantação de um novo sistema de solidificação de rejeitos radioativos.

A construção do módulo “B” da Unidade II foi autorizada em 2007 e a Unidade III do DIRR foi construída a partir de 2006. Ambos os depósitos estão em funcionamento.

Os DIRR, hoje CGR, ainda receberão os rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação oriundos da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado (UAS). Uma das questões importantes na operação de uma usina nuclear é o gerenciamento dos resíduos e rejeitos produzidos por este tipo de atividade, que mantém um total controle sobre os resíduos e rejeitos gerados, permitindo, assim, uma avaliação dos possíveis impactos ambientais gerados por eles.

Os rejeitos sólidos produzidos pelas usinas da CNAAA são classificados como de baixo, médio ou alto níveis de radiação (elementos combustíveis). Para o armazenamento de rejeitos de Angra 1 e Angra 2 é utilizado o Centro de Gerenciamento de Rejeitos - CGR, que hoje conta com três unidades operacionais: Depósito 1, Depósito 2 e Depósito 3; todos armazenando rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação.

O Prédio de Monitoração do CGR, em construção, tem por finalidade a realização da contabilização isotópica dos embalados de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação, gerados por Angra 1, 2 e 3, a realização de monitoração e segregação de embalados obtendo-se assim um maior controle para otimização de espaços no armazenamento destes rejeitos nos depósitos.

#### *4.1.2.3 Armazenamento de Elementos Combustíveis*

Na geração de energia elétrica, as Usinas Nucleares utilizam elementos combustíveis em seus reatores que, após a queima, são estocados em piscinas denominadas Piscinas de Combustíveis Usados (PCUs), especialmente projetadas e construídas em áreas contíguas aos reatores de cada uma delas, com a função de possibilitar o arrefecimento e o decaimento desses elementos para futura destinação. A capacidade de armazenamento de combustíveis irradiados nas piscinas, no entanto, é limitada, e de acordo com o projeto dessas usinas, os elementos estocados há mais tempo devem ser removidos para unidades de armazenamento complementares, de modo a dar lugar para o armazenamento de elementos recém-retirados dos reatores, o que justifica o presente projeto de

construção de uma Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irradiado (UAS) da CNAEA.

#### **4.1.3 Principais Unidades de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado Instaladas no Mundo**

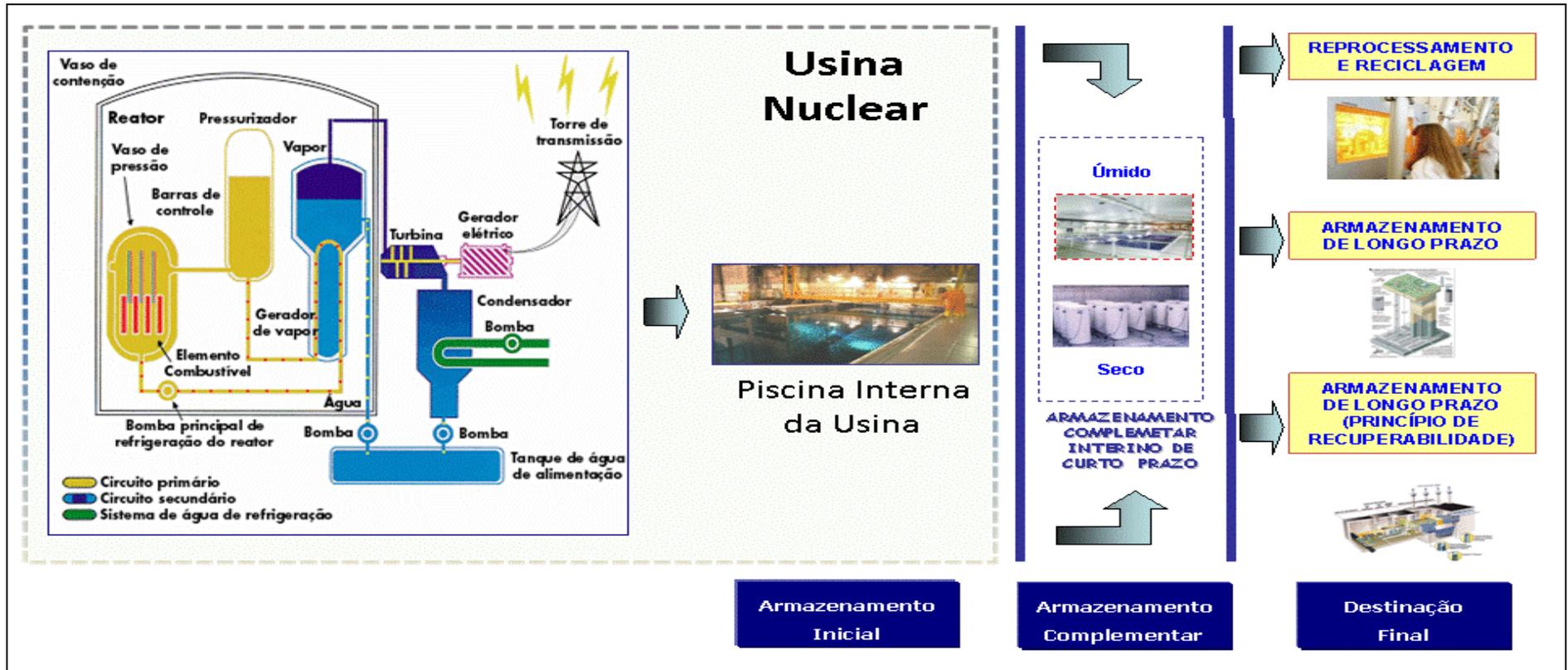
O armazenamento seguro do combustível irradiado constitui uma importante etapa do ciclo do combustível e está entre os assuntos mais discutidos na atualidade pelos países que utilizam a fonte nuclear para a geração de energia elétrica.

As estratégias mundialmente empregadas para o gerenciamento de combustíveis irradiados em todo o mundo consideram, em sequência, pelo menos as seguintes etapas:

- a) O armazenamento inicial nas usinas, realizado em piscinas;
- b) O armazenamento inicial complementar/interino (úmido ou seco), visando principalmente liberar espaço de estocagem nas piscinas das usinas;
- c) A destinação final dos elementos combustíveis irradiados, que pode abranger o reprocessamento e reciclagem, ou o armazenamento final, com a possibilidade de recuperação ou não (repositório), do material estocado para um futuro processamento.

Esses processos são ilustrados na Figura 4-2, a seguir.

Figura 4-2 – Etapas no gerenciamento dos combustíveis irradiados.



Fonte: Eletronuclear, 2017.

O armazenamento inicial é importante para a redução do calor residual e redução da taxa de dose dos elementos combustíveis, além de possibilitar o monitoramento contínuo de tais elementos, permitindo uma decisão futura quanto ao destino desses elementos.

Basicamente, duas tecnologias foram desenvolvidas para o armazenamento inicial interino de Elemento Combustível Irrradiado (ECI): armazenamento a seco (sistemas de contentores que incluem *Canisters*, Módulos de Armazenamento de concreto com revestimento em aço ou Cascos de Armazenamento) e armazenamento úmido (tanques/piscinas).

Dentre as diferentes soluções de armazenamento a seco de ECIs disponíveis no mercado internacional, destaca-se o Sistema de Armazenamento baseado em *Canisters*, desenvolvido por empresas americanas, que, em termos quantitativos, tem presença expressiva e relevante no mercado internacional: (Estados Unidos da América (EUA), Espanha, México, Inglaterra e Eslovênia). Mais especificamente, o Sistema de Armazenamento baseado em *Canister* com Módulo de Armazenamento Vertical, com parede formado por concreto confinado em estrutura de aço, foi o escolhido pelo empreendedor para sua implantação na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA).

A implementação do sistema de armazenamento a seco nas usinas nucleares americanas tem origem na demora do governo americano em disponibilizar um repositório permanente para o Combustível Nuclear Irrradiado, esgotando as capacidades das suas piscinas, obrigando as usinas a armazenar mais combustível irradiado do que o esperado, por mais tempo do que o inicialmente previsto.

Desde 1986, dezenas de usinas nucleares dos Estados Unidos suplementam sua capacidade de armazenamento através da construção de instalações de armazenamento a seco.

A título de constatação de presença expressiva de utilização do Sistema de Armazenamento de Elementos Combustíveis Irrradiados baseado em *Canister*, com Módulo de Armazenamento Vertical, formado por parede de concreto confinado em estrutura de aço, apresenta-se o Quadro 4-1, que mostra o inventário realizado em agosto do ano de 2015, no país com maior quantidade de usuários deste sistema, os Estados Unidos, cuja sumarização totaliza 33 (trinta e três) Usinas Nucleares, com 706 (setecentos e seis) *Canisters* carregados, perfazendo um total de 36.336 (trinta e seis mil, trezentos e trinta e seis) Elementos Combustíveis Irrradiados armazenados.

Quadro 4-1 - Sistema baseado em *Canister*, com módulo de armazenamento vertical, nos Estados Unidos.

<b>Empresa</b>	<b>Usina Nuclear</b>	<b>Sistema</b>	<b>Canister</b>	<b>Quant. de Canisters</b>	<b>Quant. de ECIS</b>
AEP	D.C.Cook	HI-STORM 100	MPC-32 (HI-STORM)	12	384
Detroit Edison	Fermi 2	HI-STORM 100	MPC-68 (HI-STORM)	6	408
Energy Northwest	Columbia	HI-STORM 100	MPC-68 (HI-STORM)	36	2448
Entergy	ANO	HI-STORM 100	MPC-24 (HI-STORM)	24	576
Entergy	ANO	HI-STORM 100	MPC-32 (HI-STORM)	18	576
Entergy	Fitzpatrick	HI-STORM 100	MPC-68 (HI-STORM)	21	1428
Entergy	Grand Gulf	HI-STORM 100	MPC-68 (HI-STORM)	23	1564
Entergy	Indian Point 1	HI-STORM 100	MPC-32 (HI-STORM)	5	160
Entergy	Indian Point 2 & 3	HI-STORM 100	MPC-32 (HI-STORM)	25	800
Entergy	Pilgrim	HI-STORM 100	MPC-68 (HI-STORM)	3	204
Entergy	River Bend	HI-STORM 100	MPC-68 (HI-STORM)	23	1564
Entergy	Vermont Yankee	HI-STORM 100	MPC-68 (HI-STORM)	13	884
Entergy	Waterford	HI-STORM 100	MPC-32 (HI-STORM)	13	416
Exelon	Braidwood	HI-STORM 100	MPC-32 (HI-STORM)	12	384
Exelon	Byron	HI-STORM 100	MPC-32 (HI-STORM)	16	512
Exelon	Dresden 1	HI-STAR 100	MPC-68 (HI-STAR)	4	272
Exelon	Dresden 2 & 3	HI-STORM 100	MPC-68 (HI-STORM)	59	4012
Exelon	LaSalle	HI-STORM 100	MPC-68 (HI-STORM)	16	1088
Exelon	Quad Cities	HI-STORM 100	MPC-68 (HI-STORM)	37	2516
FirstEnergy	Perry	HI-STORM 100	MPC-68 (HI-STORM)	14	952
Luminant	Comanche Peak	HI-STORM 100	MPC-32 (HI-STORM)	22	704
PG&E	Diablo Canyon	HI-STORM 100	MPC-32 (HI-STORM)	29	928
PG&E	Humboldt Bay	HI-STAR 100HB	MPC-HB	5	390

<b>Empresa</b>	<b>Usina Nuclear</b>	<b>Sistema</b>	<b>Canister</b>	<b>Quant. de Canisters</b>	<b>Quant. de ECIS</b>
Portland	GE Trojan	HI-STORM TranStor	MPC-24E (TranStor)	29	674
Portland	GE Trojan	HI-STORM TranStor	MPC-24EF (TranStor)	5	116
PSE&G	Hope Creek	HI-STORM 100	MPC-68 (HI-STORM)	28	1904
PSE&G	Salem	HI-STORM 100	MPC-32 (HI-STORM)	16	512
Southern	Farley	HI-STORM 100	MPC-32 (HI-STORM)	29	928
Southern Nuclear	Hatch	HI-STAR 100	MPC-68 (HI-STAR)	3	204
Southern Nuclear	Hatch	HI-STORM 100	MPC-68 (HI-STORM)	58	3944
Southern Nuclear	Vogtle	HI-STORM 100	MPC-32 (HI-STORM)	13	416
TVA	Browns Ferry	HI-STORM 100	MPC-68 (HI-STORM)	45	3060
TVA	Sequoyah	HI-STORM 100	MPC-32 (HI-STORM)	44	1408
	<b>Total de Usinas</b>	<b>Total de Sistemas</b>	<b>Total de tipos de Canisters</b>	<b>Total de Canisters</b>	<b>Total de ECIs</b>
	33	4	7	706	36.336

Fonte: US DEPARTMENT OF ENERGY, 2016.

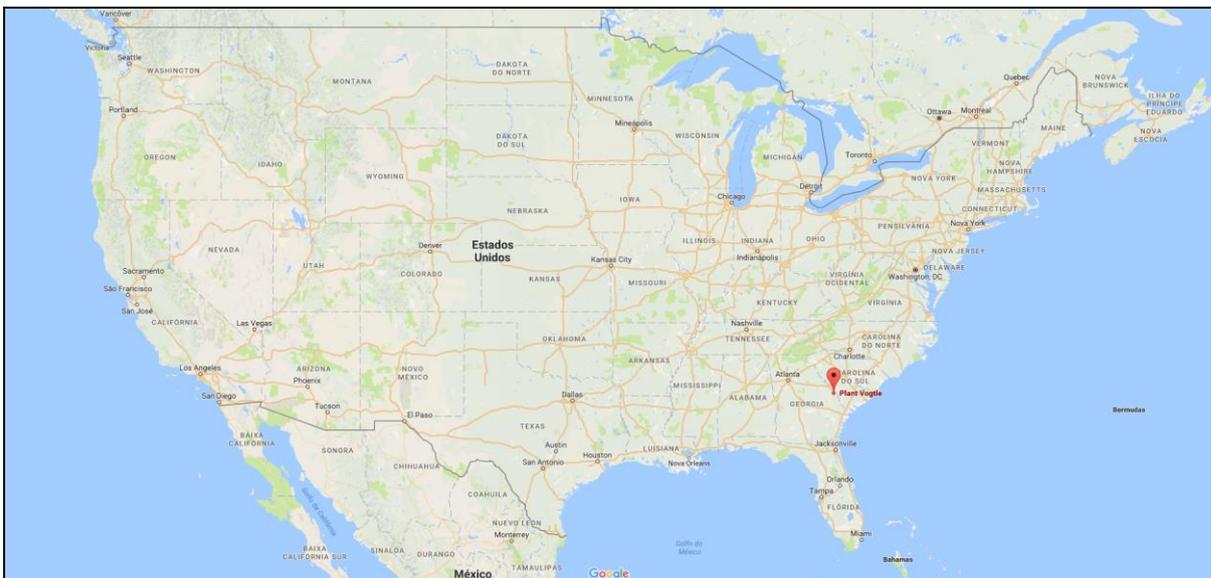
A seguir, são apresentadas informações e características técnicas de Instalação de Armazenamento a Seco de duas usinas nos Estados Unidos, e uma na Espanha, que possuem esse sistema baseado em *Canister*, com módulo de armazenamento vertical, formado por parede de concreto confinado em estrutura de aço, sendo elas:

- Usina Nuclear de Vogtle – Estados Unidos da América;
- Usina Nuclear de Sequoyah – Estados Unidos da América; e
- Usina Nuclear de Cabrera - Espanha.

#### 4.1.3.1 Usina Nuclear de Vogtle

A Central Nuclear de Vogtle está localizada em Burke County, estado da Geórgia, sudeste dos Estados Unidos da América (Figura 4-3).

Figura 4-3 – Em destaque – ponto vermelho - Localização da Central Nuclear de Vogtle, nos EUA.



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2017.

Esta Central Nuclear possui 02 unidades (Figura 4-4), onde cada unidade possui um reator *Westinghouse* de água pressurizada (PWR), com turbina *General Electric*. As unidades 01 e 02 foram concluídas em 1987 e 1989, respectivamente. Cada unidade é capaz de produzir cerca de 1.215 MW de eletricidade, com uma potência combinada de 2.430 MW. Além destas, se encontra em andamento, a construção de dois reatores AP1000 adicionais (Vogtle 3 e 4), para ampliação da central nuclear (SOUTHERN NUCLEAR, 2017).

Figura 4-4 - Central Nuclear de Vogtle.



Fonte: CBS NEWS, 2014.

A partir do ano de 2014, a Usina de Vogtle complementou a piscina de armazenamento de Elementos Combustíveis Irrradiados com o Sistema de Armazenamento a Seco em Módulos Verticais, licenciados pela *Nuclear Regulatory Commission* (NRC) de acordo com a norma 10 CFR 72. Trata-se de Módulos de Armazenamento Verticais, com paredes de concreto confinado em estrutura de aço.

Atualmente, 416 (quatrocentos e dezesseis) Elementos Combustíveis Irrradiados estão armazenados em 13 (treze) *Canisters*, inseridos em 13 (treze) Módulos de Armazenamento Verticais.

Os Módulos Verticais de Armazenamento a Seco da Usina de Vogtle foram submetidos à aprovação pela *Nuclear Regulatory Commission* (NRC) para operação, e devem ser relicenciados a cada 20 anos. Seus módulos são projetados e testados para impedir a liberação de radiação nas condições extremas tais como terremotos, tornados, furacões, inundações e sabotagem, e são resfriados e ventilados de forma passiva.

O Módulo Vertical de Armazenamento a Seco da Usina de Vogtle é um dispositivo cilíndrico que contém *Canister* com Elementos Combustíveis Irrradiados e atua como escudo de radiação, sem prejudicar o processo de arrefecimento. Sua operação é constantemente monitorada quanto aos índices de radiação e temperatura.

A Instalação de Depósito dos Módulos de Armazenamento é uma área a céu aberto, com todo o seu entorno circundado com cerca de proteção física, dentro da área protegida da central nuclear. O acesso é feito através de um portão vigiado por circuito de câmeras de vigilância (CFTV) pela equipe de proteção física. A base da área de depósito da Instalação dos Módulos de Armazenamento é uma laje retangular em concreto armado, sobre a qual os Módulos estão depositados sem sistema de fixação (Figura 4-5).

*Figura 4-5 - Módulos de Armazenamento a seco de ECIs na Central Nuclear de Vogtle*



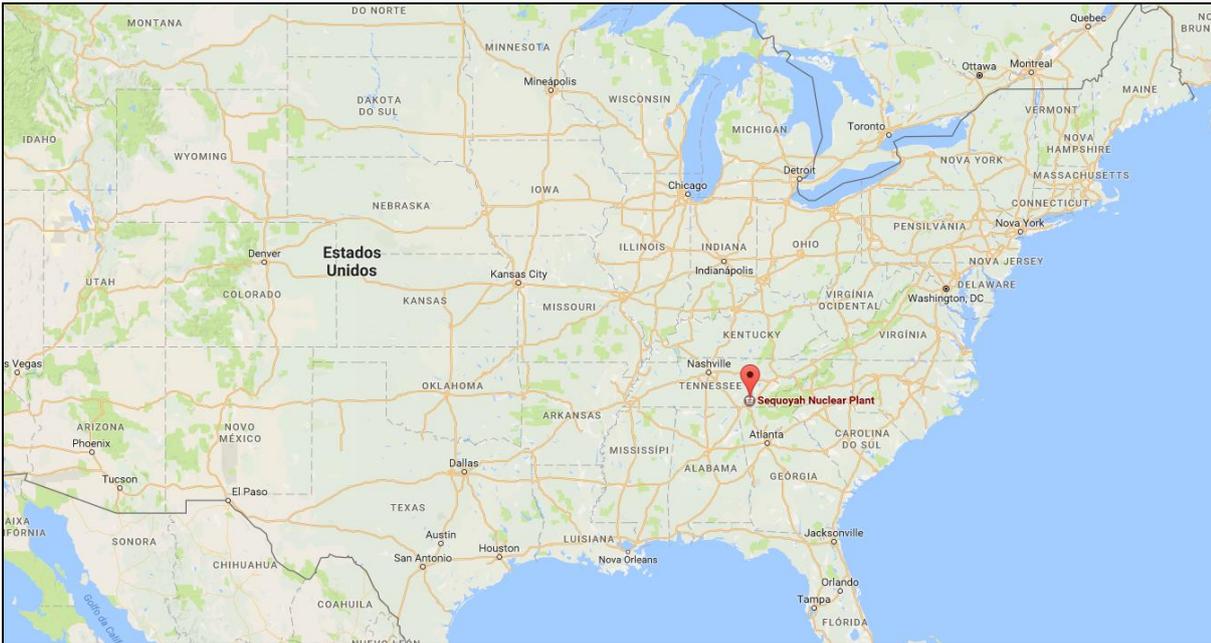
Fonte: Holtec, 2016.

A área de armazenamento atual permite uma futura expansão para o recebimento de novos Módulos de Armazenamento a Seco, em função da demanda da usina.

#### *4.1.3.2 Usina Nuclear de Sequoyah*

A Central Nuclear de Sequoyah é constituída de 02 Usinas Nucleares em Chattanooga, no estado do Tennessee, sudeste dos Estados Unidos (Figura 4-6). Está situada ao lado do reservatório de Chickamauga, que fornece água para o sistema de refrigeração das duas unidades nucleares, e é administrada pela *Tennessee Valley Authority* (TVA, 2017).

Figura 4-6 - Localização da Central Nuclear de Sequoyah, nos EUA.



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2017.

Cada unidade (Figura 4-7) possui capacidade de produção de 1.160 MW, e um reator *Westinghouse* de água pressurizada (PWR). A unidade 01 entrou em operação em 1981, seguida pela unidade 02 em 1982 (TVA, 2017).

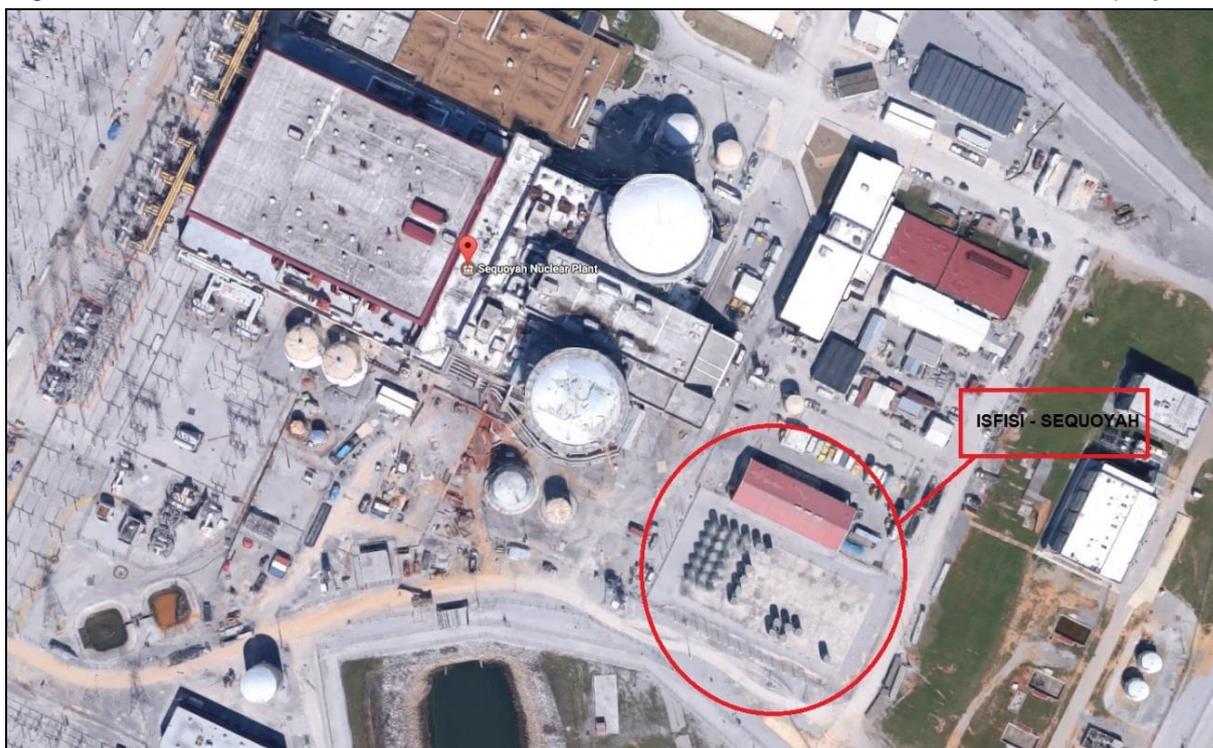
Figura 4-7 - Central Nuclear de Sequoyah, nos EUA.



Fonte: *Times Free Press*, 2013.

Para complementar as piscinas de armazenamento de Elementos Combustíveis Irrradiados (ECIs) das usinas, a TVA optou pela adoção do Sistema de Armazenamento a Seco baseado em *Canister*, com Módulo de Armazenamento Vertical, formado por parede de concreto confinado em estrutura de aço. Sua utilização passou a ser realizada a partir do ano de 2004. Atualmente a Central Nuclear de Sequoyah possui 44 *Canisters*, contendo 1.408 ECIs armazenados (Figura 4-8).

Figura 4-8 - Módulos de Armazenamento a Seco de ECIs, na Central Nuclear de Sequoyah.



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2017.

Nesta Usina Nuclear, antes de ser transferido para o Módulo de Armazenamento a Seco, o Elemento Combustível Irrradiado deve permanecer por no mínimo 05 anos dentro na piscina, a fim reduzir o calor residual e sua radioatividade. Após esse período o Elemento Combustível Irrradiado é transferido para o Módulo de Armazenamento a Seco, e monitorado constantemente na instalação de armazenamento do combustível irradiado (*Independent Spent Fuel Storage Installation - ISFSI*).

#### 4.1.3.3 Usina Nuclear de José Cabrera

A Central Nuclear de José Cabrera, constituída de uma Usina Nuclear, é localizada no município de Almonacid de Zorita, na província de Guadalajara, Espanha (Figura 4-9), às margens do rio Tejo, que fornece água para refrigeração da Usina José Cabrera. É conhecida como a primeira estação de energia nuclear construída na Espanha, com operação iniciada no ano de 1968.

Figura 4-9 - Localização da Central Nuclear de José Cabrera, Espanha.



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2017.

A unidade possui um reator *Westinghouse* de água pressurizada (PWR), com capacidade de produzir cerca de 160 MW de eletricidade (FORO NUCLEAR, 2017).

No ano de 2006, o governo espanhol decidiu parar definitivamente com as operações na Central Nuclear José Cabrera. Atualmente a Central Nuclear encontra-

se em fase de desmantelamento, após 38 anos de operação e 36,515 milhões de quilowatts-hora produzidos (FORO NUCLEAR, 2017).

Após o encerramento das atividades nucleares na Central Nuclear José Cabrera houve a necessidade de retirar os Elementos Combustíveis Irrradiados das piscinas de armazenamento para o processo de desmantelamento da usina, então buscou-se as alternativas viáveis. A usina decidiu que a melhor opção seria adotar o Sistema de Armazenamento a Seco em Módulos Verticais, formado por parede de concreto confinado em estrutura de aço, cujo processo foi licenciado pelos órgãos competentes da Espanha (Figura 4-10).

*Figura 4-10 - Central Nuclear de José Cabrera, Espanha.*



Fonte: *Ambientum*, 2009.

A transferência e armazenamento do combustível irradiado utilizando o sistema escolhido foram iniciados no ano de 2009, onde o tempo total gasto para realizar o processo de transferência de 12 *Canisters* foi de sete meses (GASNATURAL, 2010).

O Depósito de Armazenagem a Seco José Cabrera fica dentro dos limites do terreno da Central Nuclear. Os Módulos de Armazenamento Verticais são posicionados sobre uma laje retangular de concreto armado previamente construída. Por ser uma área controlada, toda a região do deposito é circulada por uma cerca dupla de proteção - Figura 4-11 (GASNATURAL, 2010).

Figura 4-11 - Módulos de Armazenamento a seco de ECIs na Central Nuclear José Cabrera, Espanha.



Fonte: Gasnatural, 2010.

O acesso de pessoal e de veículos é realizado somente através de um portão vigiado por equipe de segurança. Sua operação é constantemente monitorada quanto as condições de radiação e temperatura.

#### 4.1.3.4 Usina Nuclear de Diablo Canyon

A Central Nuclear de Diablo Canyon é uma usina nuclear localizada a oeste da praia "Avila Beach", no condado de San Luis Obispo, no estado da Califórnia, oeste dos Estados Unidos (Figura 4-12). A usina tem dois reatores nucleares de água pressurizada de quatro circuitos projetados pela *Westinghouse* e operados pela *Pacific Gas & Electric* (PG & E).

Figura 4-12 – Em vermelho, localização da Central Nuclear de Diablo Canyon, Estados Unidos.



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2019

Juntos, os reatores gêmeos de 1.100 MW (Figura 4-13) produzem anualmente cerca de 18.000 GWh de energia livre de emissões (8,6% da geração total da Califórnia e 23% da geração livre de carbono), suprimindo as necessidades elétricas de mais de 3 milhões de pessoas (GRIST MAGAZINE, 2018).

Figura 4-13 – Central Nuclear de Diablo Canyon, Estados Unidos. No detalhe, sua instalação de armazenagem a seco.



Fonte: GRIST MAGAZINE, 2018

A instalação de armazenamento a seco de combustíveis irradiados de Diablo Canyon é também uma área de céu aberto, localizada na encosta, onde hoje contém 25 módulos de armazenamento (*overpacks*) de modelo HI-STORM 100, e tem uma capacidade de armazenagem para até 140 módulos. Aproximadamente 4.398 Elementos Combustíveis Usados serão armazenados na instalação até o final de sua vida útil e início do descomissionamento, em 138 módulos de armazenamento. A área de armazenamento foi construída de concreto reforçado e resistente a abalos sísmicos (NRC, 2016).

#### **4.1.4 O Contexto Atual**

A Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) é composta de 03 usinas nucleares com a finalidade de geração de energia elétrica: a Usina Angra 1, cuja capacidade de geração é de 640 MWe; a Usina Angra 2, com capacidade de geração de 1.350 MWe; e a Usina Angra 3, com capacidade de geração de 1.350 MWe, atualmente em construção.

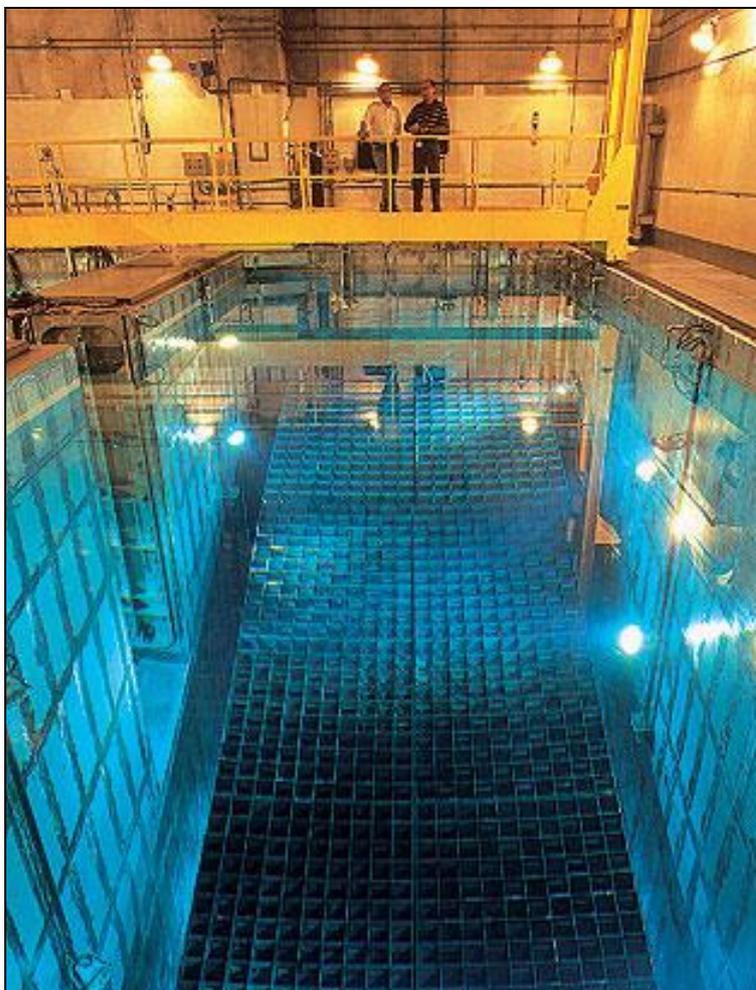
A Usina Angra 1 iniciou sua operação comercial em 1985, enquanto a Usina Angra 2 teve sua operação comercial iniciada em 2001. A Usina Angra 3 está com início de operação previsto para 2024.

As usinas nucleares utilizam elementos combustíveis para a geração de energia elétrica. Após a queima, estes elementos são armazenados, por pelo menos 10 anos, em piscinas especialmente projetadas e construídas no interior das usinas, visando o arrefecimento e o decaimento desses elementos combustíveis. Mesmo depois de 10 anos, estes elementos ainda possuem uma grande quantidade de materiais reaproveitáveis e calor residual. Os elementos combustíveis irradiados (ECI) podem ser reprocessados ou armazenados para possibilitar uma futura decisão sobre qual o melhor tratamento para estes materiais.

Atualmente, a estratégia brasileira para o gerenciamento de combustíveis irradiados não prevê a execução de reprocessamento e reciclagem dos elementos gerados para a produção de energia elétrica, como realizado por alguns países, tais como França, Japão e Grã-Bretanha (ABIDES, 2010). Sendo assim, os elementos combustíveis são inicialmente armazenados pela Eletronuclear (armazenamento de curto e médio prazo), sendo o armazenamento de longo prazo de responsabilidade constitucional da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN.

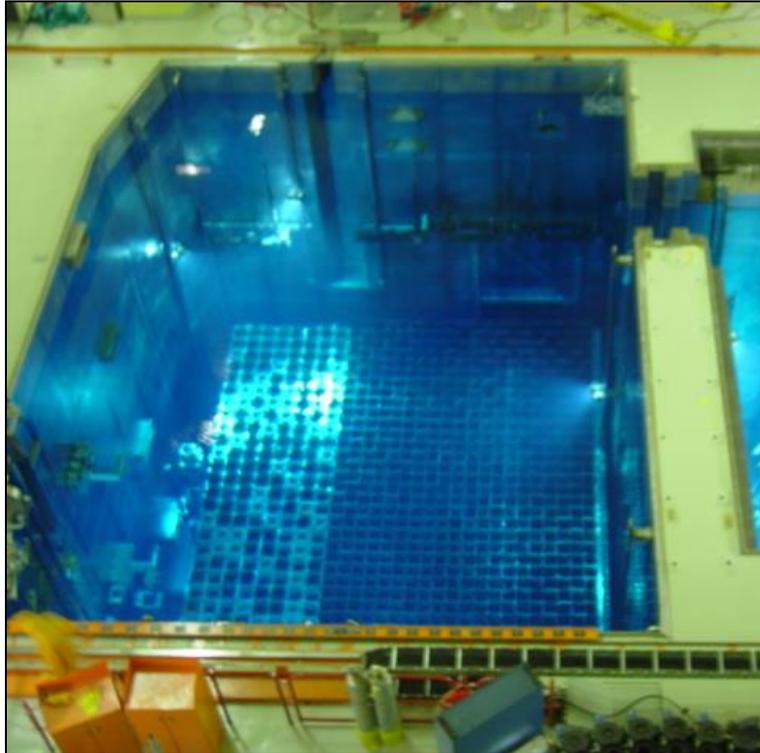
O armazenamento inicial em Angra 1 e 2 é realizado em piscinas localizadas nas próprias unidades. As Figura 4-14 e Figura 4-15 apresentam as piscinas de armazenamento de elementos combustíveis de Angra 1 e Angra 2, respectivamente.

*Figura 4-14 – Piscina de armazenamento de elementos combustíveis de Angra 1*



Fonte: Eletronuclear, 2018.

Figura 4-15 - Piscina de armazenamento de elementos combustíveis de Angra 2.



Fonte: Eletronuclear, 2018.

A capacidade de armazenamento de elementos combustíveis irradiados das piscinas é limitada, e de acordo com a concepção original do projeto dessas usinas, os elementos combustíveis estocados há mais tempo devem ser removidos, de modo a dar lugar para o armazenamento de elementos combustíveis recentemente retirados dos núcleos dos reatores.

O Quadro 4-2 apresenta as capacidades de armazenamento inicial de cada uma das usinas e a quantidade de elementos combustíveis no núcleo dos reatores.

Quadro 4-2 - Quantidade de elementos combustíveis nas piscinas e nos núcleos dos reatores.

Plantas	Capacidade de armazenamento de elementos combustíveis nas piscinas internas	Quantidade de elementos combustíveis no núcleo do reator
Angra 1	1252	121
Angra 2	1084	193
Angra 3	1084	193

Fonte: Eletronuclear, 2017.

No Quadro 4-3 são apresentadas as previsões de esgotamento da capacidade de estocagem dessas piscinas, com base no número de ciclos e na

quantidade de elementos combustíveis novos, trocados nos núcleos dos reatores a cada ciclo.

Quadro 4-3 - Previsão de esgotamento da capacidade de armazenamento de elementos combustíveis irradiados na CNAAA.

Usina	Esgotamento previsto da capacidade de armazenamento das PCUs (ano)
Angra 1	2021
Angra 2	2021

Fonte: Eletronuclear, 2017.

Considerando que o esgotamento da capacidade de estocagem das Piscinas (PCUs) das Unidades de Angra 1 e 2 poderá paralisar a operação destas unidades geradoras, e a limitação de recursos para a adoção de solução que contemple a construção de uma instalação de armazenamento de todos os ECIs que serão gerados nas usinas, a solução sugerida/adotada pelo empreendedor é a construção da Unidade de Armazenamento a Seco de Combustível Irrradiado da CNAAA, dimensionado para comportar 25 ciclos de operação após o esgotamento da capacidade das PCUs de Angra 1 e Angra 2 em 2021 (2.400 ECIs, sendo 1.100 ECIs da Usina de Angra 1 e 1.300 ECIs da Usina de Angra 2).

Reitera-se que a transferência de ECIs continuará sendo, num primeiro momento, a quantidade correspondente a 05 (cinco) ciclos de operação de Angra 1 e Angra 2 (no total de 510 ECIs, sendo 222 ECIs da Usina Angra 1 e 288 ECIs de Angra 2), em 15 cascos.

Eletronuclear (2008), via Resolução da Diretoria Executiva nº 795.001, de 16 de agosto de 2006, define a Política de Rejeitos Nucleares e Radioativos, onde diz:

“A Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto será dotada de instalação específica externa às usinas para estocagem de elementos combustíveis em Tanques de armazenamento que, associada às piscinas de estocagem interna às usinas, deverá ter a capacidade de armazenar os elementos combustíveis utilizados nos núcleos dos reatores das usinas Angra 1, Angra 2 e Angra 3, ao longo da vida útil destas unidades, estimada em 60 anos para efeito de dimensionamento da instalação.”

A Resolução da Diretoria Executiva nº 795.001, de 16 de agosto de 2006 (ELETROBRAS, 2006) foi suplementada pela Resolução da Diretoria Executiva nº 1235.006, de 09 de junho de 2015 (ELETROBRAS, 2015) que aprovou, entre outros itens:

“A suspensão temporária da execução do empreendimento UFC – Unidade de Armazenamento Complementar úmida de Combustíveis Irrradiados da CNAAA;

A definição da solução de Armazenamento a Seco como sendo a solução inicial para armazenamento de combustível irradiado após o esgotamento da capacidade das piscinas de armazenamento de combustível irradiado de Angra1 e Angra 2;

O dimensionamento da solução de Armazenamento a Seco para atender os 03 primeiros ciclos de operação de Angra 1 e de Angra 2, em termos da aquisição dos dispositivos de armazenamento, e 05 ciclos de operação das duas unidade para fins de execução da instalação de armazenamento. ”

Após, a Resolução da Diretoria Executiva nº 1290.001, de 17 de Maio de 2016 (ELETRONUCLEAR, 2016a) e Resolução nº 1305.008/16, de 16 de Agosto de 2016 (ELETRONUCLEAR, 2016b) retificaram o quantitativo de transferência como a seguir:

“A execução da transferência de ECIs correspondentes a 05 ciclos de operação das Unidades 1 (222 ECIs) e 2 (288 ECIs);

Eletronuclear (2017), via Resolução da Diretoria Executiva nº 1375.010/17, de 17 de outubro de 2017, cancelou a Política de Rejeitos Nucleares e Radioativos da ELETRONUCLEAR, e, por conseguinte, a implantação da UFC (Unidade de Armazenamento Complementar de Combustíveis Irrradiados da CNAAA), e aprovou a Política para o Gerenciamento Seguro de Resíduos Radioativos e Combustível Usado da CNAAA, estabelecendo a Instalação de Armazenamento Complementar a Seco – UAS como sendo a opção para o armazenamento complementar de elementos combustíveis usados de Angra 1 e Angra 2:

“Cancelar a Política de Rejeitos Nucleares e Radioativos da ELETRONUCLEAR, aprovada pela Diretoria Executiva da ELETROBRÁS ELETRONUCLEAR, em 16/08/2006, através da RDE nº 795.001, de 16 de agosto de 2006, submetida pela PRDE no. DP-037/06, de 10/08/2006, que estabeleceu a implantação do Empreendimento UFC para a estocagem complementar, via úmida (piscinas), de elementos combustíveis usados de Angra 1 e Angra 2.

Aprovar a Política para o Gerenciamento Seguro de Resíduos Radioativos e Combustível Usado da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, que estabelece a Instalação de Armazenamento Complementar a Seco – Empreendimento UAS como sendo a opção para o armazenamento complementar de elementos combustíveis usados de Angra 1 e Angra 2.

Cancelar a RDE no. 116-4.007/14, de 22/01/2014, submetida pela PRDE no. DT-005/14, de 08/01/2014, que aprovou Proposta de Empreendimento PE-SG.T01/2014 para implementação da Unidade de Armazenamento Complementar de Combustíveis usados da CNAAA – Unidade UFC. ”

A Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado (UAS) será implantada em área de propriedade da ELETRONUCLEAR, em

Itaorna, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, com a capacidade de estocagem de no mínimo 2.400 (dois mil e quatrocentos) elementos combustíveis. O quantitativo exato de elementos combustíveis a ser armazenado depende da capacidade do *Canister* que abrigará os ECIs, que por sua vez deverão estar inseridos no interior dos Módulos de Armazenamento.

A implantação da Unidade UAS deverá estar em operação a partir do ano de 2020, sendo capaz de receber os primeiros elementos vindos de Angra 2 e Angra 1. Sua construção e operação serão de responsabilidade da Eletrobras Termonuclear S.A. – Eletronuclear.

## **4.2 Objetivos do Empreendimento**

A Unidade de Armazenamento Complementar a Seco (UAS) de Combustível Irrradiado da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) tem por objetivo geral promover o armazenamento a seco de elementos combustíveis irradiados (ECIs), acondicionados em *Canisters* inseridos no interior de Módulos de Armazenamento.

Como objetivo específico, estes Módulos de Armazenamento associados às piscinas de estocagem interna das Usinas Angra 1 e Angra 2 (Piscinas de Combustíveis Usados - PCUs), incrementam a capacidade de armazenar os elementos combustíveis utilizados nos núcleos dos reatores das usinas que compõem a CNAAA, cuja vida útil estimada é de 60 (sessenta) anos, para efeito de dimensionamento da instalação. Assim, o armazenamento complementar de combustível irradiado possibilitará a continuidade de operação da CNAAA.

A implementação da UAS, com armazenamento complementar a seco de no mínimo 2.400 ECIs, fora das PCUs de Angra 1 e Angra 2, permite a continuidade de operação da CNAAA por mais 25 ciclos (que atualmente corresponde a 25 anos), após a data estimada de esgotamento da capacidade de armazenamento das piscinas.

## 4.3 Justificativas do Empreendimento

### 4.3.1 Compatibilidade do Empreendimento com Planos e Programas Governamentais

No que tange à compatibilidade do projeto com Planos e Programas Governamentais, trata-se de uma solução para a continuidade de geração de energia elétrica pela CNAEA, destacando-se o “Plano Decenal de Expansão de Energia 2021 – Geração de energia elétrica”, elaborado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e Empresa de Pesquisa Energética (EPE)<sup>1</sup>. De acordo com o referido Plano, é objetivo do Governo Federal que as usinas nucleares mantenham sua representatividade, variando de 1% a cerca de 2% do Sistema Interligado Nacional (SIN). Neste sentido, conforme apresentado no item 4.2 - Objetivos do Empreendimento, e 4.3.3 - Hipótese de Não Execução do Projeto, a instalação da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco (UAS), e consequente continuidade de geração elétrica de Angra 1 e Angra 2, e posteriormente Angra 3, é fundamental para que a meta de representatividade do setor nuclear estabelecida pelo Governo Federal seja alcançada.

A continuidade da geração de energia elétrica a partir das Usinas Angra 1, Angra 2 e Angra 3 também apresenta sinergia com o Plano Nacional de Energia – 2030 (MME/EPE, 2007)<sup>2</sup>. Além disso, cabe destacar que os empreendimentos da Eletrobras Termonuclear S.A. – Eletronuclear, estão incluídos no Programa Plurianual do Governo Federal – PPA 2012-2015, subordinados ao Programa 0296 – Energia nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste; ao Programa 076 – Gestão da Política de Energia Elétrica; e ao Programa 0807– Investimento das Empresas Estatais em Infraestrutura de Apoio, e têm como objetivos atender as necessidades de energia elétrica das regiões Sudeste e Centro-Oeste e exportar os excedentes para as demais regiões do Sistema Interligado Nacional (SIN)<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Disponível em: < <http://www.epe.gov.br/PDEE/Forms/EPEEstudo.aspx>>. Acesso em 31 de maio de 2017.

<sup>2</sup> Disponível em: < [http://www.epe.gov.br/Estudos/Paginas/Plano%20Nacional%20de%20Energia%20%E2%80%93%20PNE/Estudos\\_12.aspx](http://www.epe.gov.br/Estudos/Paginas/Plano%20Nacional%20de%20Energia%20%E2%80%93%20PNE/Estudos_12.aspx)>. Acesso em 31 de maio de 2017.

<sup>3</sup> Disponível em: <http://www.eletronuclear.gov.br/AEmpresa/Governan%77a/Acoeseprogramas.aspx>. Acesso em 31 de maio de 2017.

### 4.3.2 Justificativas Locacionais e Tecnológicas

#### 4.3.2.1 Justificativas Locacionais

Em face da necessidade da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irradiado (UAS), ser instalada próxima às fontes geradoras do combustível irradiado, quais sejam as Usinas Angra 1 e Angra 2, que se encontram em operação, e a Usina Angra 3 em construção, a escolha da alternativa locacional para o empreendimento restringiu-se ao sítio da CNAAA, para maximizar o aproveitamento da infraestrutura necessária ao funcionamento das usinas, incluindo os recursos logísticos, técnicos e de mão de obra especializada.

Ressalta-se que em função da implantação das usinas, o sítio da CNAAA vem sendo exaustivamente investigado e monitorado desde a década de 70, através de diversos estudos e programas ambientais, em conformidade com as normas e diretrizes dos órgãos regulamentadores e fiscalizadores.

No Quadro 4-4 estão apresentados os vértices da área do terreno necessária para implantação da UAS (15.010,31 m<sup>2</sup>). O empreendimento é composto por áreas pavimentadas ao redor das estruturas (889,3 m<sup>2</sup>), área de armazenamento, composta pelo local onde os cascos ficarão dispostos e a área de proteção radiológica (13.180,15 m<sup>2</sup>), área do almoxarifado (773,59 m<sup>2</sup>) e área da guarita (168,27 m<sup>2</sup>), conforme vértices apresentados no Quadro 4-5. A área está localizada e espacializada na Figura 4-16 e na Figura 4-17, respectivamente, e no Apêndice 4.3.2-1.

Quadro 4-4 – Vértices de localização da área total necessária para a implantação do empreendimento UAS (15.010,31 m<sup>2</sup>).

	VÉRTICES	COORDENADAS UTM SIRGAS 2000	
		N	E
ÁREA DO EMPREENDIMENTO	1	7455696	554666
	2	7455657	554770,3
	3	7455652	554768,5
	4	7455648	554778,3
	5	7455633	554772,7
	6	7455637	554762,9
	7	7455625	554758,4

	VÉRTICES	COORDENADAS UTM SIRGAS 2000	
		N	E
ÁREA DO EMPREENDIMENTO	8	7455619	554760,7
	9	7455584	554747,4
	10	7455579	554740,6
	11	7455577	554723,4
	12	7455592	554682,7
	13	7455566	554672,8
	14	7455564	554669,8
	15	7455577	554636,4
	16	7455605	554647
	17	7455620	554606
	18	7455624	554604,3
	19	7455653	554612,8
	20	7455676	554622,3
	21	7455707	554634,9
	22	7455711	554638
	23	7455721	554650,2
	24	7455718	554651,6
	25	7455712	554657

Fonte: Eletronuclear, 2017.

Quadro 4-5 – Vértices de localização da área de armazenamento, almoxarifado e guarita.

	<b>COORDENADAS UTM (Universal Transverse Mercator)</b>	
	<b>SIRGAS 2000</b>	
	<b>N</b>	<b>E</b>
<b>Área de Armazenamento</b>	7455699	554642
	7455653	554763
	7455591	554740
	7455586	554721
	7455626	554615
<b>Área do Almoxarifado</b>	7455602	554648
	7455590	554678
	7455567	554670
	7455578	554640
<b>Área da Guarita</b>	7455652	554768
	7455648	554778
	7455633	554772
	7455637	554762

Fonte: Eletronuclear, 2017.



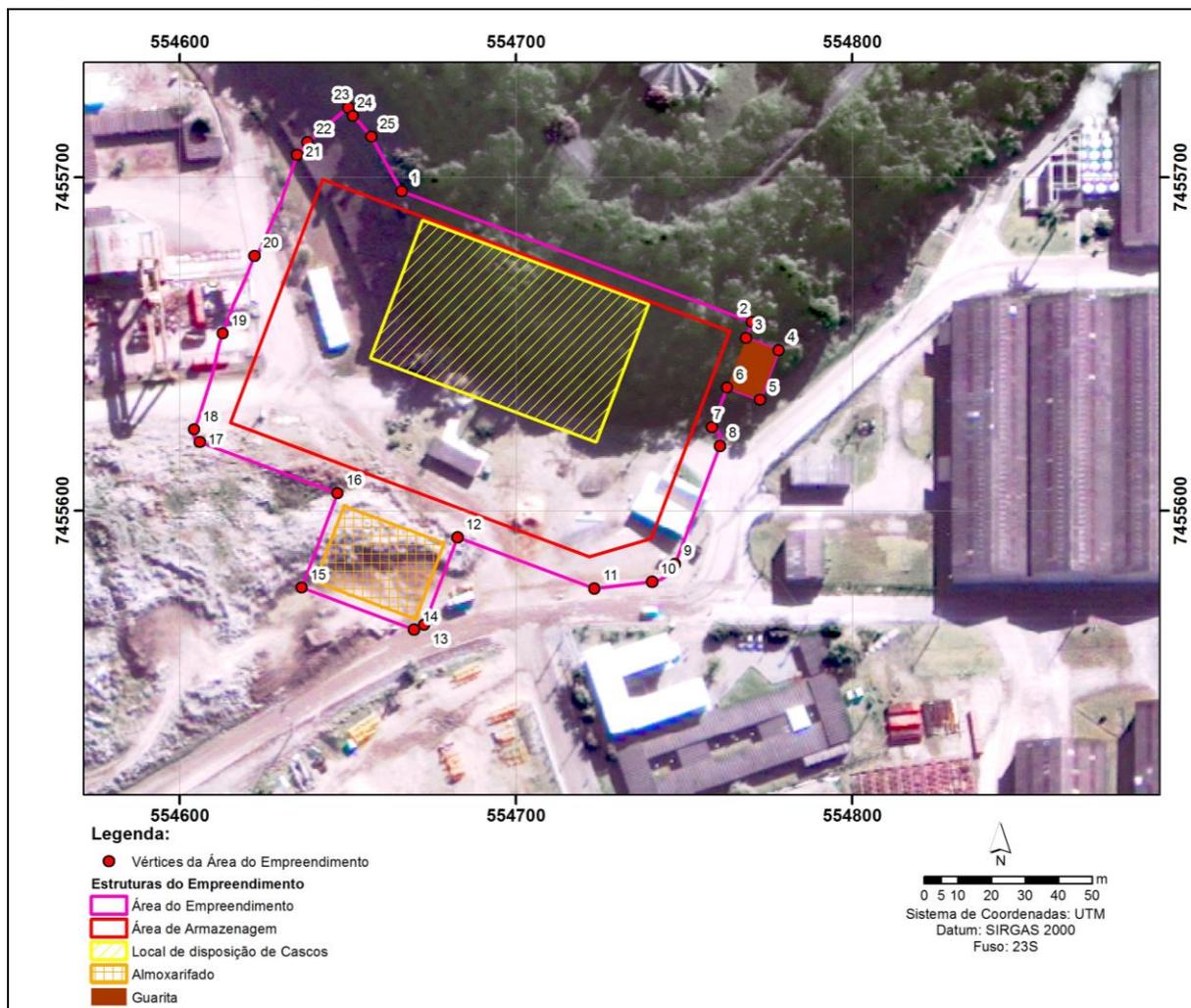
Figura 4-16 – Mapa de situação da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado (UAS) na CNAAA.



Fonte: Eletronuclear, 2017



Figura 4-17 – Localização da UAS, no sítio da CNAAA.



Fonte: Eletronuclear, 2018.

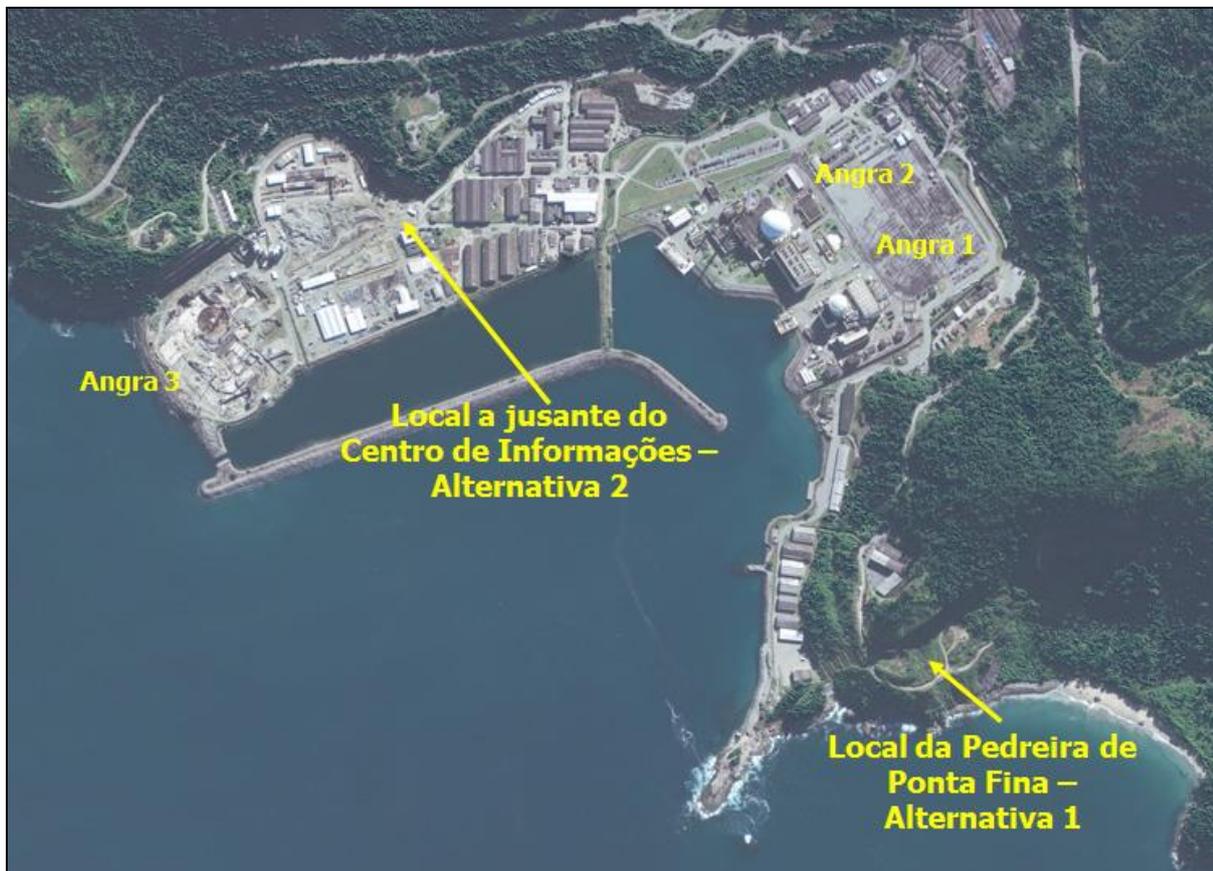
#### 4.3.2.2 Fatores Ambientais Relevantes na Escolha da Alternativa Locacional

Conforme apresentado no item anterior, a escolha da alternativa locacional fundamentou-se na premissa de otimização dos aspectos relacionados à proximidade com as Usinas Angra 1, Angra 2 e Angra 3, segurança operacional e infraestrutura existente, além de considerar também as características do empreendimento em tela e os aspectos ambientais, os quais serão abordados com mais detalhes no item Diagnóstico Ambiental deste RAS.

A construção da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado (UAS) será realizada no mesmo local escolhido para a proposta tecnológica anterior – a Unidade UFC, dentro da CNAAA. Porém, com área menor (conforme indicado na Figura 4-18). Na época, para a escolha do local de construção, havia sido elaborado o Relatório Técnico BP/G/6560/090011 - Estudo de Alternativas de Local para Implantação do Prédio de Armazenamento Complementar

de Combustível Irrradiado – UFC. Este relatório apresentou duas alternativas de local para implantação na área da CNAAA. A Figura 4-18 apresenta as duas alternativas de local, na época: Alternativa 1 - Local da Pedreira da Ponta Fina; e Alternativa 2 - Local a Jusante do Centro de Informações.

Figura 4-18 - Localização das alternativas de local.



Fonte: Eletronuclear, 2017.

O estudo consistiu na análise de fatores para a seleção de local considerando as características locais, os quais receberam pesos e notas, de forma que o resultado apresentasse a comparação e a hierarquização dos locais considerados. O processo de ranqueamento foi baseado principalmente nas premissas operacionais relacionadas à localização, monitoramento, minimização de riscos e custos referentes à transferência do combustível e processos de licenciamento.

A seguir, é apresentada uma breve descrição dos locais candidatos:

– **Alternativa 1 - Local da Pedreira de Ponta Fina**

A Alternativa 1, região da Pedreira de Ponta Fina, situada na parte sudeste da CNAAA (Figura 4-19), apresenta um talude rochoso proveniente do corte do maciço para obtenção de brita para construção das Usinas Angra 1 e Angra 2.

*Figura 4-19 – Na seta, Pedreira Ponta Fina – Alternativa 1.*



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2019.

– **Alternativa 2 - Local a jusante do Centro de Informações**

Esse local se encontra dentro do atual canteiro de obras da Unidade Angra 3, próximo aos almoxarifados, ao pé da encosta onde se localiza o Centro de Informações (Figura 4-20).

Figura 4-20 - Na seta, Local a jusante do Centro de Informações – Alternativa 2



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2019.

#### 4.3.2.2.1 Hierarquização das Alternativas

No Quadro 4-6 estão apresentados os fatores de seleção de local para construção da UAS e suas respectivas descrições.

Quadro 4-6 – Fatores de Seleção de Local.

Item	Fatores de Seleção de Local	Descrição
1	Condições de fundação	A área deverá estar preferencialmente assentada sobre rocha sã.
2	Estabilidade das encostas no entorno	O local de implantação deverá ser seguro sob o ponto de vista de taludes adjacentes, ainda que seja necessária a implantação de medidas de engenharia.
3	Hidrogeologia	É desejável que o local a ser escolhido não apresente uma grande quantidade de fissuras e altos níveis do lençol freático nas adjacências.
4	Proximidade do nível do mar e inundações (variações climáticas)	Deverá estar a salvo de inundações por chuvas, cheias, nível do mar, etc.
5	Atividade sísmica	Deverá estar preferencialmente em local com baixo índice de sismicidade (condição regional).

Item	Fatores de Seleção de Local	Descrição
6	Sistema de proteção física	Deverá estar localizado em área que ofereça, naturalmente ou através da implantação de medidas de engenharia e dispositivos de segurança e detecção para a proteção das instalações contra intrusões, ameaças internas e externas.
7	Sistema de proteção radiológica	Deverá estar localizado em área que ofereça, naturalmente ou através da implantação de medidas de engenharia e dispositivos de segurança e detecção, um ambiente externo com níveis de radiação dentro dos limites normativos e aceitáveis para esse tipo de instalação.
8	Impacto ambiental	Deverá ser localizada dentro da área da CNAAA, de forma a minimizar qualquer tipo de impacto ao meio ambiente como um todo.
9	Disponibilidade de área para construção e ampliação	O local de implantação deverá dispor de área para a construção da base de armazenamento complementar, e toda a infraestrutura necessária a sua operação, cerca e portaria.
10	Condições de transporte e acessos	Deverá oferecer condições de movimentação e transporte de elementos combustíveis irradiados entre as piscinas das usinas e a instalação de armazenagem, preferencialmente através de dispositivos simples e seguros com o uso de acessos curtos, planos, pouco tortuosos e seguros.
11	Harmonização com plano diretor e competição com outras instalações na área	Considerando que a área da CNAAA é restrita, estando entre a encosta e o mar, algumas outras construções das usinas são concorrentes, sob o ponto de vista de ocupação racional das áreas da usina - Plano Diretor da CNAAA.
12	Harmonização com cronogramas	O local deverá ser aquele que minimize ao máximo as interfaces com os cronogramas de implantação da Unidade com os cronogramas de implantação de outros empreendimentos previstos para a área, como por exemplo, a construção de Angra 3 (interfaces entre a construção da UAS com a construção de prédios de Angra 3 ou a necessidade do uso de locais como jazida de pedras para construção de Angra 3)

Item	Fatores de Seleção de Local	Descrição
13	Métodos construtivos e desmonte em rocha	O local de implantação deverá ser aquele que possibilite minimizar, tanto quanto possível, a execução de serviços de desmonte em rocha, escavações em solo, medidas de engenharia para implantação de barreiras físicas e de engenharia e contenção de encostas.

Fonte: Eletronuclear, 2017.

Adicionalmente, foram atribuídos pesos e notas para cada uma das alternativas de local e cada um dos fatores de seleção de local descritos no Quadro 4-6. Os pesos e notas a considerados estão indicados no Quadro 4-7.

*Quadro 4-7 – Pesos e notas atribuídos para cada um dos fatores de seleção de local.*

Peso		Nota	
1	Pouco importante	0	Péssima
2	Importante	1	Ruim
3	Muito importante	2	Regular
		3	Bom
		4	Ótimo

A partir dos fatores de seleção, pesos e notas definidas, foi feita a hierarquização das alternativas dos locais estudados, conforme pontuações indicadas na Tabela 4-1.

Tabela 4-1 – Hierarquização das Alternativas Locacionais

Item	Aspectos e Requisitos	Peso	Alternativa 1		Alternativa 2	
			Pedreira de Ponta Fina		Centro de Informação	
			Nota	Total de pontos	Nota	Total de Pontos
1	Condições de fundação	3	4	12	4	12
2	Estabilidade das encostas no entorno	3	4	12	4	12
3	Hidrogeologia	3	4	12	4	12
4	Proximidade do nível do mar e inundações (variações climáticas)	3	4	12	3	9
5	Atividade sísmica	3	4	12	4	12
6	Sistema de proteção física	3	4	12	3	9
7	Sistema de proteção radiológica	3	4	12	4	12
8	Impacto ambiental	3	3	9	4	12
9	Disponibilidade de área para construção e ampliação	3	4	12	4	12
10	Condições de transporte e acessos	2	2	4	4	8
11	Harmonização com plano diretor e competição com outras instalações na área	2	4	8	4	8
12	Harmonização com cronogramas	2	2	4	4	8

Item	Aspectos e Requisitos	Peso	Alternativa 1		Alternativa 2	
			Pedreira de Ponta Fina		Centro de Informação	
			Nota	Total de pontos	Nota	Total de Pontos
13	Métodos construtivos e desmonte em rocha	1	3	3	3	3
	Quantidade de vezes com a melhor colocação		2		3	
	Quantidade de vezes com colocação indiferente		8		8	
	Quantidade de vezes com a pior colocação		3		2	
	Total de Pontos Obtidos		124		129	
	Total de pontos obtidos / Total de pontos disponíveis		91,9%		95,6%	
	Hierarquização		2°		1°	

Fonte: Eletronuclear - Relatório Técnico BP/G/6560/090011, 2009.

A hierarquização apresentada na Tabela 4-1 observou que a Alternativa 2 - área a jusante do centro de informações, é a que apresenta melhores condições para implantação da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado (UAS) da CNAAA. Na sequência, está apresentado o detalhamento da pontuação para cada fator avaliado.

a. Condições de fundação (preferência rocha)

A litologia dominante dos maciços rochosos da região das duas áreas consiste em gnaiss, com ocorrências localizadas de granito, ambas com capacidade de suporte adequada para fundação em rocha (notas iguais).

b. Estabilidade das encostas no entorno

Os dois locais são equivalentes em relação à estabilidade das encostas do entorno, por possuírem um talude rochoso proveniente de corte do maciço e que, eventualmente, demandarão alguma medida de engenharia para aumentar a sua estabilidade. Os estudos geológicos-geotécnicos realizados nas áreas não indicaram a presença de estruturas geológicas que possam comprometer a segurança do talude rochoso existente. Desta forma, ambas alternativas receberam a mesma pontuação.

c. Hidrogeologia

As bacias de contribuição das duas alternativas de local são reduzidas, produzindo vazões também reduzidas, levando a soluções individualizadas de disciplina do escoamento superficial. O escoamento subterrâneo ocorre no maciço cristalino fissural com tendência de drenagem em direção ao mar nos dois casos. Desta forma, ambas alternativas receberam a mesma pontuação.

d. Proximidade do nível do mar (variações climáticas)

As duas alternativas de local possuem cota superior à cota de inundação de projeto da CNAAA (+5,60m CNG). A área da Pedreira de Ponta Fina está na cota aproximada de +50m CNG, e área a jusante do Centro de Informações na cota +7,0m CNG.

A área a jusante do Centro de Informações (Alternativa 2), consiste em um maciço rochoso, localizado no passado à beira-mar, que foi cortado posteriormente

aterrada. Possivelmente, o nível d'água na área da Alternativa 2 sofre alguma influência da variação da maré. Desta forma, a Alternativa 2 recebeu uma pontuação inferior à Alternativa 1.

e. Atividade sísmica

Estudos relacionados à sismologia têm sido realizados desde o início da implantação da CNAAA, sendo adotado como critério de projeto os valores de aceleração horizontal de vertical iguais a 0,10 e 0,067, respectivamente. Ambas as Alternativas 1 e 2 são equivalentes e igualmente condicionadas a este item.

f. Sistema de proteção física

Devido à proximidade da Alternativa 2 com o Centro de Informações e a BR-101, esta alternativa recebeu nota inferior à Alternativa 1. Além disso, a Alternativa 1 está próxima ao CGR, onde já existem implantados requisitos de proteção física. Desta forma, a Alternativa 1 recebeu maior pontuação.

g. Sistema de proteção radiológica

O sistema de proteção radiológica a ser implementado é função da solução para o armazenamento do combustível irradiado, sendo as duas alternativas de local equivalentes, logo, com pontuações iguais.

h. Impacto ambiental

O fator “impacto ambiental” considerado nesta avaliação foi de caráter superficial e imediato; os principais aspectos relacionados foram as seguintes questões: (i) ambas as alternativas encontram-se no interior da CNAAA, área industrial consolidada; e (ii) uso atual da área, onde a Pedreira de Ponta Fina é utilizada como bota-fora das obras realizadas na CNAAA, e o local a jusante do Centro de Informação ainda não está em uso. A implantação da UAS na Pedreira Ponta Fina causaria um maior “impacto” se comparado ao local a jusante do Centro de Informações, pois se o empreendimento fosse implantado na Pedreira de Ponta Fina, a ETN teria que escolher e/ou licenciar outra área de bota-fora. Desta forma, a Alternativa 1 recebeu uma nota inferior à Alternativa 2, que já estaria disponível imediatamente.

*i. Disponibilidade de área para construção e ampliação*

As duas áreas possuem disponibilidade de área para construção do depósito e para futuras ampliações, sendo consideradas equivalentes nesse quesito.

*j. Condições de transporte e acesso*

O acesso ao local da Alternativa 1 (Pedreira de Ponta Fina) é realizado por uma estrada com inclinação considerável e cerca de 1,3km de extensão, sendo considerado de difícil acesso para o tráfego de carretas de transporte de elementos combustíveis. Comparativamente, o acesso ao local da Alternativa 2 é fácil, e com menores riscos de acidente, recebendo uma nota superior à Alternativa 1.

*k. Harmonização com plano diretor e competição com outras instalações na área*

A harmonização com o plano diretor da CNAAA e demais instalações da área é semelhante para as duas alternativas de local propostas. Ambas recebem a mesma pontuação

*l. Harmonização com cronogramas*

A Alternativa 1 recebeu nota inferior neste item, pois a área está sendo utilizada como bota-fora para a obra de Angra 3 e outras obras da CNAAA, sendo que sua escolha demandaria a necessidade de busca e/ou licenciamento de outra área de bota-fora. A Alternativa 2 já estaria disponível imediatamente, recebendo assim maior pontuação.

*m. Métodos construtivos e desmonte de rocha*

A execução do empreendimento, em qualquer dos locais propostos, implicará em desmonte de rocha, escavações em solo e eventuais medidas de engenharia para contenção de encostas, não havendo hierarquização entre as duas alternativas.

#### 4.3.2.2.1.1 Considerações

A UAS será implantada no local previsto para a UFC e as condições de hierarquizações apresentadas na época continuam válidas, sendo necessárias as seguintes atualizações:

- O talude rochoso existente na área de implantação da UAS já está sendo cortado e será protegido por tela metálica de alta resistência e chumbadores sistemáticos, conforme apresentado no Relatório denominado “BP-U-6081-171000 – Projeto Executivo para o Desmonte do Talude Rochoso Atrás do Centro de Informações de Itaorna” do Apêndice 4.3.2-2, da Eletronuclear;
- O relatório BP-U-6081-171000 apresenta as análises de estabilidade consideradas para o projeto o desmonte do talude rochoso;

O Relatório denominado “BP-U-6620-190020 – Regularização da Bancada até a Cota 31 – Desmonte do Talude Rochoso Atrás do Centro de Informações” da Eletronuclear (também no Apêndice 4.3.2-2), apresenta as condições do talude rochoso após a execução da 1ª bancada do talude rochoso em questão.

Em relação ao detalhamento da pontuação para cada fator avaliado, as seguintes atualizações se fazem necessárias, devido ao talude rochoso da área da UAS já se encontrar cortado na época da implantação do empreendimento:

- a) Estabilidade das encostas no entorno - A área da Alternativa 1 possui um talude rochoso proveniente do corte do maciço e que, eventualmente, demandaria alguma medida de engenharia para aumentar a segurança. A área da Alternativa 2 também possui um talude rochoso com medidas de engenharia já implantadas (revestimento com tela metálica e chumbadores sistemáticos).
- b) Métodos construtivos e desmonte de rocha - Considerando que o talude da Alternativa 2 já estará cortado antes do início da construção do empreendimento da UAS, o método construtivo nesta área ainda deve considerar desmonte de rocha, pois a construção da UAS demanda corte em rocha para fundação.

#### 4.3.2.3 Justificativas Tecnológicas

A armazenagem complementar inicial/interina de elementos combustíveis irradiados (ECIs) pode ser realizada através de instalações secas ou úmidas. A armazenagem a seco é geralmente realizada em cascos com capacidade variável de elementos combustíveis, dispostos ao tempo ou em instalações cobertas e confinadas. Esses cascos são especialmente projetados para esse fim, tanto do

ponto de vista radiológico, quanto da remoção do calor de decaimento dos ECIs, a serem armazenados no seu interior.

Inicialmente, a Eletronuclear optou pela adoção do armazenamento de ECIs por via úmida, pautado nas seguintes premissas:

- Alto custo unitário dos cascos (necessários para armazenagem a seco);
- Dificuldade de oferta no mercado dos cascos para armazenagem a seco;
- Processo de monitoramento e manutenção das licenças;
- Quantitativo total de 4.800 (quatro mil e oitocentos) elementos combustíveis irradiados, a serem armazenados;
- Temperatura dos elementos irradiados significativamente menores na piscina (armazenamento úmido - UFC);
- Facilidade de inspeções do combustível durante a armazenagem;
- Facilidade na aplicação de salvaguardas;
- Experiência acumulada pela Eletronuclear no projeto, construção, licenciamento e operação das piscinas de combustível irradiado das Usinas Angra 1 e Angra 2.

Diante dos fatos, a Eletronuclear iniciou os estudos e desenvolveu o projeto básico para a UFC - Unidade de Armazenamento Complementar de Combustíveis Irrradiados da CNAAA, permitindo sua orçamentação e início ao processo de contratação. No entanto, com o andamento do projeto, a Eletronuclear acabou por suspender, definitivamente, a execução do empreendimento UFC, devido às dificuldades encontradas para o equacionamento dos recursos financeiros para a implantação da Unidade, dentro do prazo necessários para dar início ao processo de contratação da sua implantação/construção, o que levaria a indefinição de conclusão da referida Unidade e conseqüente risco de paralisação das Usinas de Angra 1 e Angra 2.

Como solução aos problemas detectados na época, foi aprovada a implementação de Armazenamento a Seco para atender os 05 (cinco) primeiros ciclos de operação de Angra 1 e Angra 2, e Área de Armazenamento capacitado para 25 (vinte e cinco) ciclos, levando-se em conta as seguintes premissas:

- Possibilidade de implementação por lotes reduzidos, enquadrando o investimento de implantação a um montante suportável e disponível;

- Contratação em lote que atenda a demanda de suprimento dos cascos;
- Adoção de solução de Armazenamento a Seco com histórico de segurança e confiabilidade na operação;
- Facilidade no processo de licenciamento nuclear;
- Expansão futura da instalação para o armazenamento de novos Elementos Combustíveis Irrradiados (ECIs), caso se opte pela continuidade de Armazenamento a Seco;
- Adoção de uma solução que, de uma forma passiva, garanta a troca térmica com o meio ambiente;
- Adoção de uma solução que possa ser monitorada continuamente, inclusive com possibilidade de recuperação dos ECIs;
- Adoção de uma solução aceita e comprovada como segura, internacionalmente;
- Adoção de uma solução simplificada sem necessidade de manutenção ou intervenção relevante na Instalação de Armazenamento durante o período de operação.

De forma geral, comparando-se as alternativas tecnológicas no que se refere aos seus aspectos ambientais e sociais, podemos inferir vantagem na UAS quando comparada a UFC, visto que:

- A UAS não necessita de resfriamento dos ECIs com uso de água, o que elimina o consumo de água e geração de efluentes e água contaminada, quando comparado a UFC;
- Na UAS, a troca de calor com o ambiente externo será totalmente passiva através da convecção natural, da radiação e da condução, ou seja, o ar atmosférico atuará como fonte fria do sistema, com isso, não será necessário o uso de ventilação forçada e de qualquer interligação com fonte externa de energia elétrica. A UFC, ao contrário, é um processo de resfriamento que ocorre com uso de equipamentos elétricos associados.
- O descomissionamento da UFC é mais complexo, envolvendo itens contaminados e rejeitos líquidos radioativos, com aumento de passivo

- ambiental. Também, na UAS, o volume de entulho será menor do que comparado com a UFC;
- A UAS, ao contrário da UFC, não gera rejeitos sólido, líquido e gasoso na sua operação; não possui necessidade de uma piscina com grande quantidade de água de resfriamento dos ECIs; e não tem necessidade de operadores na planta, apenas proteção física. Tem como consequência de armazenamento dos cascos, a emissão de calor em abrangência reduzida, e radiação próxima do nível de valor natural do local;
  - A implantação da UAS demandará obras de engenharia menores, se comparada a UFC;
  - Para a UFC foi considerado aproximadamente a necessidade de 06 trabalhadores (operadores, técnicos e proteção física) na sua operação, e para a UAS são previstos 02 trabalhadores (proteção física). Desta forma, o custo aproximado de operação da UFC seria de R\$ R\$1.500.000/ano (pessoal fixo e custo de manutenção dos sistemas da instalação), enquanto que o custo aproximado de operação da UAS seria de R\$ 500.000/ano (pessoal - incluindo custos diretos e indiretos, e custos de manutenção);
  - Tanto na UAS quanto na UFC, temos a geração de empregos na região, na implantação do empreendimento (UAS: 205, e UFC: 246 trabalhadores). Quanto à fase de operação, ambas as soluções geram quantidades reduzidas de empregos (UAS: 02, e UFC: 06 trabalhadores), mas permitem a continuidade de operação das usinas e, conseqüentemente, a manutenção dos seus empregos fixos direto e indireto;
  - O custo de implantação da UAS é estimado em R\$246,04milhões; O da UFC estava estimado em R\$550,00 milhões.
  - Em termos de cronograma, a UAS demanda um prazo menor de construção se comparado a UFC; adequando-se às previsões de esgotamento da capacidade de estocagem das piscinas das Usinas de Angra 1 e Angra 2, apresentadas no Quadro 4-3, e a indisponibilidade atual de depósito de longa duração da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

Considerando os aspectos elencados acima, o empreendedor optou pela implementação da Solução *Canister*, que apresenta as seguintes motivações técnicas, consoante com as necessidades das Usinas:

a. Canister no cenário internacional

Conforme apresentado no item 4.1.3, a solução *Canister* está disseminada amplamente em usinas nucleares de diversos países, sem registro de anomalias relevantes, conferindo confiabilidade e segurança de implementação na CNAEA.

b. Características de projeto do Dispositivo de Armazenamento

As características básicas necessárias para atender aos requisitos de Armazenamento de ECIs são atendidas pela solução *Canister*, uma vez que o Dispositivo de Armazenamento (conjunto *Canister/Overpack*) é projetado para as seguintes configurações:

- Proporcionar a contenção adequada do ECI, provendo resistência estrutural. O confinamento de ECIs no *Canister* - que é selado, proporciona segurança adicional contra dissipação de qualquer material radioativo oriundo do ECI;
- Manutenção da sub-criticalidade.
- Dissipar o calor gerado pelo ECI durante o decaimento dos produtos de fissão presentes.
- Possuir capacidade para blindagem contra radiação gama e nêutrons.
- Atender as normas de proteção radiológica para proteção dos trabalhadores e do público em geral.

c. Controle de radiação

Na solução *Canister*, a alta blindagem radiológica do Módulo de Armazenamento (cerca de 70 cm de espessura) garante menor dose ocupacional.

d. Instalação a céu aberto

A solução *Canister* não demanda uma edificação com cobertura, restringindo a somente uma laje estruturada a céu aberto. Evita-se com esta solução, projetar uma edificação com característica de área controlada, tendo paredes com blindagem radiológica, em uma construção robusta em concreto armado.

#### e. Facilidade no licenciamento nuclear

Nos Estados Unidos da América (EUA), a solução *Canister*, antes da comercialização, é previamente licenciada pelo fornecedor junto a *Nuclear Regulatory Commission* (NRC) - entidade licenciadora nuclear nos Estados Unidos, através de uma Licença Geral. Após a contratação pela usina, as particularidades e eventuais modificações são tratadas através de uma suplementação do licenciamento.

No caso das usinas de Angra 1 e Angra 2, o licenciamento nuclear será realizado pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), recebendo para sua apreciação, tanto a Licença Geral da solução quanto a suplementação do licenciamento. Considerando-se que a fase de elaboração da Licença Geral já se encontra concluída no momento da contratação, haverá uma otimização de prazo no processo de licenciamento nuclear.

Outro fator facilitador do licenciamento nuclear é a inexistência de prédio para abrigar os Módulos de Armazenamento. Assim, o licenciamento da Instalação de Armazenamento restringirá somente à construção da laje de concreto armado.

#### f. Mobilidade

Embora haja uma etapa de transferência de *Canister* para o Módulo de Armazenamento, a segurança na mobilidade da Solução é conferida através de confinamento dos ECIs em *Canister* selado, inserido em Casco de Transferência, e o processo não apresenta complexidade adicional.

O *Canister* oferece uma solução integrada para todos os estágios de gerenciamento do Elemento Combustível Irradiado - armazenamento temporário, transporte e descarte final, pois elimina a necessidade de manipulação do Elemento Combustível Irradiado de forma individual, uma vez carregado no seu interior, e, minimiza a dose de radiação ocupacional prolongada para os trabalhadores.

#### g. Modularidade

A Solução *Canister* permite o armazenamento de ECIs de Angra 1 e ECIs de Angra 2, em separado, em unidades de Módulos distintos, com padronização e quantitativos previamente definidos.

Acrescenta-se o fato de a expansão da Instalação ser extremamente simples, considerando que somente é necessária a extensão da laje como base de apoio.

#### h. Recuperabilidade

A Solução permite a recuperação dos ECIs inseridos no *Canister* através de processo inverso à transferência para a UAS, com o retorno a usina e abertura do *Canister*.

#### i. Prazo de implantação

A Solução *Canister* é a única cujo prazo de implantação se encaixa dentro do período planejado para a implantação do processo, sem impactar o prazo de esgotamento das Piscinas de Combustíveis Usados (PCUs) das Usinas Angra 1 e Angra 2.

### **4.3.3 Hipótese de Não Execução do Projeto**

Considerando a previsão de esgotamento da capacidade de estocagem de ECIs nas Piscinas de Combustíveis Usados (PCUs) das Usinas Angra 1 e Angra 2, conforme apresentado no Quadro 4-3, e a indisponibilidade atual de um depósito de longa duração (e, ainda, sem previsão de disponibilidade), sob responsabilidade da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), a hipótese da não execução deste empreendimento implicará na paralisação das Usinas, com interrupção da produção de energia pela CNAEA.

Desta forma, a não execução da UAS ocasionará a antecipação do descomissionamento das Usinas de Angra 1 e 2, com a perda de emprego da mão-de-obra direta e indireta das usinas (1.737 trabalhadores diretos e aproximadamente 1.000 indiretos fixos, atualmente, além de aproximadamente 1.400 contratados durante uma parada de cada uma das usinas), cessação do fomento e posterior retração da economia na redondeza, paralisação e cancelamento das obras sociais e de infraestrutura promovida pela CNAEA, cessação de receita de impostos para o Estado e Município, agravamento na segurança pública e perda de garantia da energia gerada para o estado do Rio de Janeiro.

Não obstante, considerando que a UAS tem por objetivo geral promover o armazenamento a seco de elementos combustíveis irradiados (ECIs), até que haja uma posição final do Governo Federal e da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) sobre seu uso futuro; e reiterando que o Governo Federal não possui um depósito de longa duração (e, ainda, sem previsão de disponibilidade); entende-se que a não execução deste empreendimento, aliado ao descomissionamento

antecipado e imediato das Usinas, poderá resultar no abandono dos ECIs sem a devida proteção radiológica e ambiental, causando, conseqüentemente, uma série de impactos ambientais e sociais associados aos efeitos que a radiação desses Elementos oferece quando não isolados e manejados com segurança.

Em contrapartida, a não execução do projeto, em termos de impactos ambientais relacionados à sua fase de implantação física, não alterará o estado ambiental local atual, haja vista que a área escolhida já é uma área industrial consolidada, antropizada, sem a presença de qualquer vegetação arbórea, e licenciada como instalação nuclear.

## 4.4 Descrição do Empreendimento

### 4.4.1 Generalidades

A Unidade de Armazenamento Complementar a Seco (UAS) de Elementos Combustíveis Irrradiados (ECIs), representada esquematicamente na Figura 4-21, Arranjo Geral do Apêndice 4.3.2-1, e no layout das áreas de instalação do Apêndice 4.4.1-1, possui uma área total de 15.010,31 m<sup>2</sup>, composta pelas seguintes estruturas e áreas a seguir.

- a) Local de armazenagem, com área total prevista de 13.180,15 m<sup>2</sup>, composta de área de estocagem, área de proteção radiológica, cerca dupla de proteção física e portão de acesso de veículos;
- b) Guarita de controles patrimonial e de acesso, com área total prevista de 168,27 m<sup>2</sup>.
- c) Prédio de Almoxarifado, ocupando uma área total prevista de 773,59 m<sup>2</sup>, composto, principalmente, das seguintes áreas: Escritórios, Sanitários, Área de Armazenagem de Canisters e Cascos de Transferência, Área de Armazenagem para Veículos de Movimentação; Área de Armazenagem para Equipamentos - utilizados na área de estocagem.

O restante da área (889,3 m<sup>2</sup>) será utilizado para pavimentação entre as estruturas identificadas em epígrafe e/ou taludamento da área aterrada para implantação do empreendimento. Esta área é obtida subtraindo as áreas das estruturas mencionadas acima com a área total do polígono (15.010,31 m<sup>2</sup>).

Figura 4-21 - Representação esquemática da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco (UAS) de Elementos Combustíveis Irrradiados (ECIs)



Fonte: Eletronuclear, 2018.

Com relação aos investimentos previstos para a instalação da UAS, considerando o desenvolvimento dos projetos necessários, licenciamentos, construção civil, aquisição e montagem de equipamentos e máquinas, sistemas associados e o comissionamento da unidade, demandará um investimento estimado em R\$ 246.040.000,00, conforme orçamento do empreendimento estimado no Quadro 4-8.

Quadro 4-8 - Estimativa detalhada da Base Orçamentária da Eletronuclear.

Status: 08.11.2018

Valores em R\$ x 10<sup>6</sup>

RUBRICA	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
	Real.	Real.	Orç.	Orç.	Orç.	Orç.	Orçado
<b>Obras Cívicas</b> (Realizados: Topografias, Supressão de vegetação) (a realizar: desmonte e tratamento talude)	0,00	0,00	4,49	10,76	0,00	0,00	15,26
<b>Equipamentos e Materiais</b> (Holtec - fornecimento)	0,00	0,00	51,57	23,13	20,51	0,00	95,21
<b>Engenharia - Projetos</b> (Audiência pública, Visual Info e Holtec projeto executivo)	0,03	4,82	4,49	21,43	69,28	17,43	117,49
<b>Engenharia - Consultorias</b> (INPI, EPRI, GEOPHI, Inspeções escopo nacional e importado)	1,16	-0,17	1,64	7,07	6,01	0,22	15,93
<b>Licenciamento</b> (Bourscheid, taxas com publicação em imprensa nacional, taxas com IBAMA e CNEN)	0,00	0,12	0,19	0,20	0,20	0,20	0,91
<b>Reserva de Contigência</b>	0,00	0,00	0,40	0,40	0,40	0,04	1,24
<b>TOTAL POR ANO</b>	<b>1,19</b>	<b>4,77</b>	<b>62,79</b>	<b>63,01</b>	<b>96,41</b>	<b>17,89</b>	<b>246,04</b>

Fonte: Eletronuclear, 2018.

#### 4.4.1.1 Descrição da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco (UAS)

A Unidade de Armazenamento Complementar a Seco (UAS) da CNAAA será composta pelas seguintes áreas: (i) Área de Estocagem; (ii) Guarita; e (iii) Almojarifado, com as estruturas descritas a seguir.

##### 4.4.1.1.1 Área de Armazenagem

Local descoberto, com laje de piso em concreto armado, e área total de armazenamento aproximadamente 13.180,15 m<sup>2</sup>; na qual 3.173,56 m<sup>2</sup> é destinada para estocagem máxima prevista de 25 (vinte e cinco) ciclos de recarga das Usinas de Angra 1 e Angra 2, e a área restante para implantação de uma área de segurança e controle radiológico com largura mínima de 40 (quarenta) metros até a cerca externa de proteção física, a qual é guarnecida com instalação de um sistema de detecção perimétrica.

O dimensionamento da laje suporte dos *Overpacks* a ser construída em concreto armado, deverá ser baseado no Projeto Executivo da Empresa Holtec, no qual será considerada a base de projeto e todas as cargas que incidirão sobre a laje, tais como: *Overpacks*, peso próprio da mesma, equipamentos de manuseios dos *Overpacks* e consideração dos valores sísmicos neste dimensionamento.

No restante das áreas de contorno, a Laje, na área de proteção física e etc., terá uma pavimentação cujo material a ser usado e o seu dimensionamento, será determinado pela Holtec no Projeto Executivo.

Maiores detalhes no que se refere à estrutura e dimensionamento da laje a ser construída na área de armazenamento serão informadas na ocasião do Projeto Executivo.

##### 4.4.1.1.2 Guarita

Em um local específico da área de segurança, será construída uma Guarita de controle de acesso de pessoal, materiais, equipamentos, veículos e/ou de qualquer outro item para a área de estocagem, considerando-se que esta área é de acesso radiologicamente controlado.

Próximo à Guarita, será instalado um portão duplo de acesso do veículo de transferência de cascos, das Usinas para a Área de Estocagem de combustível irradiado.

A Guarita, edificação em concreto armado, e área total estimada de 168,27 m<sup>2</sup>, é dividida em 3 partes de projeto:

1- Área Operacional

Área de trabalho do pessoal de controle do acesso à Área de Armazenagem, composta, principalmente, de:

I. Sala de Controle de Radiação

Área com 12,52 m<sup>2</sup>, destinada aos técnicos da proteção radiológica, onde será efetuado o controle das autorizações de acesso pessoal.

II. Sala de Segurança

Área com 10,64 m<sup>2</sup>, destinada ao pessoal da vigilância patrimonial e triagem de acesso do pessoal operacional.

III. Sanitários Masculino e Feminino.

Vestiários e banheiros - masculino e feminino, com 3,45 m<sup>2</sup> cada, para o pessoal operacional da Unidade.

IV. Copa

Cozinha com 4,14 m<sup>2</sup> para o pessoal operacional da Unidade.

2. Circulação Monitorada

Área com 26,98 m<sup>2</sup>, utilizada como passagem para a área controlada, com controle de acesso e monitoração pessoal.

3- Área Elétrica

Área destinada às salas dos equipamentos elétricos e de automação, necessários para garantir a operação adequada da Unidade, conforme abaixo identificadas:

I. Sala dos Equipamentos de Baixa Voltagem (25 m<sup>2</sup>);

II. Sala dos Equipamentos de Média Voltagem (15,38 m<sup>2</sup>);

III. Sala de Baterias (24,93 m<sup>2</sup>);

IV. Sala de Automação (13,32 m<sup>2</sup>).

#### 4.4.1.1.3 Almojarifado

Próximo à área de estocagem, e fora da área controlada, deverá ser construída uma edificação, de 773,59 m<sup>2</sup> aproximadamente, com o objetivo principal de guarda de equipamentos, não contaminados, utilizados no processo de transferência de Elementos Combustíveis Irrradiados (ECIs). O Almojarifado deve dispor de área pavimentada em seu entorno para acesso do veículo de transferência, e conter, no mínimo, as seguintes áreas de trabalho:

##### I. Área de Armazenagem para Veículos de Movimentação

Área de 211 m<sup>2</sup>, aproximadamente, destinada ao estacionamento do veículo de transferência de cascos.

##### II. Área de Armazenagem para Equipamentos

Área de 210 m<sup>2</sup>, aproximadamente, utilizada para a guarda de equipamentos e materiais, tais como componentes e ferramentas usados na UAS e equipamentos de monitoração.

##### III. Área de Armazenagem de *Canisters* e Cascos de Transferência

Área de 218 m<sup>2</sup>, aproximadamente, destinada à guarda de “*Canisters*” e Cascos de Transferência, utilizados no processo de transferência de ECI's.

Estas áreas deverão permitir o acesso de empilhadeira e dispor de dispositivos de içamento e transporte de carga. Adicionalmente serão previstas sala de calibração e ferramentaria, anexas.

##### IV. Escritórios

Área de 68 m<sup>2</sup>, aproximadamente, dispendo de sala de reuniões e de estações de trabalho, para o pessoal operacional da Unidade.

##### V. Instalações Sanitárias

Área, anexa ao Escritório, composta de Vestiário Feminino (9,18 m<sup>2</sup>), Vestiário Masculino (8,43 m<sup>2</sup>).

#### VI. Copa

Cozinha com 3,96 m<sup>2</sup> para o pessoal operacional da Unidade.

#### VII. Deposito

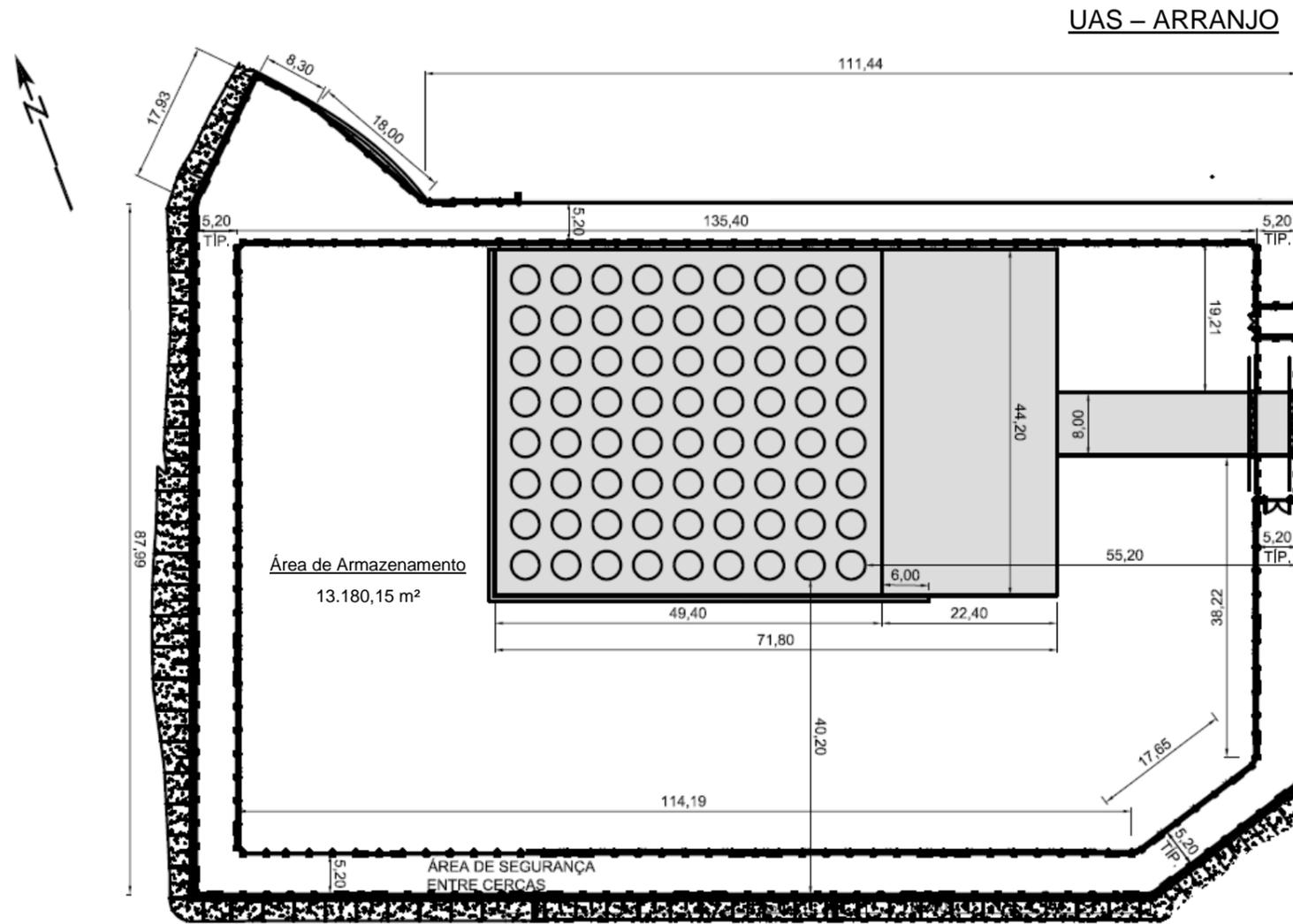
Área com 2,18 m<sup>2</sup>, destinada para depósito de Material de Limpeza.

#### VIII. Área de Circulação

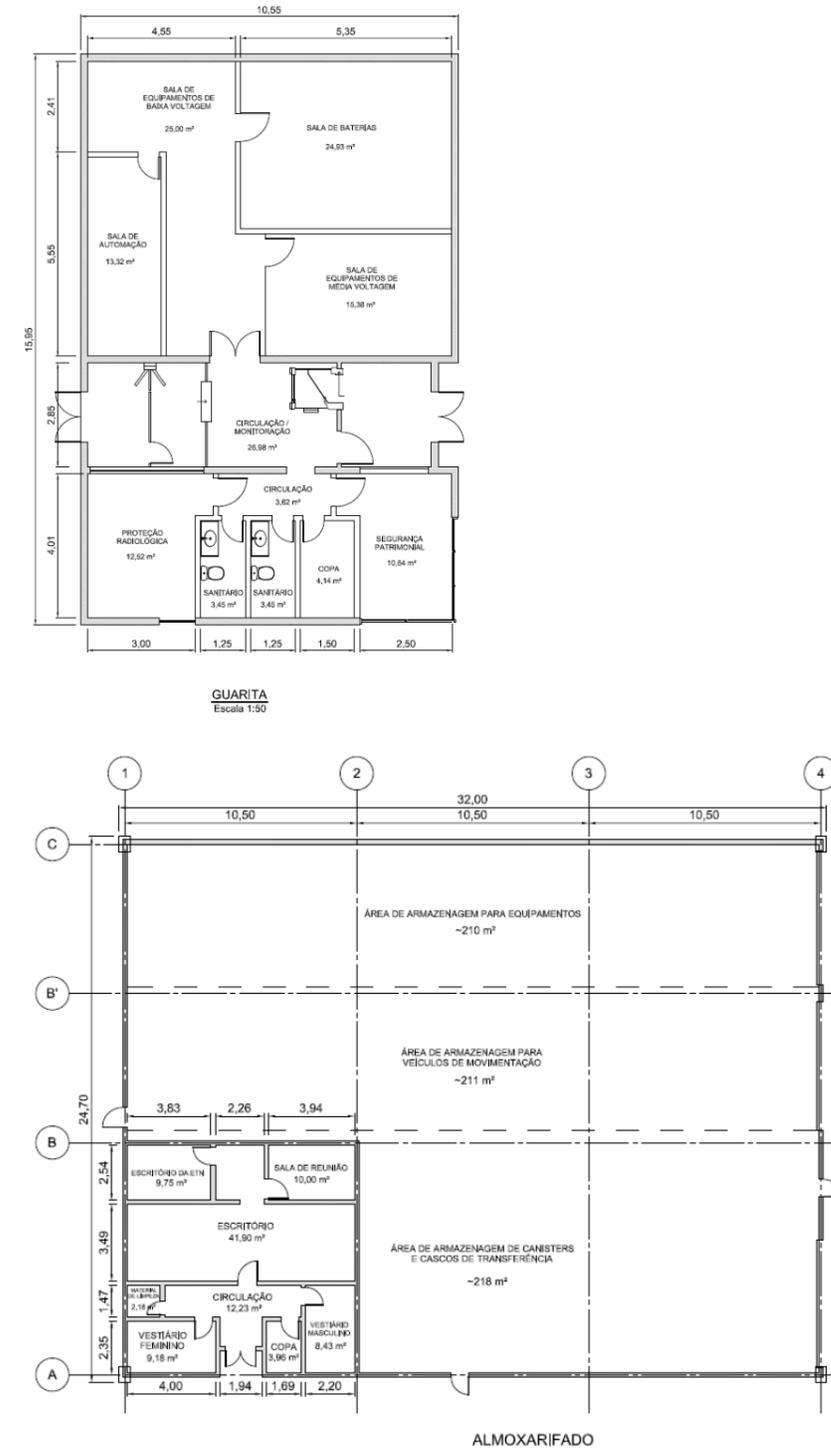
Área com 12,23 m<sup>2</sup>, utilizada como passagem para as demais áreas do almoxarifado.

A Figura 4-22 a seguir e o Apêndice 4.4.1-1 apresentam um *layout* das áreas da UAS com a demarcação das áreas previstas para o empreendimento.

Figura 4-22 – Layout da Unidade com a demarcação das áreas previstas para o empreendimento



Fonte: Sondotécnica, 2018



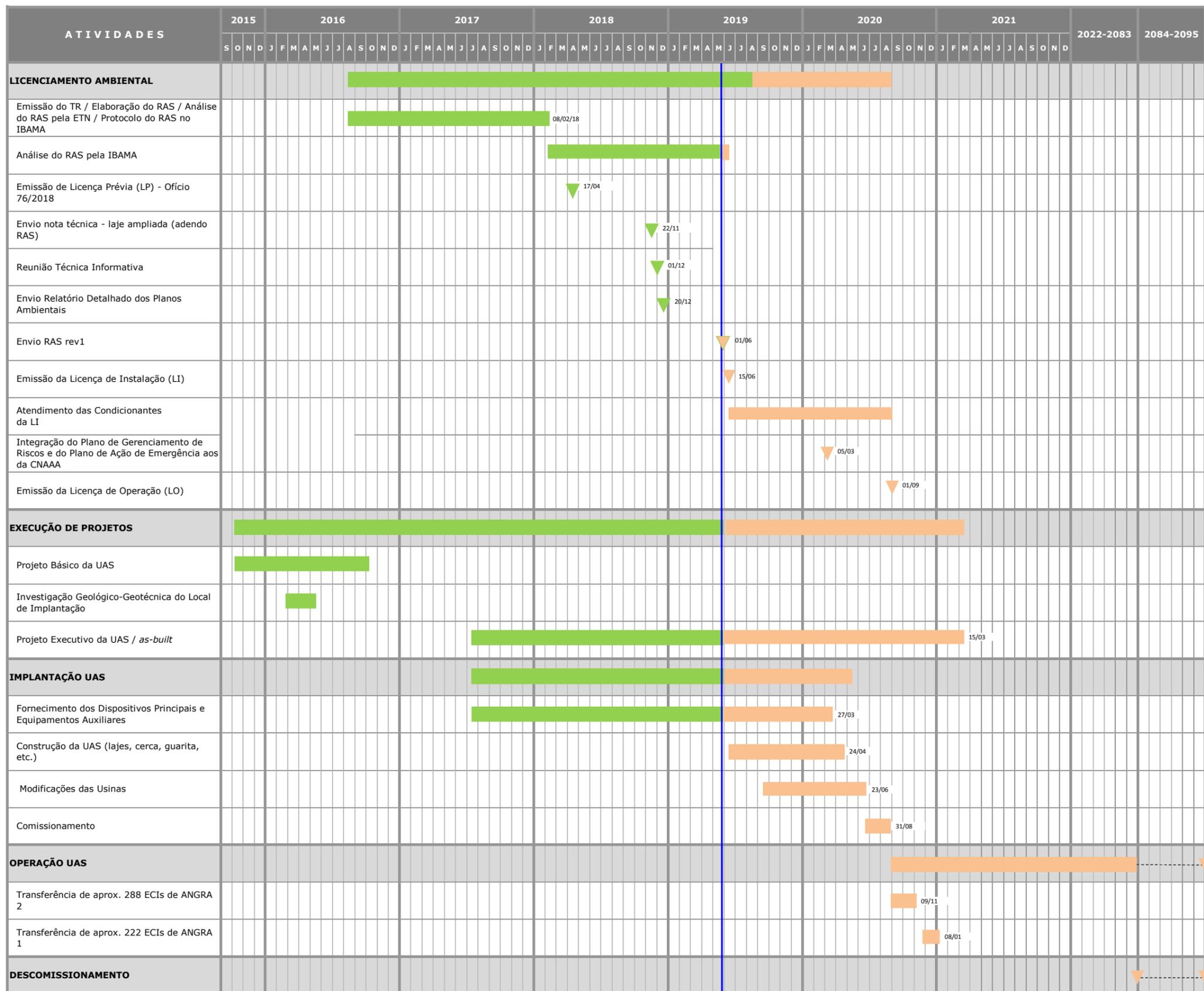
Fonte: Eletronuclear, 2018



#### *4.4.1.2 Cronograma de Instalação/Operação do Empreendimento*

As atividades gerais, de licenciamento, execução do projeto, implantação da UAS, comissionamento, operação e descomissionamento estão apresentadas no cronograma a seguir.





LEGENDA	
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FFC080; border: 1px solid black;"></span>	Previsto
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #90EE90; border: 1px solid black;"></span>	Realizado



#### **4.4.2 Planta Geral e Aspectos Externos**

O mapa de situação da UAS em relação a CNAAA se encontra na Figura 4-16. A localização precisa da UAS, no sítio da CNAAA, se encontra na Figura 4-17, através dos vértices do Polígono cujas coordenadas estão definidas no Quadro 4-4.

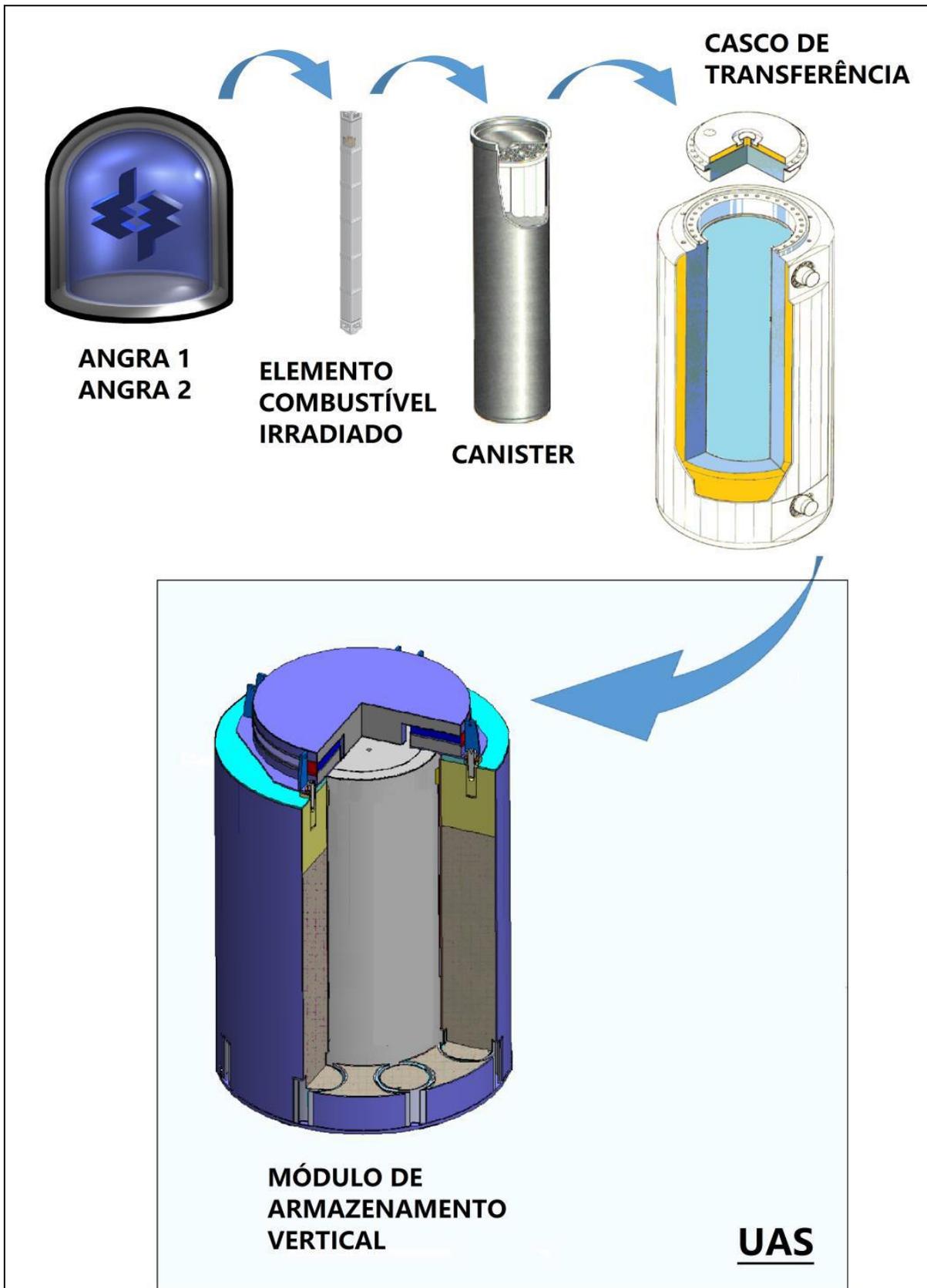
O arranjo geral e as estruturas externas relacionadas, tais como: instalações administrativas, vias de acesso, rede de energia, Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), Estação de Tratamento de Água (ETA), sistemas de drenagem, redes de captação de água, lançamento de efluentes e estruturas de armazenamento também estão apresentadas em planta, no Apêndice 4.3.2-1.

São apresentados ainda o relevo no Apêndice 5.2.2-1 – Mapa Geomorfológico e a cobertura vegetal no Apêndice 5.3.2-1 - Mapa de Vegetação e Uso e Ocupação do Solo, cuja descrição desses elementos está apresentada no capítulo referente ao diagnóstico ambiental. Adicionalmente, no Apêndice 7.1.1-2 são apresentados os Pontos de Monitoramento Ambiental.

##### **4.4.2.1 Sistemas de Acondicionamento, Transporte, Movimentação e Armazenamento de Combustíveis Irrradiados**

Os Elementos Combustíveis Irrradiados (ECIs), armazenados em piscinas dentro das próprias usinas nucleares, após sua utilização na geração de energia elétrica, deverão ser acondicionados em *Canisters*, e em seguida transferidos – com uso de Cascos de transferência, para módulos de Armazenamento (*Overpacks*) na UAS (Figura 4-23).

Figura 4-23 – Esquema do Sistema de Acondicionamento, Transporte, Movimentação e Armazenamento de Combustíveis Irrradiados na UAS.



Fonte: Eletronuclear, 2017.

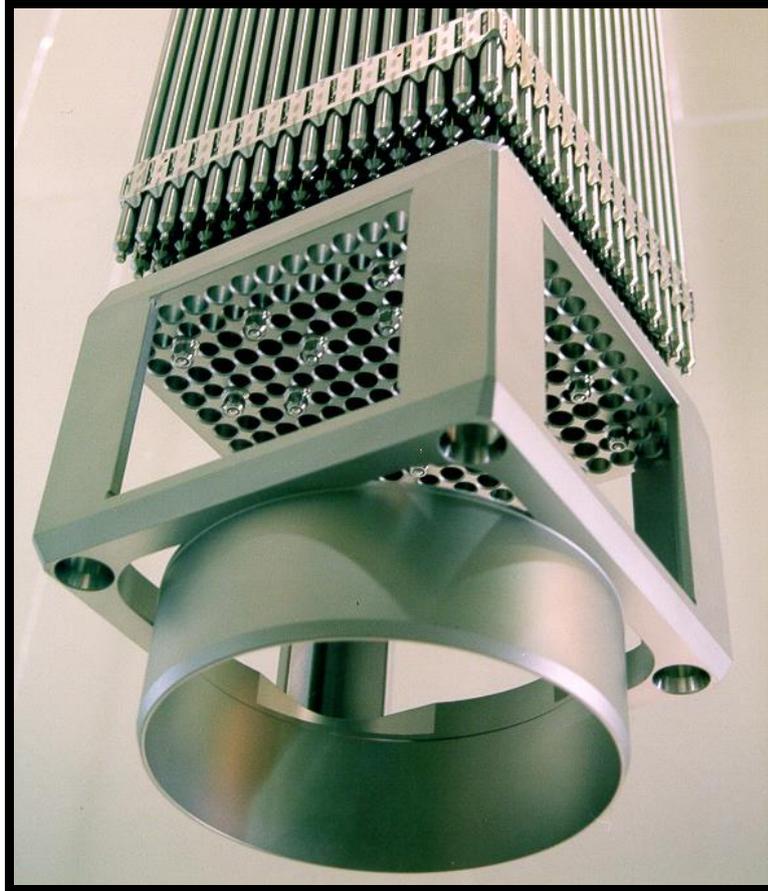
A Unidade terá capacidade final de estocagem projetada para acomodar 05 ciclos de operação dos reatores das Usinas Angra 1 e Angra 2. A estrutura de um Elemento Combustível (EC) está apresentada na Figura 4-24, Figura 4-25 e Figura 4-26.

*Figura 4-24 - Elemento Combustível, antes de ser Irrradiado.*



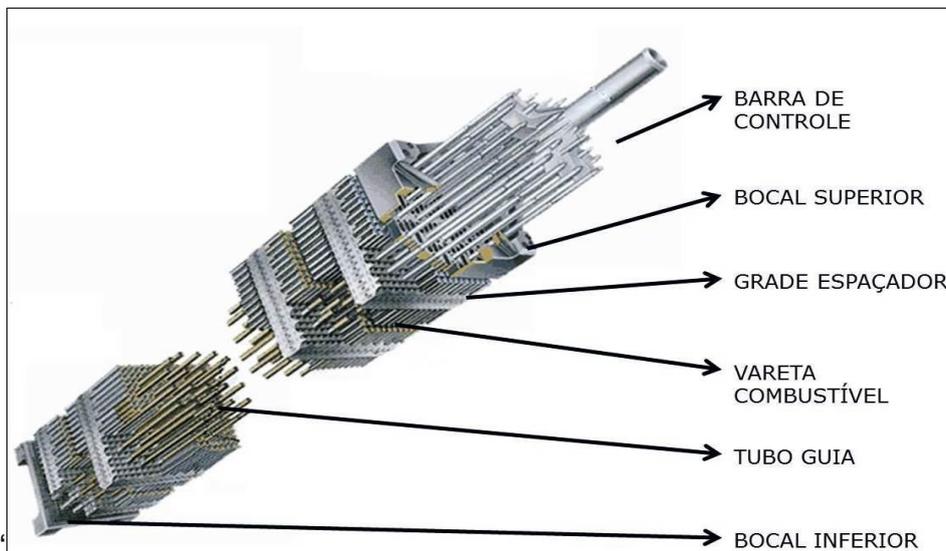
Fonte: Eletronuclear, 2017.

Figura 4-25 – Detalhe do Elemento Combustível.



Fonte: Eletronuclear, 2017.

Figura 4-26 – Elemento Combustível – EC.



Fonte: Eletronuclear, 2017.

A transferência completa, em uma única etapa, de ECIs de cada Usina para a UAS deve ser realizada considerando a quantidade correspondente a 05 (cinco) ciclos de operação de Angra 1 e Angra 2 (no total de 510 ECIs, sendo 222 ECIs da Usina Angra 1 e 288 ECIs de Angra 2). O *Canister* deverá ser transportado com todas as posições preenchidas com ECIs.

O transporte dos ECIs inseridos no *Canister* será feito através de Casco de Transferência, posicionados sobre o Veículo Transportador (com acessórios) em rota a ser definida pela Eletronuclear, entre Angra 1/Angra 2 e a UAS. A execução da transferência do *Canister* para o Módulo de Armazenamento na UAS será de forma segura e sem exposição dos operadores à radiação. A execução deverá ser realizada com todo o serviço de apoio da proteção física e radiológica durante o percurso do Veículo Transportador, no trajeto entre as Usinas e a UAS.

#### 4.4.2.1.1 Operação de Acondicionamento

##### – Angra 1

As principais etapas de operação de acondicionamento de ECIs, a partir da Usina de Angra 1 para a UAS são:

Etapa 1: A transferência<sup>4</sup> do Elemento Combustível Irrradiado (ECI) em Angra 1 para a UAS, inicia-se com a movimentação do *Canister* vazio e Casco de Transferência até o interior do Edifício de Combustível, por meio de Veículo Transportador (Figura 4-27);

---

<sup>4</sup> Considerando o módulo de armazenamento na posição vertical.

Figura 4-27 - Veículo Transportador



Fonte: Seabrook Station, 2014.

Etapa 2: A ponte rolante, presente no Edifício de Combustível de Angra 1, posiciona o *Canister* no interior do Casco de Transferência (Figura 4-28);

Figura 4-28 - Posicionamento do *Canister* no interior do Casco de Transferência



Fonte: Seabrook Station, 2014

Etapa 3: O conjunto – *Canister* + Casco de Transferência, é preparado para ser imerso na Piscina de Casco (*Cask Pool* - Figura 4-29);

*Figura 4-29 - Preparação para imersão no Cask Pool.*



Fonte: Seabrook Station, 2014.

Etapa 4: Com auxílio da Ponte Rolante, o conjunto é imerso na piscina (Figura 4-30);

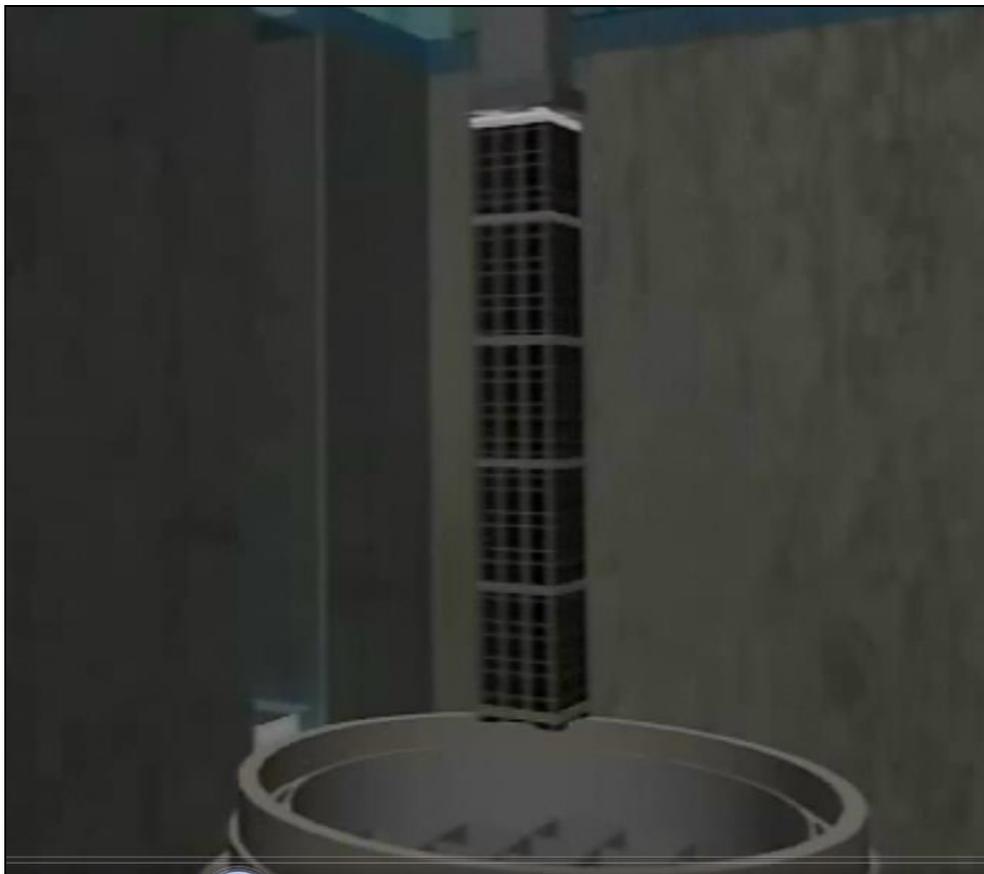
*Figura 4-30 - Conjunto imergindo na piscina.*



Fonte: Seabrook Station, 2014.

Etapa 5: Na piscina, os ECIs são, então, transferidos para o *Canister*, por meio de Pórtico Rolante (Figura 4-31);

*Figura 4-31 - ECI sendo transferidos para o interior do Canister.*



Fonte: Seabrook Station, 2014.

Etapa 6: Após o preenchimento completo do *Canister* com ECIs, é inserido a tampa do Casco de Transferência (fechamento Provisório);

Etapa 7: Após o preenchimento completo do *Canister* com ECIs, com auxílio de Ponte Rolante, o conjunto é içado até a lâmina d'água da piscina, lavado superficialmente, e movimentado para área de trabalho do Casco de Transferência (plataforma intermediária do prédio - Figura 4-32), onde a primeira tampa do casco é inserida e soldada automaticamente (Figura 4-33);

Figura 4-32 - Lavagem e descontaminação do casco.



Fonte: Seabrook Station, 2014.

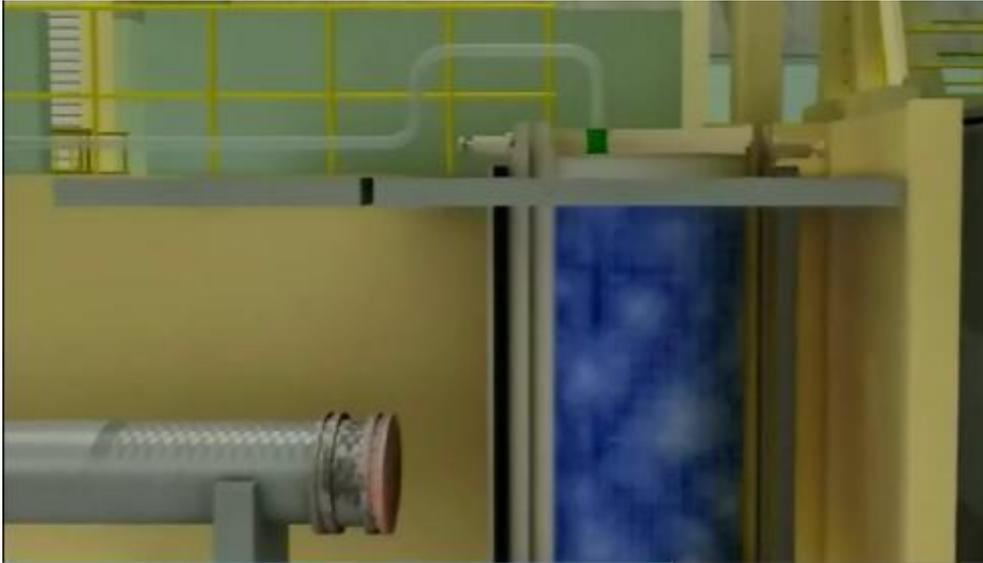
Figura 4-33 - Área de trabalho para operação de soldagem.



Fonte: Seabrook Station, 2014.

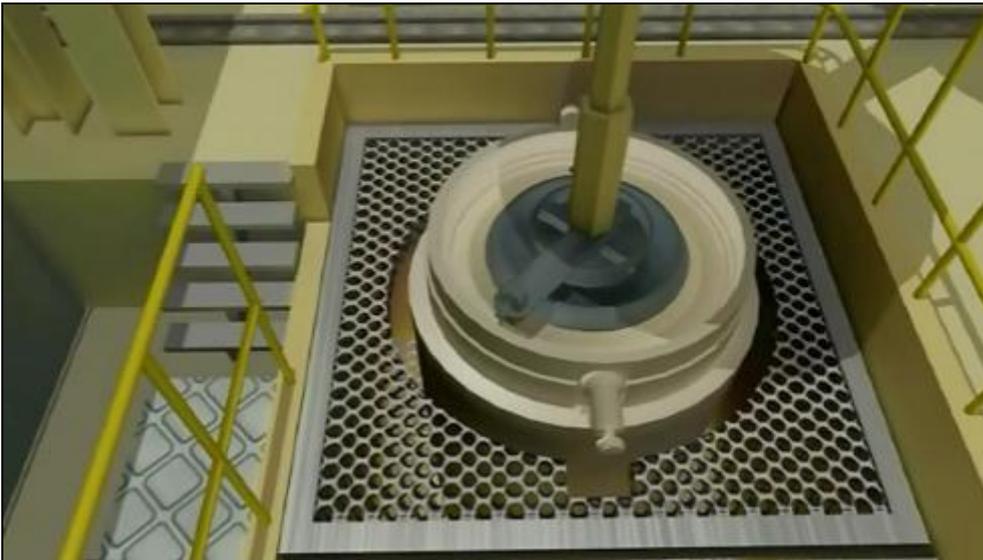
Etapa 8: Ocorre então a retirada de água e introdução de gás hélio (inerte) no interior do *Canister* (Figura 4-34), instalação do anel de fechamento e sua soldagem automática de selagem da tampa definitiva do *Canister* (Figura 4-35);

*Figura 4-34 - Retirada de água e introdução de gás hélio (inerte)*



Fonte: Seabrook Station, 2014.

*Figura 4-35 - Soldagem automática.*



Fonte: Seabrook Station, 2014.

Etapa 9: É realizado o posicionamento do conjunto no Veículo Transportador (Figura 4-36), e monitoramento de radiação, para que seja permitida a saída do conjunto do Edifício de Combustível;

Figura 4-36 - Posicionamento do conjunto no Veículo Transportador.



Fonte: Seabrook Station, 2014.

Etapa 10: Ocorre o transporte do conjunto até o semipórtico da eclusa de equipamentos de Angra 2, realizado por Veículo Transportador (Figura 4-37);

Figura 4-37 - Conjunto sendo transportado por Veículo Transportador.

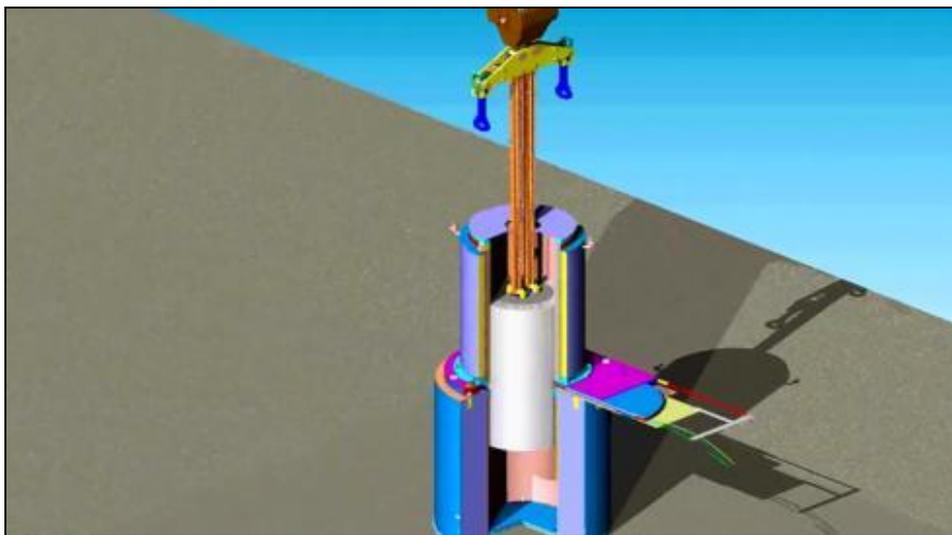


Fonte: Seabrook Station, 2014.

Etapa 11: A instalação do dispositivo de acoplamento do Casco de Transferência com o Módulo de Armazenamento (*Overpack*) e transferência do *Canister* para o interior do *Overpack* (Figura 4-38), ocorre através do semipórtico da eclusa de equipamentos de Angra 2. O Módulo de Armazenamento é posicionado abaixo do semipórtico de Angra 2 em local específico,

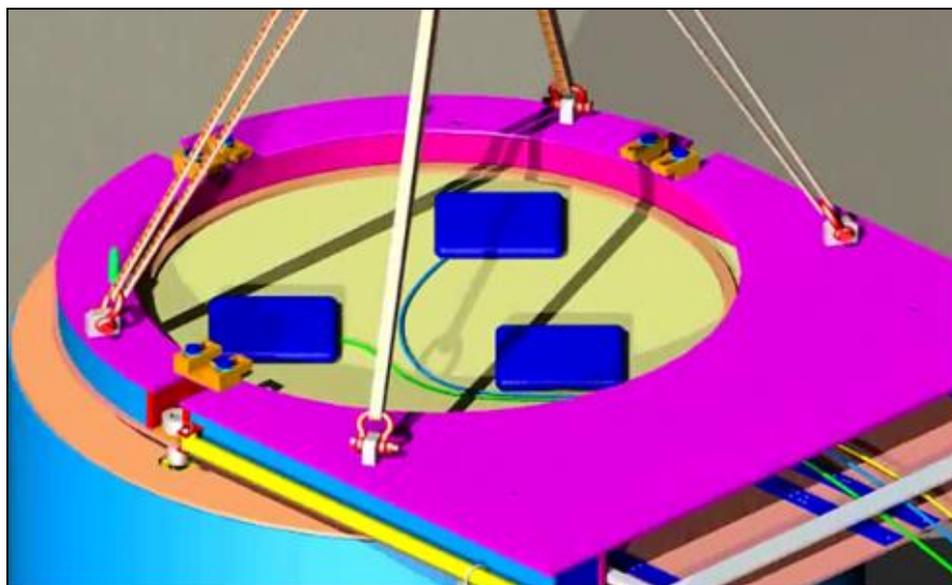
enquanto o conjunto - Casco de Transferência + *Canister* vem de Angra 1 para a realização da transferência do *Canister* para o *Overpack*. A Figura 4-38 ilustra a transferência do *Canister* para o interior do *Overpack*, mostrando que o Casco de Transferência é aberto na sua base, através do dispositivo de acoplamento (Figura 4-39);

Figura 4-38 - Transferência do *Canister* para o interior do *Overpack*.



Fonte: Holtec, 2010.

Figura 4-39 -Dispositivo de acoplamento do Casco de Transferência com o Módulo de Armazenamento.



Fonte: Holtec, 2010.

Etapa 12: O Casco de Transferência, após controle radiológico, retorna então a Angra 1, para a próxima operação;

Etapa 13: Ocorre o transporte do *Overpack* até a Unidade de Armazenamento Complementar a Seco (UAS), realizado por Veículo Transportador;

Etapa 14: Ao chegar na UAS, o *Overpack* é descarregado sobre a laje da unidade, através de um pórtico rolante.

- Angra 2

As principais etapas de operação de acondicionamento de ECIs, a partir da Usina de Angra 2 para a UAS são:

Etapa 1: A transferência<sup>5</sup> do Elemento Combustível Irrradiado (ECI) em Angra 2 para a Unidade UAS, inicia-se com a movimentação do *Canister* vazio e Casco de Transferência até o Prédio do Reator, por meio de Veículo Transportador (Figura 4-40);

Figura 4-40 - Veículo Transportador.



Fonte: Seabrook Station, 2014.

Etapa 2: Com auxílio do Semipórtico (Figura 4-41), Carro de Transferência e Ponte Polar (Figura 4-42), movimenta-se o *Canister* e o Casco de Transferência, através da Eclusa de Equipamentos (Figura 4-43), para o interior do Prédio do Reator;

<sup>5</sup> Considerando o módulo de armazenamento na posição vertical.

*Figura 4-41 – Semipórtico.*



Fonte: Eletronuclear, 2017.

*Figura 4-42 - Ponte Polar.*



Fonte: Eletronuclear, 2017.

Figura 4-43 - Eclusa de Equipamentos.



Fonte: Eletronuclear, 2017.

Etapa 3: A ponte rolante, presente no interior do Prédio do Reator de Angra 2 (nível +26), posiciona o *Canister* no interior do Casco de Transferência (Figura 4-44);

Figura 4-44 - *Canister* no interior do Casco de Transferência através da Ponte Rolante.



Fonte: Seabrook Station, 2014.

Etapa 4: O conjunto – *Canister* + Casco de Transferência, é preparado para ser imerso na Piscina de Casco (*Cask Pool*);

Etapa 5: Com auxílio da Ponte Polar, o conjunto é imerso na piscina (Figura 4-45);

*Figura 4-45 - Conjunto sendo imerso na piscina.*



Fonte: Jose Cabrera, 2017.

Etapa 6: Na piscina, com o conjunto mergulhado, e com anel de vedação instalado (Figura 4-46), os ECIs são, então, transferidos da piscina para o *Canister*, por meio de Ponte Polar (Figura 4-47);

*Figura 4-46 - Instalação do anel de vedação.*



Fonte: Jose Cabrera, 2017.

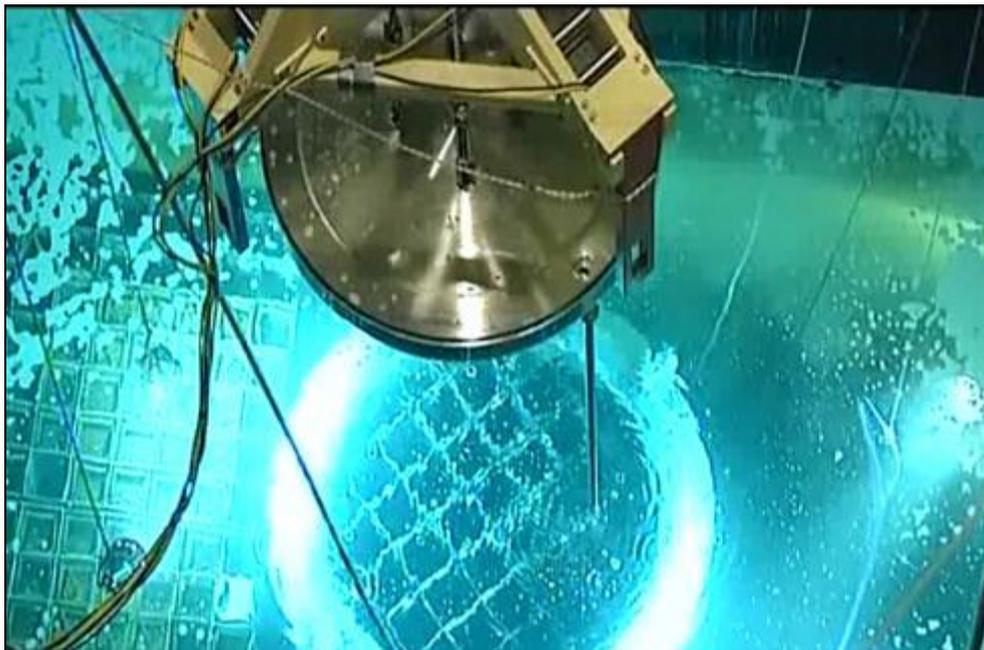
*Figura 4-47 - ECIs transferidos da piscina para o Canister.*



Fonte: Diablo Canyon, 2015.

Etapa 7: Após o preenchimento completo do *Canister* com ECIs, é inserido a tampa do Casco de Transferência (fechamento Provisório - Figura 4-48);

*Figura 4-48 - Instalação da tampa no Canister.*



Fonte: Jose Cabrera, 2017.

Etapa 8: Com auxílio de Ponte Polar, o conjunto é içado até a lâmina d'água da piscina (Figura 4-49), lavado superficialmente, e movimentado para área de trabalho do Casco de Transferência (nível +26 do Prédio do Reator de Angra 2) onde ocorre a soldagem automática da tampa do *Canister*.

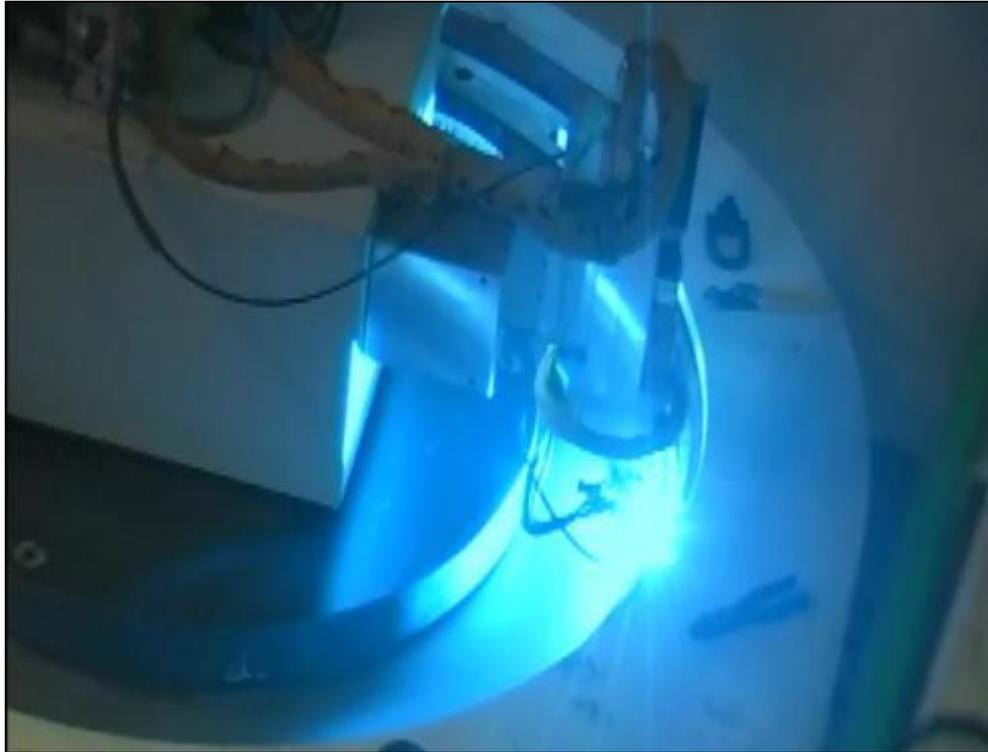
*Figura 4-49 - Casco emergindo da piscina .*



Fonte: Diablo Canyon, 2015.

Etapa 9: Ocorre a retirada de água e introdução de gás hélio (inerte) no interior do *Canister*, soldagem automática de selagem de sua tampa (Figura 4-50), limpeza de descontaminação, secagem e fechamento definitivo do Casco de Transferência (Figura 4-51);

*Figura 4-50 - Soldagem da tampa do Canister.*



Fonte: Seabrook Station, 2014.

Figura 4-51 - Lavagem e secagem do Casco de Transferência.



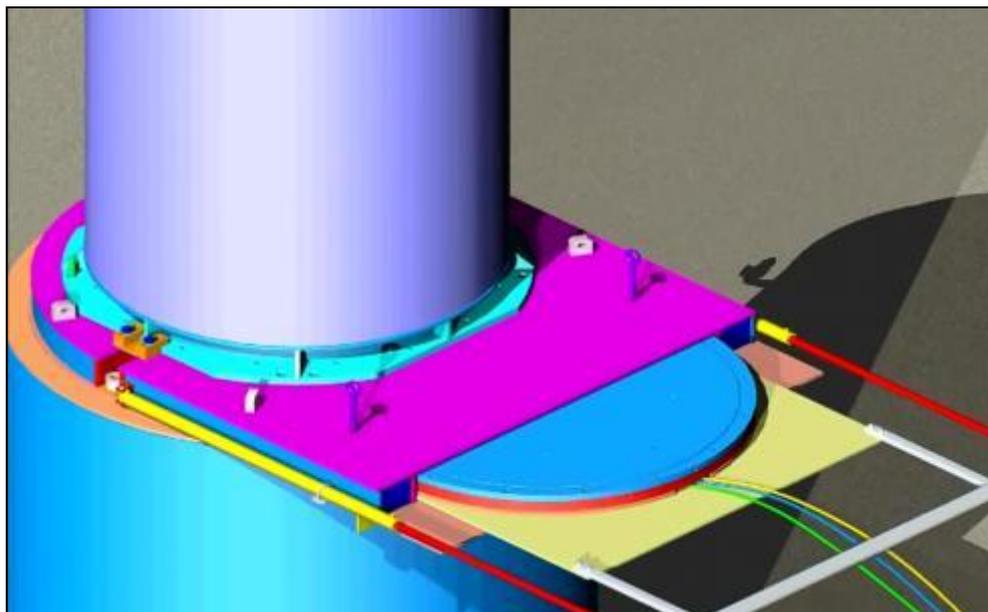
Fonte: Diablo Canyon, 2015.

Etapa 10: É realizado o monitoramento de radiação, para que seja permitido a saída do conjunto do Prédio do Reator.

Etapa 11: O conjunto é transportado, através da Eclusa de Equipamentos, até a plataforma externa do Prédio do Reator (UJF) utilizando-se a Ponte Polar, Carro de Transferência e semipórtico;

Etapa 12: A instalação do dispositivo de acoplamento do Casco de Transferência com o Módulo de Armazenamento (*Overpack*) - para promover a transferência do *Canister* para o interior do *Overpack*, ocorre através do semipórtico do UJF de Angra 2. O Módulo de Armazenamento é posicionado abaixo do semi-pórtico de Angra 2 em local específico, para a realização da transferência do *Canister* para o *Overpack* (Figura 4-52).

Figura 4-52 - Transferência do Canister para o interior do Overpack.



Fonte: Holtec, 2010.

Etapa 13: O Casco de Transferência, após controle radiológico, retorna então para a Usina, para a próxima operação.

Etapa 14: O transporte do *Overpack* até a Unidade de Armazenamento Complementar a Seco (UAS) é realizado por Veículo Transportador;

Etapa 15: Ao chegar na UAS, o *Overpack* é descarregado para a laje da unidade, através de um pórtico rolante.

#### 4.4.2.1.2 Cronograma de operações

Atividades	2020												2021					
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
<b>Execução das Transferências</b>																		
Transferência de aproximadamente 288 ECIs de <b>ANGRA 2</b> , através de 9 Canisters, com capacidade individual de armazenamento de 32 ECIs <sup>(1)</sup>																		
Transferência de aproximadamente 222 ECIs de <b>ANGRA 1</b> , através de 6 Canisters, com capacidade individual de armazenamento de 37 ECIs <sup>(2)</sup>																		

Notas:

- (1) A duração apresentada considera a execução das etapas descritas no 4.4.2.1.1 (Angra 2) para os 9 *Canisters*.
- (2) A duração apresentada considera a execução das etapas descritas no 4.4.2.1.1 (Angra 1) para os 6 *Canisters*.

Fonte: Modificado de Eletronuclear, 2018.

#### 4.4.2.1.3 Diretrizes e Normas Aplicáveis

Os dispositivos, equipamentos e componentes do sistema de armazenamento a seco dos ECIs das usinas Angra 1 e Angra 2, além dos equipamentos auxiliares de transporte, bem como a construção, e operação de transferência devem estar em conformidade com os códigos, normas e outros documentos, quando indicados, abaixo relacionados:

#### CNEN's Standards

1. CNEN NE-5.02 Transporte, Recebimento, Armazenagem e Manuseio de Elementos Combustíveis de Usinas Nucleoelétricas (*Transport, Receiving, Storage and Handling of Fuel Elements of NPPs*);
2. CNEN-NE-2.01 Proteção Física de Unidades Operacionais da Área Nuclear (*Physical Protection of Operational Units of the Nuclear Area*);
3. CNEN-NE-8.01 Gerência de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação;
4. CNEN NN-3.01 Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica (*Basic Radiological Protection Guidelines*);

5. Resolução nº 199 (27<sup>th</sup> July, 2016) – Elaboração do Relatório de Análise de Segurança da Unidade Independente de Armazenamento a Seco para Elementos Combustíveis Irrradiados (UAS).

### **United States Nuclear Regulatory Commission**

1. 10CFR50 *Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities, Appendix B, Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants and Fuel Reprocessing Plants;*
2. 10CFR72 *Licensing Requirements for the Independent Storage of Spent Nuclear Fuel and High-Level Radioactive Waste;*
3. 10CFR72.214 *List of approved spent fuel storage casks;*

### **NUREG Documents (NRC)**

1. NUREG-1617 *Standard Review Plan for Transportation Packages for Spent Nuclear Fuel.*
2. NUREG-0554 *Single-Failure-Proof Cranes for Nuclear Power Plants;*
3. NUREG-0612 *Control of Heavy Loads at Nuclear Power Plants;*
4. NUREG-1536 *Standard Review Plan for Dry Cask Storage Systems;*
5. NUREG-1567 *Standard Review Plan for Spent Fuel Dry Storage Facilities;*
6. NUERG 1619 *Standard Review Plan for Physical Protection Plans for the Independent Storage of Spent Fuel and High-Level Radioactive Waste;*
7. NUREG 1745 *Standard Format and Content for Technical Specifications for 10 CFR Part 72 Cask Certificates of Compliance;*
8. NUREG-0800 *Standard Review Plan for the Review of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants;*

9. NUREG-6407 *Classification of Transportation Packaging and Dry Spent Fuel Storage System Components According to Importance to Safety.*

### **NRC Regulatory Guides**

1. Regulatory Guide 1.91 *Evaluations of Explosions Postulated to Occur on Transportation Routes Near Nuclear Power Plants;*
2. Regulatory Guide 3.54 *Spent Fuel Heat Generation in an Independent Spent Fuel Storage Installation.*

### **ASME Standards – American Society of Mechanical Engineers**

1. ASME Section II,III, V, VIII e IX: *Boliler and Pressure Vessel Code;*
2. ANSI N14.6 [1978] *Standards for Special Lifting Devices for Shipping Containers Weighing 10,000 Pounds (4,500 kg) or More for Nuclear Materials.*

### **Brasil**

1. Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro- SIPON. NG 03: Norma Geral sobre Integridade física e Situações de Emergência nas Instalações Nucleares. Norma Reservada;
2. ELETRONUCLEAR. Manual de Controle Radiológico do Meio Ambiente – MCRMA. Angra 1. Relatório Técnico GMO.O 001/2004;
3. ELETRONUCLEAR. Manual de Controle Radiológico do Meio Ambiente – MCRMA. Angra 2. Relatório Técnico CP/2/11/70/000001 REV.3.2004;
4. ELETRONUCLEAR. Plano de Proteção Física para as Unidades 1 e 2 da CNAAA. REV.8.2013.

### **International Atomic Energy Agency - IAEA**

1. TS-R1 *Safety Requirements - Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material.*
2. SSR-6 *Specific Safety Requirements - Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material.*
3. NS-G-1.5 *External Events Excluding Earthquakers in the Design of Nuclear Power Plants safety Guide.*

### **Industry Standards**

1. AWS *American Welding Society;*
2. ACI-349-1976 *Code Requirements for Nuclear Safety Related Concrete Structures.*

#### **4.4.2.2 Sistema de Armazenamento de Combustíveis Irrradiados**

##### **4.4.2.2.1 Armazenamento Complementar a Seco**

A Solução de Armazenamento Complementar a Seco é composta de um sistema baseado em *Canister*, cujos dispositivos estarão previamente licenciados para armazenamento inicial, fora das piscinas das usinas, pela norma americana U.S. NRC (*United States Nuclear Regulatory Commission*) 10 CFR Part 72, da seguinte forma:

- Angra 1: Dispositivo de Armazenamento será aquele já licenciado pela referida norma americana NRC;
- Angra 2: Dispositivo de Armazenamento, também já licenciado pela mesma norma americana NRC, deverá ser adequado para as condições dos Elementos Combustíveis Irrradiados (ECIs) de Angra 2, devendo o pacote de modificação ser submetido a licenciamento complementar.

A Unidade de Armazenamento Complementar a Seco será implantada na área que inicialmente estava reservada para a construção da Unidade UFC (Unidade de Armazenamento Complementar de Combustível Irrradiado da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto) - cujo armazenamento era do tipo úmido. Este sistema armazenará, inicialmente, no pátio da UAS o total de 510 ECIs, o que

corresponde a 05 (cinco) ciclos de cada usina nuclear, sendo 222 ECIs oriundos da usina nuclear Angra 1 e 288 ECIs da usina nuclear Angra 2. A área de armazenamento prevista para a UAS é de 13.180,15 m<sup>2</sup>, composta de área de estocagem, área de proteção radiológica, cerca dupla de proteção física, e portão de acesso de veículos. Sua vida útil está projetada para um período mínimo de 40 anos de operação, segundo os requisitos da Norma Americana 10 CFR 72.

Haverá uma área prevista de 168,27 m<sup>2</sup> para Guarita; e 773,59 m<sup>2</sup> para Almoarifado destinada aos Escritórios, Sanitários, Área de Armazenagem para Veículos de Movimentação; Área de Armazenagem para Equipamentos utilizados na área de estocagem.

As particularidades que serão incorporadas ao projeto da UAS são:

- Manutenção da subcriticalidade e da integridade dos ECIs;
- Minimização da corrosão do revestimento do ECIs e possibilidade de recuperação;
- Remoção passiva do calor, proteção radiológica, confinamento do material radioativo, Inspeção da condição de armazenamento, além do atendimento às normas de proteção radiológica para proteção dos trabalhadores e do público em geral;
- Possibilidade de expansão da capacidade da UAS;
- Descomissionamento.

A UAS, como exposto acima, terá uma área de armazenamento de 13.180,15 m<sup>2</sup>, com todos os requisitos de área controlada, e proteção física, cujo acesso deverá ser realizado somente pela Guarita. Adjacente à área controlada será instalado uma guarita e um Almoarifado para a guarda e depósito de veículos, componentes, equipamentos, dispositivos e ferramentas utilizados nos processos de transferência de Elementos Combustíveis Irrradiados.

- Equipamentos/estruturas

Os equipamentos/estruturas da UAS, baseada na solução em *Canister*, são:

a. *Canister*

Trata-se de um recipiente cilíndrico hermético (Figura 4-53, Figura 4-54 e Figura 4-55), que fornece confinamento dos ECIs em uma atmosfera de hélio (inerte)

durante a armazenagem inicial. Contém estrutura reticulada (*basket*) no seu interior para o armazenamento seguro e evitar a criticalidade dos ECIs.

O *Canister* será de metal em aço inoxidável austenítico, com dimensões principais em torno de 2,0 m de diâmetro por 4,6 m de altura, espessura da parede com cerca de 25 mm, com peso, quando vazio, de 18 toneladas, e quando carregado, 56 toneladas, aproximadamente. Será fabricado em conformidades com as normas americanas (NRC) e requisitos de licenciamento devidamente aprovados pela CNEN, com o objetivo de espaçar geometricamente os ECIs, e garantir sua subcriticalidade nuclear. Cada *Canister* terá a capacidade de conter no máximo 37 ECIs. O *Canister* será individualizado para os armazenamentos específicos de ECIs de Angra 1 (combustível 16x16 padrão *Westinghouse*, STD ou NGF) e ECIs de Angra 2 (combustível 16x16 padrão *Siemens*, Focus ou HTP/M5), visando a maximização da quantidade de ECIs no *Canister*.

Figura 4-53 – *Canister*.



Fonte: Holtec, 2017.

*Figura 4-54. - Vista geral de um Canister*



Fonte: Seabrook Station, 2014.

*Figura 4-55 - Vista esquemática de um Canister.*



Fonte: Eletronuclear, 2017.

*b. Casco de Transferência*

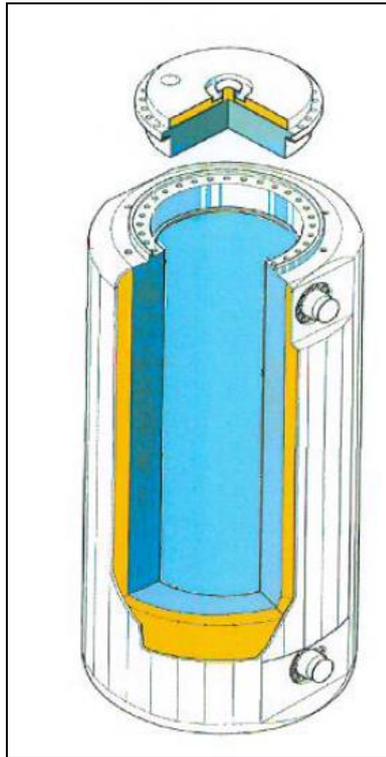
Estrutura de aço carbono (Figura 4-56 e Figura 4-57), com finalidade de sobre-embalar o *Canister*, fornecendo-o proteção física, blindagem, e remoção de calor durante o trajeto de transferência entre as Usinas e a UAS. O Casco de Transferência será projetado e fabricado de acordo com os códigos, condições de serviço e cargas ambientais especificados e consistentes com a base de licenciamento do sistema (NRC 10 CFR 72). Suas dimensões principais serão em torno de 2,5 m de diâmetro por 4,7 m de altura, com espessura de parede de aproximadamente 300 mm, e peso, quando vazio, de 60 toneladas, e 116 toneladas quando cheio, aproximadamente.

*Figura 4-56 - Casco de Transferência.*



Fonte Seabrook Station, 2014.

Figura 4-57 - Vista esquemática de um Casco de Transferência.



Fonte: Eletronuclear, 2017.

### c. Módulo de Armazenamento

Estrutura mista em aço e concreto (*Overpack*), com dimensões preliminares de 3,6 m de diâmetro por 4,9 m de altura, parede com espessura da ordem de 700 mm, projetado e licenciado para fornecer proteção física, dissipação de calor por convecção e blindagem contra radiação ao *Canister* durante o armazenamento, projetado para um período mínimo de 40 anos de operação segundo os requisitos da Norma Americana 10 CFR 72. A posição de deposição do Módulo de Armazenamento na UAS será na vertical, com peso estimado de 155 toneladas quando vazio, e 211 toneladas quando carregado.

Os Módulos de Armazenamento deverão ser distintos e específicos, e em quantidade suficiente para armazenagem de 05 (cinco) ciclos de recarga de cada usina Angra 1 e Angra 2. A troca de calor com o ambiente externo será totalmente passiva através da convecção natural, da radiação e da condução, ou seja, a transferência de calor será realizada sem partes móveis. As temperaturas máximas permitidas entre o módulo de armazenamento e as superfícies de concreto adjacentes, durante a condição de operação normal e de acidente, estarão de acordo com os limites da norma ACI-349-1976. Além disso, o módulo será projetado para acomodar as características térmicas e radiológicas dos ECIs das usinas

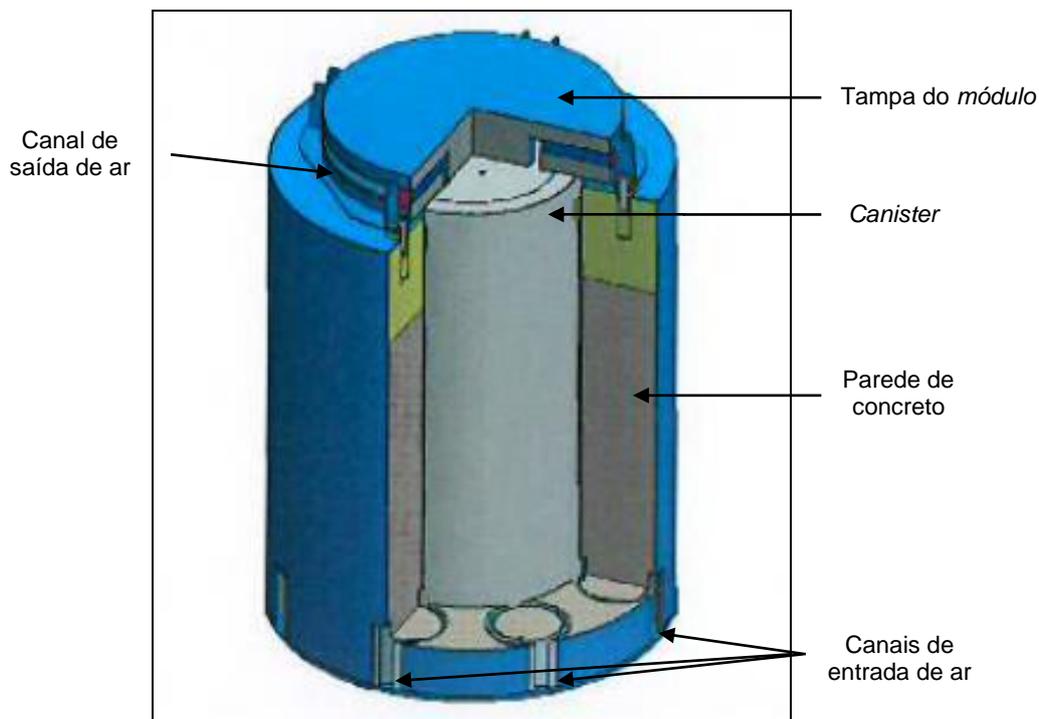
nucleares Angra 1 e Angra 2, para prover suporte estrutural, remoção de calor e blindagem biológica durante o armazenamento em condições normais, fora do normal, e de acidentes hipotéticos conforme as normas 10CFR72 e NUREG 1536.

*Figura 4-58 - Módulos de Armazenamento de ECIs, na posição vertical.*



Fonte: Holtec, 2017.

*Figura 4-59 - Vista esquemática de um Módulo de Armazenamento na posição vertical – Utilizado na UAS.*



Fonte: Eletronuclear, 2017.

Cada Módulo de Armazenamento terá a capacidade de conter no máximo 37 ECIs.

– Dispositivos e Ferramentas

Os principais dispositivos e ferramentas auxiliares para transferência de ECIs, integrantes do processo da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco (UAS) baseada na solução *Canister*, serão:

a. Veículo Transportador

Veículo com finalidade de transportar o conjunto Casco de Transferência e *Canister*, entre as Usinas, e a partir do semi pórtico de Angra 2, transportar o conjunto *Canister* + *Overpack* para a UAS.

Trata-se de um equipamento estrutural, com capacidade de carga de 350 toneladas-força (tf) (Figura 4-60), que considerará o trem tipo dos transportes já realizados nas rotas do *site* de Angra (16 eixos, com 8 rodas/eixo; ou 12 eixos, com 6 rodas/eixo). A empresa Holtec dimensionará o veículo a partir das informações sobre o *underground* e cargas admissíveis nas ruas dentro das áreas comuns da Eletronuclear.

Figura 4-60 – Veículo Transportador.

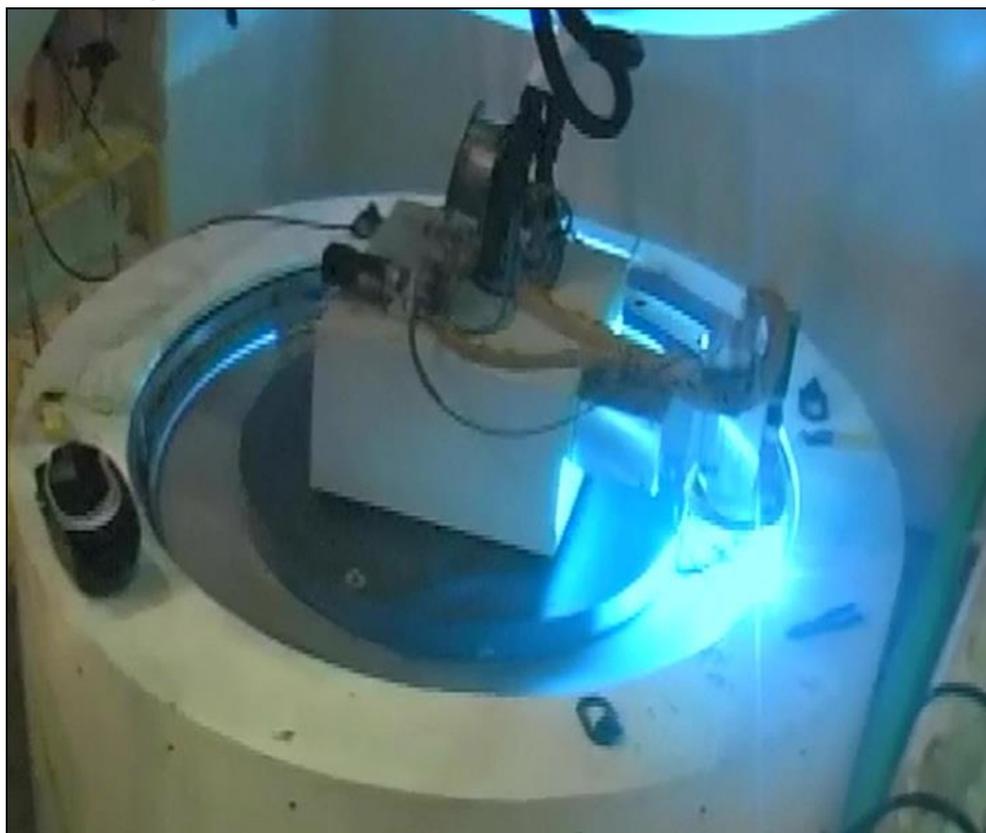


Fonte: Seabrook Station, 2014.

**b. Sistema de soldagem automatizada**

Sistema utilizado para a soldagem das tampas provisória e definitiva no *Canister*, após o conjunto - *Canister* e Casco de Transferência, ser retirado da piscina. Esta operação remota de soldagem permite, como consequência, a proteção radiológica do operador, inclusive com visualização e controle de movimento (Figura 4-61).

*Figura 4-61 - Soldagem automática da tampa provisória no Canister.*



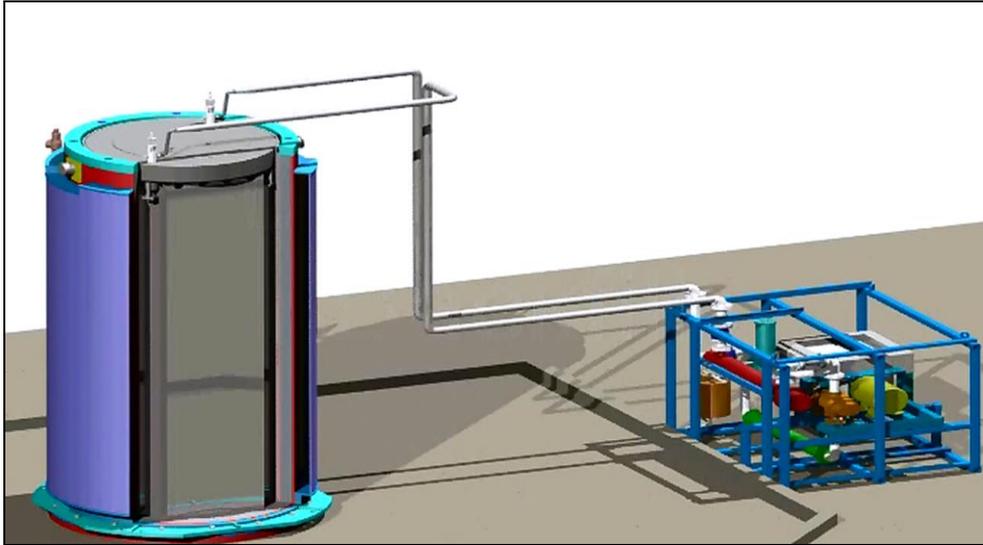
Fonte: Seabrook Station, 2014.

**c. Sistemas de secagem e introdução de hélio**

Sistema utilizado para drenagem, secagem e selagem do *Canister*, para armazenamento a seco do conjunto - *Canister* + Casco de Transferência - no Prédio do Reator (Figura 4-62 e Figura 4-63).

Este sistema é responsável pela purga da água, secagem e selagem por gás hélio (inerte) nas operações, depois do carregamento dos ECIs no *Canister*, priorizando o armazenamento definitivo.

Figura 4-62 – Esquematização do sistema de purga, secagem e selagem por gás hélio.



Fonte: Holtec, 2010.

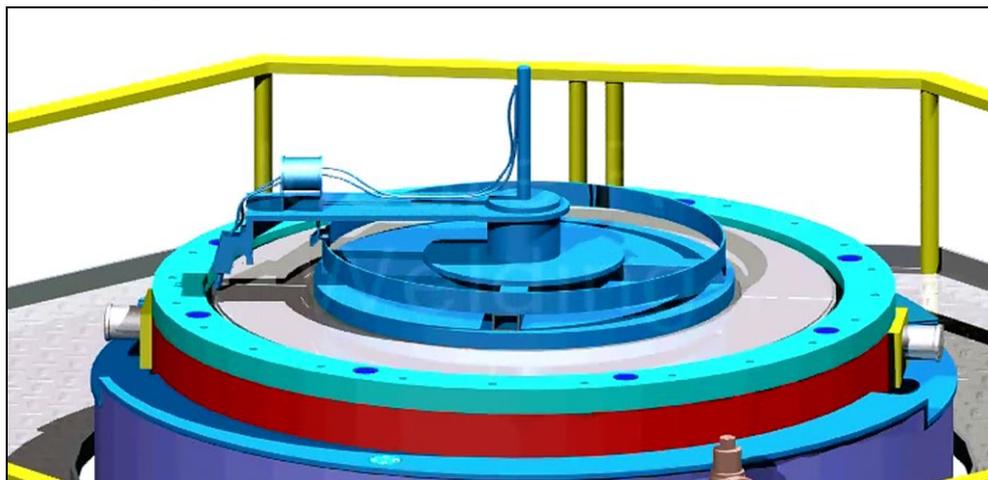
Figura 4-63 - Sistema de secagem - Drenagem, secagem e selagem do Canister.



Fonte: Seabrook Station, 2014.

Após, ocorre a instalação e soldagem (automatizada) da tampa definitiva (Figura 4-64).

Figura 4-64 - Soldagem (automatizada) da tampa definitiva.



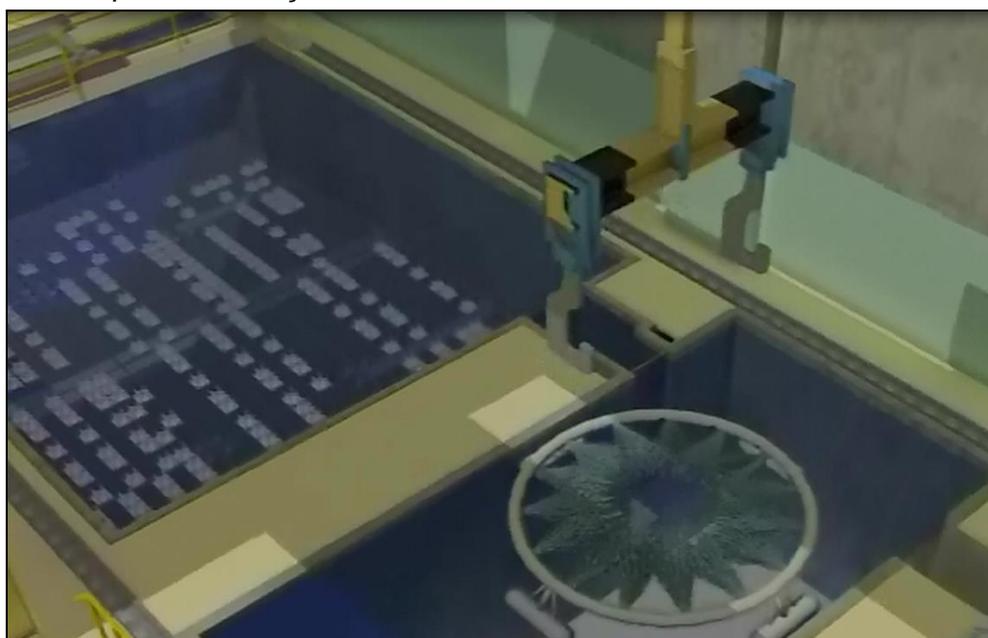
Fonte: Holtec, 2010.

*d. Dispositivos de Içamento do Casco de Transferência*

Dispositivos para verticalização, içamento e transporte do Casco de Transferência nas Usinas e na UAS, tais como Travessas, Réguas austeníticas e ferríticas, etc. (Figura 4-65 a Figura 4-68), responsáveis pela interligação entre o Gancho das Pontes das Usinas e da UAS, com o Casco de Transferência.

Sua capacidade de carga será de 160 tf, com as partes dos dispositivos em contato com a água fabricadas em aço inox e o restante em aço carbono.

Figura 4-65 - Dispositivos de Içamento.



Fonte: Seabrook Station, 2014.

*Figura 4-66 - Dispositivos de içamento.*



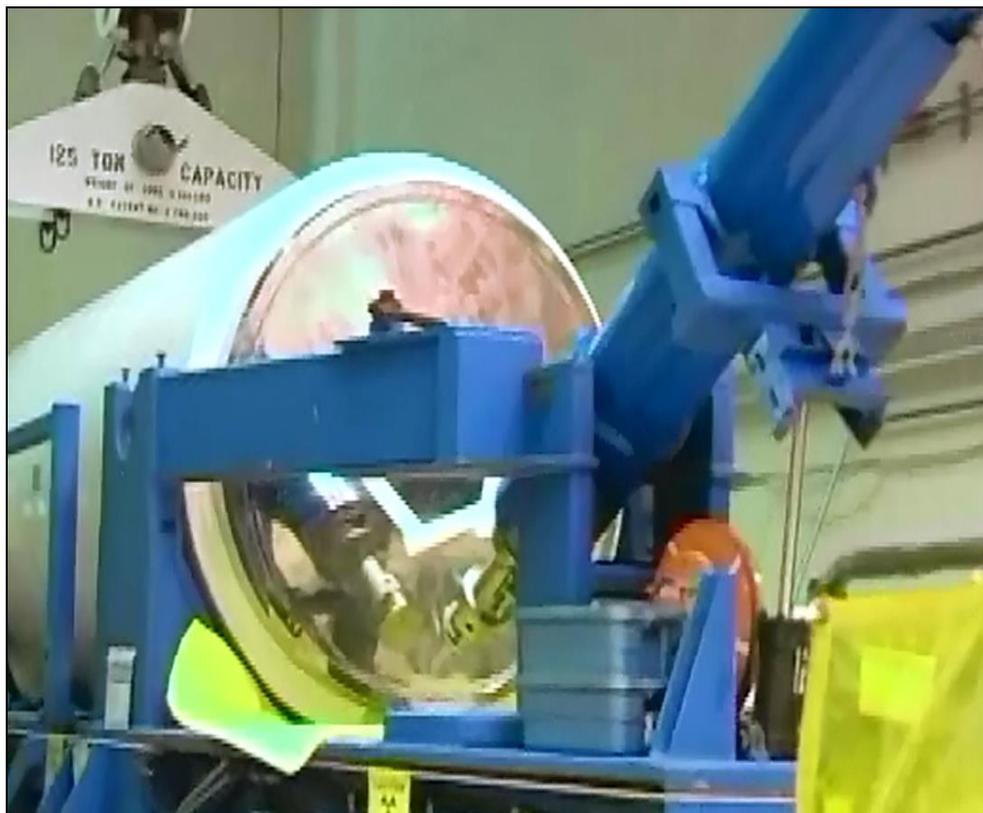
Fonte: Seabrook Station, 2014.

*Figura 4-67 - Dispositivos de içamento do casco*



Fonte: Jose Cabrera Station, 2017.

Figura 4-68 - Dispositivo de içamento do casco.



Fonte: Seabrook Station, 2014.

e. Travessa de Içamento

Dispositivo utilizado para a movimentação do Casco de Transferência nas Usinas (Figura 4-69 e Figura 4-70). Projetado e fabricado à prova de falha única não redundante, de acordo com NUREG-0554 e ANSI N14.6. Este dispositivo é responsável pela interface entre o gancho da ponte rolante das Usinas com Casco de Transferência, acomodando e manobrando o Casco de Transferência no interior do prédio (Angra 1 e Angra 2) e no exterior do prédio (Angra 2). Sua capacidade de carga será de 180 tf.

*Figura 4-69 - Travessa de Içamento.*



Fonte: Spent Fuel Storage at Diablo Canyon, 2015.

*Figura 4-70 - Travessa de Içamento.*



Fonte: Seabrook Station, 2014.

f. Sistema de Remoção de Soldas

Sistema mecânico para a remoção, de forma segura, da tampa do *Canister* soldada. Sua Utilização será limitada para quando houver necessidade de eventual abertura dos *Canisters* para intervenção nos ECIs, na estação de remoção de solda localizada na plataforma de trabalho.

Figura 4-71 - Sistema de Remoção de Soldas.

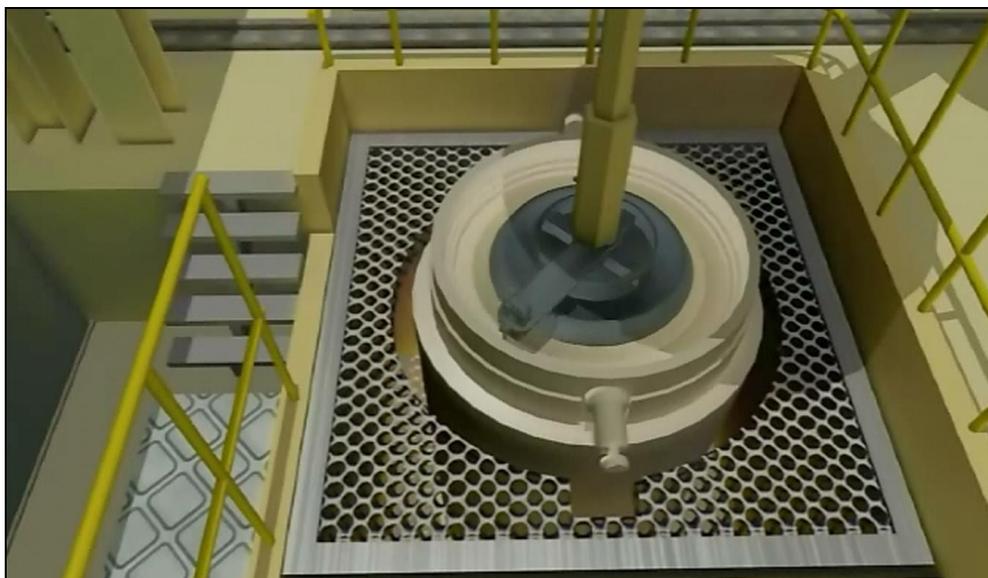


Fonte: Modificado de Holtec, 2017.

g. Plataforma Auto-elevável

Plataforma de trabalho para acesso do operador ao conjunto – Casco de Transferência-*Canister*, para atividades de secagem, introdução de gás hélio, soldagem e limpeza do conjunto, para saída do prédio (Figura 4-72 e Figura 4-73).

Figura 4-72 –Plataforma auto-elevável.



Fonte: Seabrook Station, 2014.

Figura 4-73 - Plataforma auto-elevável.



Fonte: Spent Fuel Storage at Diablo Canyon, 2015.

h. Dispositivos para transferência de ECIs e transporte do Casco de Transferência, na Usina Angra 1

O dispositivo utilizado para transferência de ECIs na Usina Angra 1 será o Pórtico Rolante, situado no Prédio de Combustível (Figura 4-74).

Esse pórtico, através do gancho da talha, será responsável pela retirada do elemento combustível do interior do *rack* de armazenamento localizado no interior da piscina, sua verticalização e sua introdução no interior do *Canister*. Sua capacidade de carga será de 9 tf.

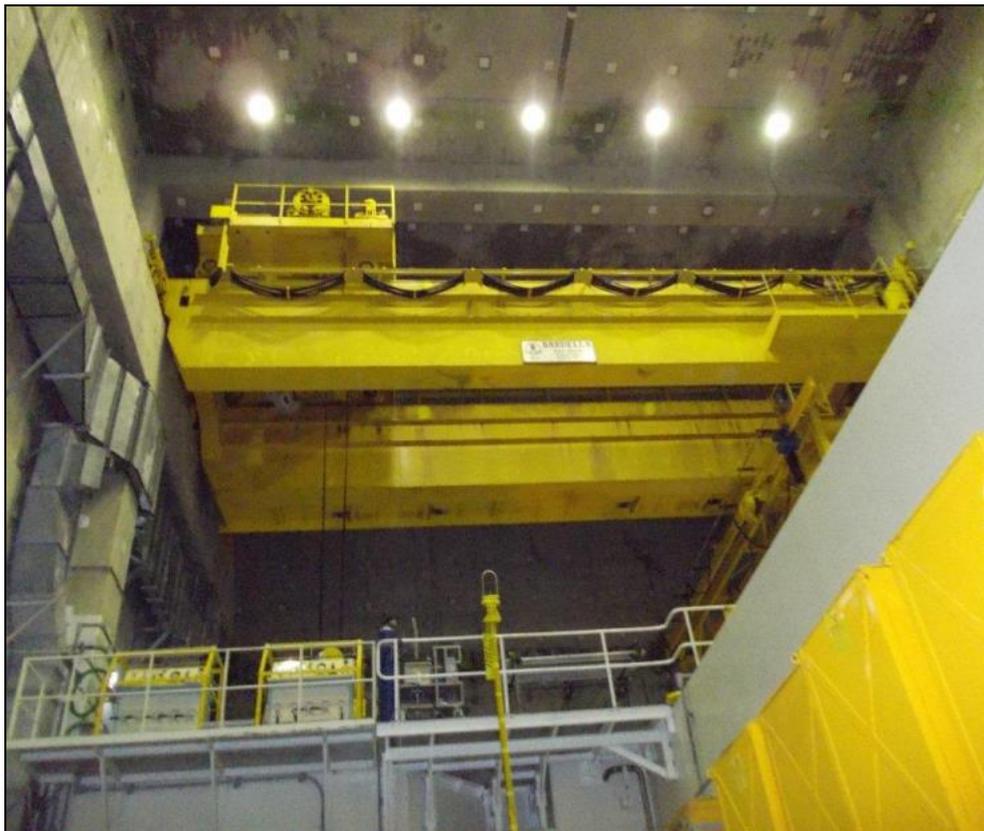
Figura 4-74 - Pórtico Rolante (Angra 1).



Fonte: Eletronuclear, 2017.

Para o transporte do Casco de Transferência, no interior do Prédio de Combustível da Usina Angra 1, será utilizada uma Ponte Rolante (Figura 4-75), com capacidade de carga de 113 tf / 40 tf. Essa operação consiste no transporte do Casco de Transferência vazio para área da piscina; da transferência dos ECIs para dentro do *Canister*, e transporte do conjunto (Casco + *Canister*) até o veículo transportador localizado no interior do Prédio de Combustível.

Figura 4-75 - Ponte Rolante do Prédio de Combustível (Angra 1).



Fonte: Eletronuclear, 2017.

i. Dispositivos para transferência de ECIs e transporte do Casco de Transferência, na Usina Angra 2

O dispositivo utilizado para transferência de ECIs na Usina Angra 2 será a Ponte Polar, com capacidade de carga de 180 tf / 40 tf, presente no Prédio do Reator (Figura 4-76). A Ponte Polar, após a entrada do Casco de Transferência e *Canister* pela Eclusa de Equipamentos através do Carro de Transferência, será responsável pelo transporte desse conjunto para área do *Cask Pool*. Em seguida ocorrerá a transferência dos ECIs para dentro do *Canister*, já no interior do Casco de Transferência, e o transporte desse conjunto até carro de transferência para saída do Prédio do Reator.

Figura 4-76 - Ponte Polar (Angra 2).



Fonte: Eletronuclear, 2017.

Para o transporte do Casco de Transferência serão utilizados 04 (quatro) dispositivos, destacados conforme áreas de circulação, sendo:

- Plataforma UJF: Semipórtico, com capacidade de carga de 180 tf / 40 tf (Figura 4-77);
- Entrada do Prédio do Reator: *Lock* (Eclusa de Equipamentos), com capacidade de carga de 145 tf (Figura 4-78);
- Plataforma de Acesso: Plataforma Mezzanina, com capacidade de carga de 145 tf (Figura 4-79);

*Figura 4-77 - Semi-pórtico (Angra 2).*



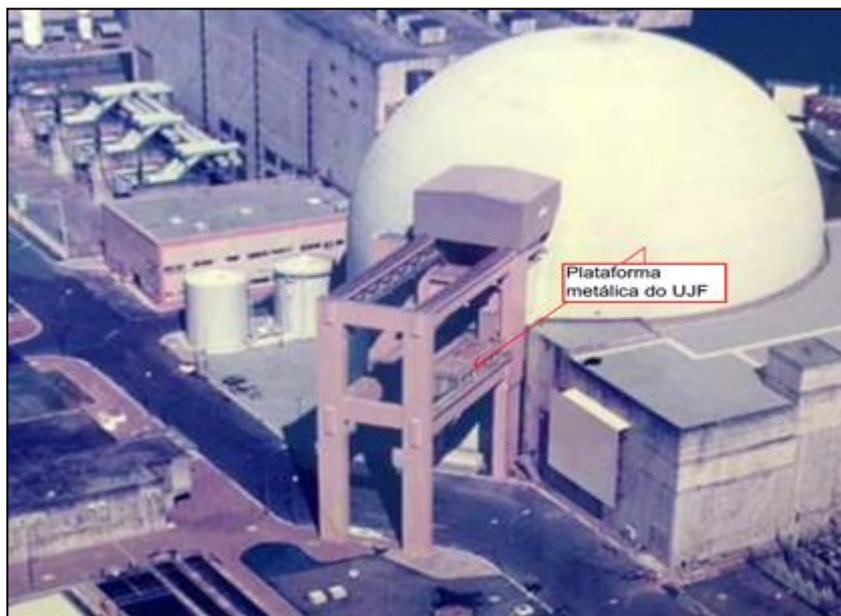
Fonte: Eletronuclear, 2017.

*Figura 4-78 - Lock (Eclusa de Equipamentos)*



Fonte: Eletronuclear, 2017.

Figura 4-79 – Plataforma de acesso.



Fonte: Eletronuclear, 2009.

O transporte do Casco de Transferência no trajeto entre a plataforma UJF/Eclusa de Equipamentos/nível +26 do Prédio do Reator será realizado por um Carro de Transferência (Figura 4-80), de acionamento elétrico, com capacidade suficiente para transporte do Casco de Transferência carregado com *Canister* e possibilidade também para retiradas do rotor da bomba JEB e dispositivo de aperto dos parafusos da tampa do vaso do reator.

Figura 4-80 - Carro de Transferência.



Fonte: Foro Nuclear, 2017.

O Carro de Transferência é responsável pela entrada do conjunto Casco de Transferência + *Canister* pela Eclusa de Equipamentos, e pela saída desse conjunto, com o *Canister* contendo os ECIs.

– Experiências Internacionais

O expressivo quantitativo de aplicação, no que tange às experiências internacionais que referenciem a tecnologia como segura, toma-se como base a experiência nas usinas nucleares americanas, na utilização do Sistema de Armazenamento a Seco baseado em *Canisters*, com Módulos de Armazenamento Vertical, formados por parede de concreto confinado em estrutura de aço.

A Solução de Armazenamento a Seco é amplamente utilizada, principalmente nas Usinas Norte-Americanas, onde a tecnologia e desempenho já são consagrados e não há registro de incidentes que caracterize risco à sociedade, usina ou ao meio ambiente. O Sistema de Armazenamento a Seco baseado em *Canisters*, com Módulos de Armazenamento Vertical formados por parede de concreto confinado em estrutura de aço, é um desenvolvimento desta solução, cuja primeira licença de implantação junto a *Nuclear Regulatory Commission* (NRC) - Órgão Regulador Americano, foi obtida no ano de 1996.

Como mostrado no Quadro 4-1 (item 4.1.3, página 19 deste capítulo) deve-se considerar que existem atualmente um total de 33 (trinta e três) Usinas nos EUA que utilizam o Sistema de Armazenamento a Seco baseado em *Canisters*, com Módulos de Armazenamento Vertical, formados por parede de concreto confinado em estrutura de aço. Os 706 (setecentos e seis) *Canisters* armazenados nestas usinas contêm 36.336 (trinta e seis mil, trezentos e trinta e seis) Elementos Combustíveis Irrradiados armazenados no seu interior, e se encontram sem incidentes relevantes que comprometam a segurança das instalações.

A adoção desta tecnologia foi fundamentada em características de segurança comprovadas no projeto desta solução. A seguir, são apresentadas as características que conferem a segurança do processo:

- Blindagem de concreto (cerca de 70 cm), fornecendo proteção física e radiológica;
- Ausência de mecanismo para escape de materiais ou gases radioativos;
- Armazenamento do combustível em um ambiente seco e inerte que minimiza a possibilidade de corrosão;

- Em havendo necessidade, o sistema permite a recuperação do elemento combustível de forma segura retornando à usina de origem;
- Em situação de acidente ou emergência da usina, o combustível permanece isolado do ambiente, inserido no *Canister*;
- O projeto do *Overpack* constituído de aço-concreto-aço, confere rigidez necessária para proteger seu conteúdo (*Canister* com elemento combustível) contra acidentes adversos, incluindo ataques terroristas.

A Solução *Canister*, com Módulos de Armazenamento Vertical, formados por parede de concreto confinado em estrutura de aço, garante robustez do referido Módulo de Armazenamento e a operação passiva (mas com monitoramento contínuo), sem fontes de resíduos, efluentes e emissões nucleares, com possibilidade mínima/desprezível de eventual anomalia que possa causar danos ambientais no entorno.

É importante destacar que o projeto caracterizado pelo confinamento de ECIs a seco no interior do *Canister* selado, evita a ocorrência de vazamento de material radioativo para o meio ambiente.

#### 4.4.2.3 Sistema de Arrefecimento do Combustível Irradiado

A remoção do calor de decaimento na Unidade de Armazenamento a Seco (UAS) se dará passivamente através de condução, radiação e convecção natural. O ar atmosférico atuará como fonte fria do sistema, com isso, não será necessário o uso de ventilação forçada e de qualquer interligação com fonte externa de energia elétrica.

O sistema de arrefecimento em cada *Overpack* será adequadamente dimensionado de modo a transferir o calor de decaimento a diferenças de temperatura, de forma a garantir a integridade dos materiais que compõem os *Canisters* e os Módulos de Armazenamento, bem como os ECIs e *claddings* (revestimento das varetas combustíveis, compostas de pastilhas de  $UO_2$ ), seja sob condição normal, anormal ou mesmo em condições de acidentes postulados.

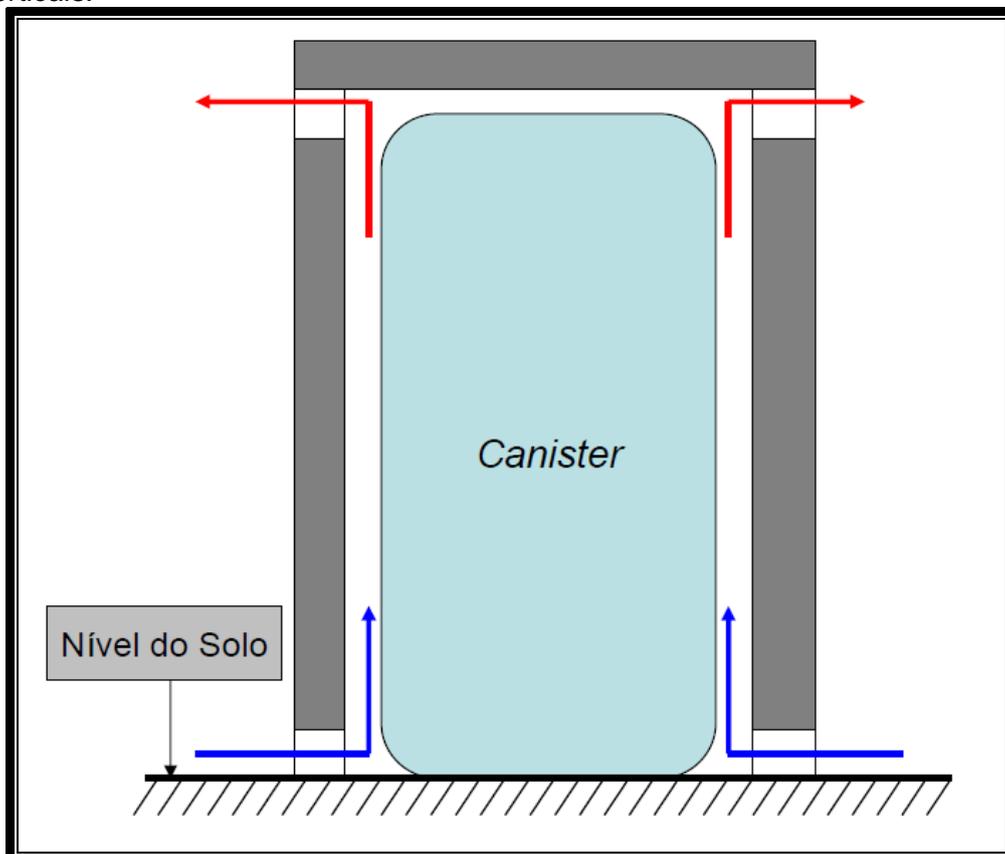
Os ECIs serão acondicionados em cestos metálicos fechados contidos em *Canisters*, que poderão ser dotados de aletas para melhor dissipação de calor. O conjunto ficará no interior de Módulos de Armazenamento (*Overpacks*), providos de

sistemas de circulação de ar para arrefecimento dos módulos, com entradas e saídas gradeadas nas partes inferior e superior, respectivamente.

Os *Canisters* serão preenchidos de um gás hélio (inerte), o qual circulará por convecção natural absorvendo calor nas partes mais internas do *Canister* e ejetando calor pelas paredes para o ar que escoar pelo Módulo de Armazenamento, estabelecendo, portanto, uma configuração baseada em dois sistemas de convecção natural: (i) fechado no interior dos *Canisters*, e (ii) aberto passando pelos canais do Módulo de Armazenamento.

Desta maneira, o calor de decaimento dissipado pelos ECIs será absorvido pelo gás hélio e conduzido pela estrutura metálica do *Canister* para os canais de escoamento do ar ambiente dentro do *Overpack*, em circuito aberto (Figura 4-81). O fluxo de ar pelo *annulus* será impulsionado pelas forças de empuxo geradas pelo gradiente de densidade do ar, formado à medida que absorve o calor de decaimento. Em regime permanente, as forças de empuxo estarão em equilíbrio com as perdas de pressão por atrito (perdas de carga) ao longo do caminho do ar pelos canais no módulo.

Figura 4-81 - Esquema simplificado de remoção de calor para armazenamento a seco – Módulos verticais.



Fonte: Eletronuclear, 2017.

Os parâmetros de projeto são a carga térmica dos ECIs armazenados dentro das condições psicrométricas do ar ambiente, a fonte fria do sistema de remoção de calor, e as restrições de temperaturas máximas atingidas nas diferentes partes da estrutura do Módulo de Armazenamento.

Haverá monitoração contínua de temperatura e radiação nos Módulos de Armazenamento, com anúncio (alarmes), caso valores limites sejam ultrapassados tanto para identificação de eventuais obstruções às entradas e saídas de ar como para eventuais problemas apresentados pelo armazenamento dos ECIs.

#### 4.4.2.3.1 Potências Térmicas

Cada Módulo de Armazenamento terá a capacidade de conter no máximo 37 ECIs. Considerando que a potência emitida à taxa máxima de decaimento é de 1,25 kW (ECI de Angra 2 após 10 anos de decaimento), a carga térmica máxima prevista para um único Módulo de Armazenamento seria de 46,25 kW.

Para os 5 ciclos de cada Usina, previstos para serem transferidos para a UAS - sendo 222 ECIs de Angra 1 e 288 de Angra 2, a carga térmica máxima a ser removida pela UAS será de 580 kW.

#### 4.4.2.3.2 Características do Ar Ambiente (Fonte Fria)

A Tabela 4-2 lista as temperaturas de referência, determinadas a partir de um histórico de medições realizadas de 01 de maio de 2013 a 10 de março de 2015 para o local de instalação da UAS.

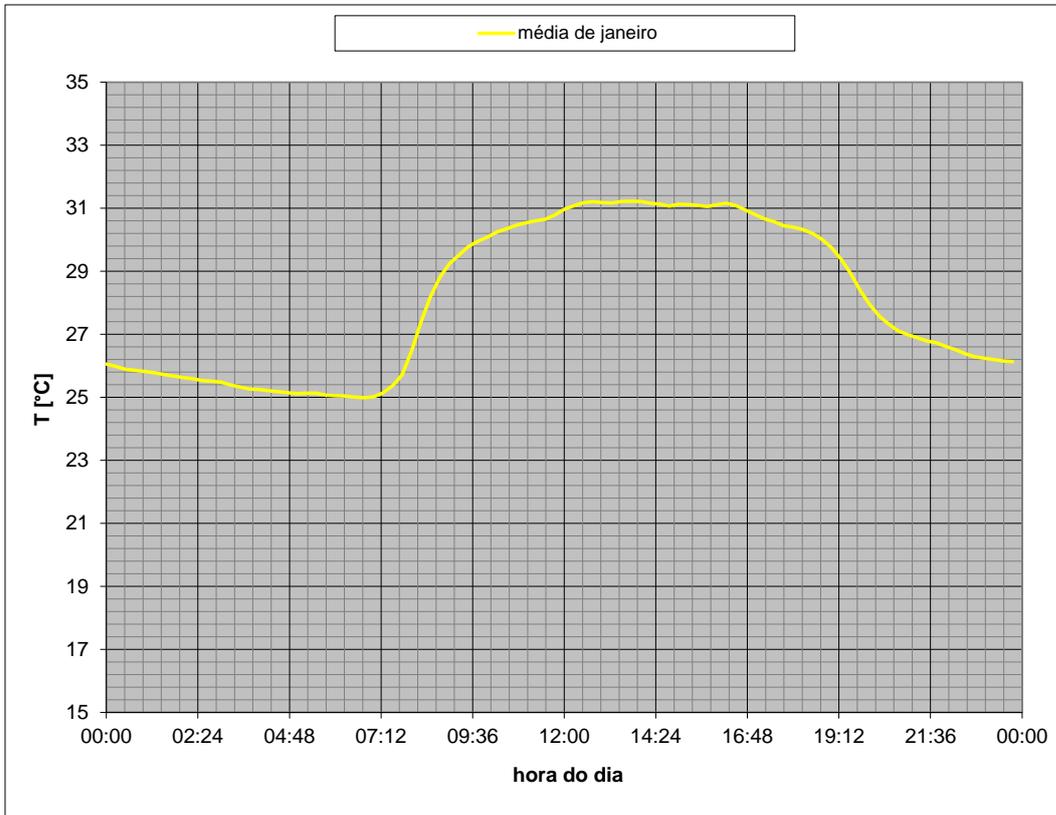
Tabela 4-2 - Temperaturas do ar de referência no local da UAS.

Temperatura máxima	36,56 °C
Máxima média diária	30,39 °C
Média diária superada em 1% das médias diárias	28,81 °C
Temperatura superada em 1% das máximas na distribuição normal	34,13 °C
Temperatura superada em 1% das médias na distribuição normal	29,75 °C

Fonte: Eletronuclear, 2017.

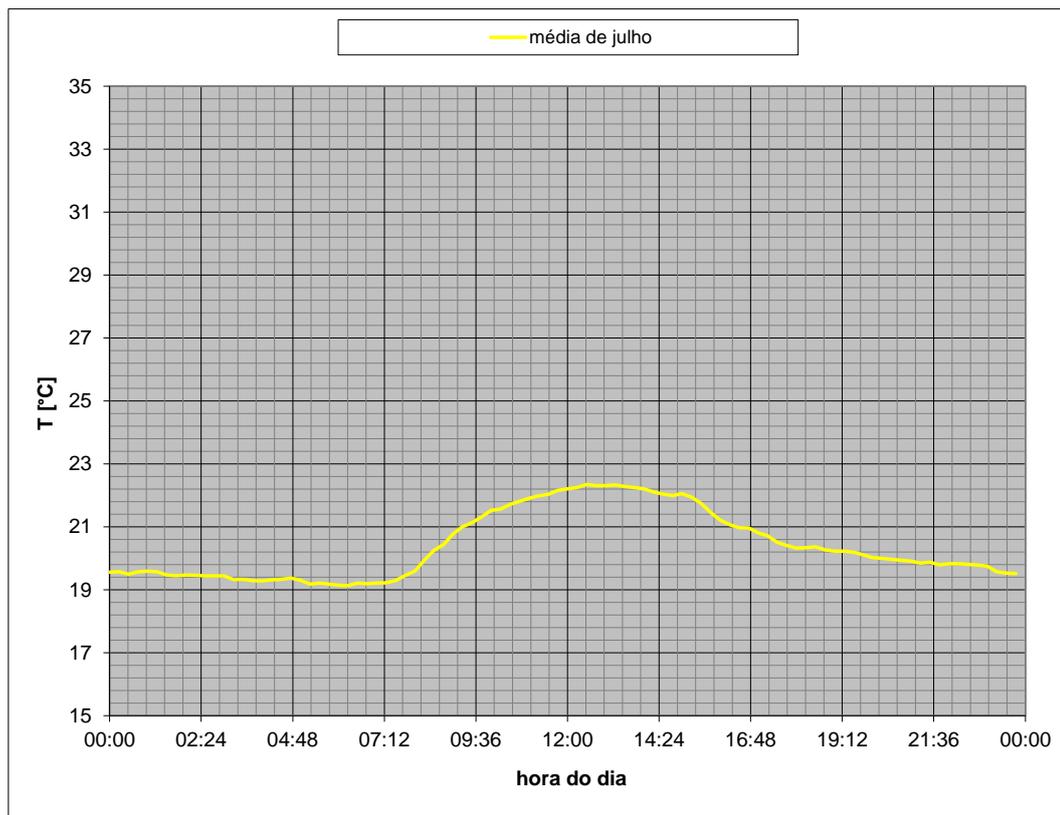
A Figura 4-82 e Figura 4-83 apresentam o perfil médio de temperatura ao longo do dia para os meses de janeiro e julho no ano de 2014, respectivamente. Esses valores serão condições de projeto para o módulo de armazenamento

Figura 4-82 - Perfil médio de temperatura para o mês de janeiro de 2014.



Fonte: Eletronuclear, 2017.

Figura 4-83 - Perfil médio de temperatura para o mês de julho de 2014.



Fonte: Eletronuclear, 2017.

#### 4.4.2.3.3 Critérios para o Dimensionamento dos Sistemas de Arrefecimento

O projeto térmico do *Canister* deve atender aos limites estabelecidos na US-NRC ISG 11 – *Spent Fuel Project Office, Interim Staff Guidance – 11, Rev. 3*, como:

- Temperatura máxima de 400 °C, em condição normal de operação durante longo período de operação.
- Temperatura máxima de 750 °C no *cladding* do elemento combustível em condição de acidente.

Os cestos metálicos dimensionados para o acondicionamento dos ECIs serão transferidos para a UAS somente após pelo menos 10 anos armazenados nas Piscinas de Elementos Combustíveis Usados das usinas de Angra 1 e Angra 2 (e, futuramente, de Angra 3).

A área de fluxo do ar atmosférico dentro do Módulo de Armazenamento terá dimensões suficientes para que ocorra o arrefecimento do sistema dentro dos limites de temperatura do projeto, em conformidade com os requisitos estabelecidos pelas Normas 10 CFR 72.122 e 10 CFR 72.128 (tabela 6.1 do NUREG-1567), durante todo período de vida útil de operação do empreendimento, projetado para um

período mínimo de 40 anos. O dimensionamento do componente contemplará também os efeitos oriundos da exposição à radiação solar, tomando como base as condições mais severas previstas para o local de construção da UAS, determinada a partir de séries históricas.

#### 4.4.2.3.4 Sistema de Controle Ambiental dos Rejeitos

A operação do sistema de armazenamento de combustíveis irradiados, caracterizado pela Unidade de Armazenamento a Seco (UAS) e de seu almoxarifado de apoio, destaca-se pelo fato de não gerar rejeitos radioativos, sejam eles sólidos, líquidos ou gasosos; apenas resíduos convencionais sólidos, líquidos e gasosos.

A operação do almoxarifado de apoio à UAS gerará quantidades relativamente pequenas de resíduos, unicamente convencionais, tais como papéis e papelões, madeira, vidro, sucata metálica e de materiais plásticos, estopa, lubrificantes, materiais elastoméricos tais como borrachas, madeiras, dentre outros; conforme apresentado no item 4.4.2.11.6, página 177 deste documento, a qual fornece mais detalhes sobre a geração de Resíduos Sólidos na fase de instalação e operação do empreendimento. Além disso, no almoxarifado e na guarita de controle e acesso, serão gerados, também, na fase de operação, efluentes líquidos derivados de banheiros e vestiários.

Como todo inventário radioativo presente no interior do *Overpack* terá isolamento total para com o ambiente externo, reitera-se que não se espera disseminação de rejeitos/resíduos radioativos que possam impactar o meio-ambiente de qualquer modo, durante todo o período de tempo previsto para a operação da UAS.

Por outro lado, considera-se que as intempéries e temperaturas máximas e mínimas para o local em que a UAS será implantada, às quais todos os *Overpacks* nela depositados estarão constantemente submetidos, pelo fato de estarem posicionados a céu aberto, não sejam capazes de provocar a liberação de quaisquer materiais, sejam eles radioativos ou não, de seu interior, tendo em vista que os conjuntos de *Overpacks* a serem dispostos e mantidos no interior da UAS serão constituídos de materiais compatíveis e resistentes aos fenômenos de corrosão normalmente associados e observados em ambientes externos sujeitos à atmosfera marinha. Nesse sentido, os *Overpacks* estacionados na UAS serão essencialmente insensíveis às rajadas de ventos fortes e precipitações pluviométricas eventualmente

intensas. Com isso, a transferência de contaminantes radioativos, de quaisquer espécies, do interior dos *Overpacks* estará inteiramente impossibilitada durante o período mínimo considerado em projeto (40 anos).

Cabe, no entanto, mencionar a existência de um risco mínimo de contaminação radioativa, ainda que meramente superficial, de equipamentos e/ou de materiais utilizados no transbordo de *Canisters* contendo ECIs, durante a transferência do *Canister* entre Casco de Transferência e o interior de *Overpacks*. Se, por ventura, houver alguma contaminação radioativa nessa transferência, equipes de plantão altamente treinadas para atendimento a emergências serão acionadas para tomar medidas específicas de proteção radiológica, em consonância com as melhores práticas e procedimentos de radioproteção, e remediação da contaminação que tiver ocorrido, evitando que a mesma se espalhe, proporcionando, desse modo, um ambiente de segurança para os operadores envolvidos na operação de transbordo do material entre o Casco de Transferência para os *Overpacks*.

#### *4.4.2.4 Sistema de Arrefecimento dos Elementos Combustíveis Irrradiados (ECIs) armazenados na UAS*

O sistema de arrefecimento dos ECIs na UAS, suas dimensões, características técnicas e cálculos de dimensionamento está apresentado no item 4.4.2.3, página 119 deste capítulo.

A título de comparação, é possível confrontar outras tecnologias de armazenamento de ECIs com a solução a Seco; para este documento, especifica-se 02 (duas) tecnologias distintas, a saber: (i) Solução por via úmida (em piscinas); e (ii) Solução a seco, com cascos enterrados.

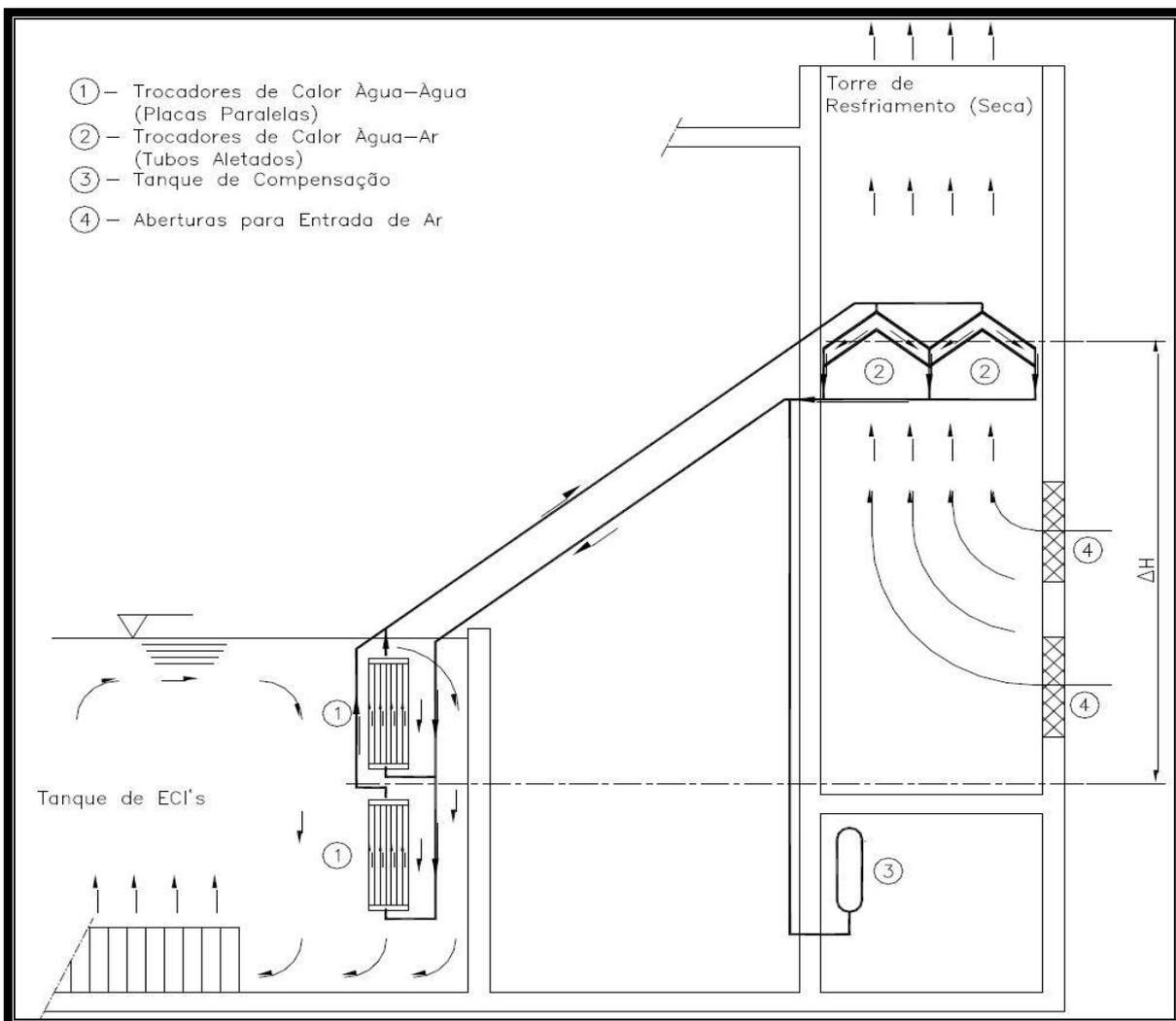
##### I) Solução por via úmida (em piscinas)

Na solução por via úmida, em piscinas, o calor de decaimento pode ser removido de forma ativa ou passiva. Nestes casos, os ECIs são acondicionados em *racks* instalados no fundo de uma piscina de armazenamento, contendo água desmineralizada, que remove o calor residual e atua, também, como blindagem radiológica. Para essa tecnologia, é necessário que a instalação disponha de um circuito capaz de transportar a carga térmica da piscina para a fonte fria final. Uma estrutura típica consiste de um circuito que absorve o calor para a fonte fria final por

meio de um circuito fechado, ou seja, a carga térmica é transferida ao circuito por trocadores de calor água-água. Posteriormente, o calor é transferido via trocadores de calor água-ar em torres de resfriamento para a fonte fria final.

O processo passivo na solução por via úmido ocorre através da convecção natural na piscina e nos circuitos fechados de resfriamento. Já o processo ativo depende de fonte externa de energia elétrica para alimentar bombas de circulação e ventiladores. O processo ocorre, portanto, por convecção forçada. Ao contrário da solução a seco, a solução por via úmida permite fácil inspeção dos ECIs. Há, no entanto, desvantagens relacionadas à maior demanda por manutenção, monitoração de vazamentos na piscina e composição química da água, bem como necessidade de redundância na segurança de equipamentos elétricos e de resfriamento. A Figura 4-84 mostra, esquematicamente, um sistema de remoção de calor acoplado à piscina de armazenamento.

Figura 4-84 - Princípio de funcionamento de arrefecimento passivo do armazenamento por via úmido.



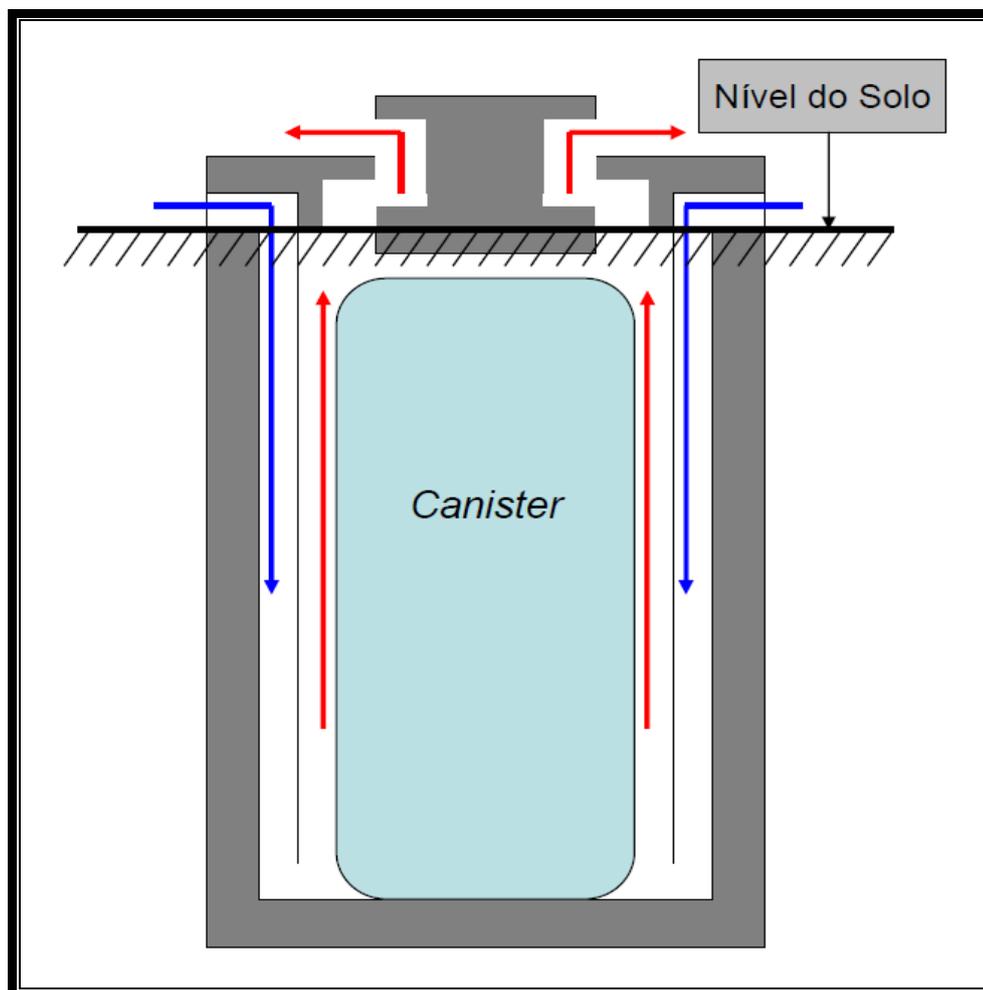
Fonte: Eletronuclear, 2017.

Em relação à tecnologia a seco de armazenamento, o sistema de transporte de calor tem grau de simplicidade significativamente superior ao sistema para uma instalação de armazenamento úmido, o que é evidentemente uma vantagem. Além disso, o grau de modularização é maior no armazenamento a seco, uma vez que cada casco dispõe do seu próprio sistema de arrefecimento.

## II) Solução a seco, com cascos enterrados.

Na solução por via a seco onde os ECIs são acondicionados em cascos enterrados, o ar atmosférico flui pelas entradas e desce por um caminho anelar delimitado. Em seguida, o ar sobe próximo à parede do casco, promovendo o resfriamento do mesmo. A saída do ar ocorre pela tampa, que está no nível do solo. Novamente, o processo de remoção de calor residual se dá por convecção natural. A Figura 4-85 mostra um exemplo esquemático do sistema a seco onde os ECIs são acondicionados em cascos enterrados.

*Figura 4-85 - Esquema simplificado de remoção de calor na solução a seco, com cascos enterrados.*



Fonte: Eletronuclear, 2017.

Neste sistema, os cascos de armazenamento possuem a facilidade de serem móveis e não terem problemas relacionados à corrosão. Porém, há a desvantagem quanto à verificação da integridade dos ECI, pois uma inspeção necessitaria a abertura dos cascos de armazenamento; operação complexa, uma vez que tais componentes são fechados, de forma a garantir estanqueidade quanto à passagem (fuga) de partículas radioativas para o meio ambiente.

Cabe ressaltar que, para o meio ambiente, a carga térmica despejada independe da tecnologia de armazenamento, isto é, ela é a mesma tanto na via úmida quanto na seca. Há diferença apenas quando componentes ativos são empregados, uma vez que estes aportam ineficiências ao sistema.

#### 4.4.2.4.1 Medidas de Segurança

Não se aplica medidas de segurança, visto que o sistema de remoção de calor é completamente passivo, no qual garante a própria operação em todos os eventos postulados, requerendo, no máximo, procedimentos de limpeza dos canais de arrefecimento, conforme já descrito.

#### 4.4.2.4.2 Manutenção e Ajuste do Sistema de Arrefecimento dos ECIs

No que se refere à remoção do calor residual, é imprescindível garantir que os bocais de admissão e os canais por onde escoar o ar ambiente que resfria o casco estejam desobstruídos. Em razão disso, a UAS será equipada com medidores contínuos de temperatura e de taxa de dose, instalados em locais apropriados, que permitirão a contínua monitoração remota desses parâmetros na sala de monitoração da UAS. A operação da unidade basear-se-á em valores limites de temperatura, para valores acima dos quais ações de inspeção nos canais de circulação de ar serão realizadas, garantindo-se, desse modo, que a operação ocorra dentro dos limites de temperatura para operação normal, anormal e em casos de acidentes postulados.

#### 4.4.2.5 Sistema de Proteção Física

A proteção física da área de Estocagem da UAS, onde estarão localizados os Módulos de Armazenamento carregados com ECIs, é efetuada por duas cercas de tela metálica distantes, no mínimo, 05 (cinco) metros entre si, e que circundam toda

a área de estocagem. Junto à cerca externa de proteção, será instalado o prédio da guarita, onde se localizará o pessoal da segurança patrimonial, visando à proteção contra intrusão de pessoas não autorizadas. Adicionalmente, a área de segurança, localizada entre duas cercas de proteção física, será guarnecida com instalação de um sistema de detecção perimétrica.

O Sistema de Proteção Física a ser adotado para a Unidade de Armazenamento Complementar a Seco (UAS) deverá proteger pessoas, propriedade, sociedade e o meio ambiente contra os seguintes riscos:

- Risco de remoção não autorizada de material nuclear, visando o mercado paralelo para construção de artefatos nucleares;
- Risco de remoção não autorizada de material nuclear para dispersão subsequente; e
- Risco de sabotagem por pessoas externas e internas.

Para tanto, o sistema de proteção física deverá:

- Prevenir atos maliciosos, por meio de dissuasão e pela proteção de informações sensíveis;
- Gerenciar os atos por um sistema de detecção, atraso do oponente e resposta contra o mesmo;
- Mitigar as consequências de um ato malicioso.

Sendo assim, deverão existir medidas para localizar e recuperar, de forma rápida e abrangente, materiais nucleares desaparecidos ou extraviados, conforme prevê o SIPRON/NG-03 (Norma geral para situações de emergência nas Instalações Nucleares) e Norma CNEN-NE-2.01 (Proteção Física de Unidades Operacionais da Área Nuclear), considerando os dispositivos requeridos na Subparte H da Norma 10CFR72 – Proteção Física, que estabelece um plano de proteção física detalhado para instalações de Armazenamento a Seco. Este plano consistirá de duas partes, a saber:

- Parte I: Demonstra como o licenciando cumprirá os requisitos da Norma 10CFR73, durante o transporte para a instalação de Armazenamento a Seco.
- Parte II: Lista os testes, auditorias, inspeções e quaisquer outros meios que demonstre conformidade com os requisitos da Norma 10CFR73 -

*Physical Protection of Plants and Materials, e Norma 10CFR72 - Licensing Requirements for the Independent Storage of Spent Nuclear Fuel and High Level Radioactive Waste.*

A instalação de Armazenamento a Seco será considerada uma Área Protegida, e deverá ser contida em uma área de Acesso Controlado.

Os computadores e sistemas eletrônicos utilizados para proteção física, segurança nuclear e contabilidade de material nuclear, deverão ser protegidos contra adulterações, tais como ataques cibernéticos, manipulações e falsificações, de acordo com a avaliação das ameaças ou ameaças base de projeto.

As seguintes medidas deverão ser tomadas de modo a diminuir as chances de furto ou sabotagem:

- Áreas de acessos limitados na instalação, idealmente apenas um acesso;
- Detecção de intrusões e força de segurança para responder a atos hostis;
- Meios de controle de acesso, tanto eletrônicos quanto físicos e mecânicos, tais como listas de acesso, chaves, controle de assinaturas, etc.;
- Planos de contingência para situações anormais;
- Os elementos combustíveis serão instalados em Áreas de Segurança, equipada com barreiras físicas, detecção de intrusão, dispositivos de vigilância e meios de retardo da intrusão;
- A área deverá ser adequadamente iluminada;
- Deverão ser implementadas vistorias, vigilância e monitoração da instalação;
- Acesso à área de depósito dos Containers apenas à pessoas autorizadas. Veículos deverão receber atenção especial para acesso a essas áreas, considerando-se a possibilidade de sabotagem, furtos e introdução de material perigoso. Acesso de veículos particulares é proibido. Toda movimentação de pessoas e veículos deve ser controlada;
- A Portaria de Controle deverá ser sempre protegida e habitada para permitir monitoração e avaliação dos alarmes, iniciação de respostas e comunicações;
- Os meios de comunicações serão redundantes, dedicados, ter diversidade e ser protegidos contra interferências e invasão de terceiros;

- Controle de pessoal especial, mediante escolta, para visitantes e prestadores de serviços eventuais;
- Controle e verificação de objetos trazidos e levados por pessoas que acessem a instalação nuclear, revista pessoal e de bagagens, controles adicionais através de detectores especiais, se julgados necessários;

Os sistemas de controle de acesso, alarme da proteção física, detecção perimétrica, CFTV da proteção física, rádio da proteção física e comando de abertura de portas do controle de acesso e as interfaces homem-máquina da proteção física serão alimentados de uma fonte ininterrupta de energia da UAS. Os sistemas de alarme serão projetados de acordo com o Guia Regulatório 5.44 – *Use of Observation (Visual Surveillance) Techniques in Material Access Areas*, Norma 10CFR72, Norma 10CFR73, e práticas de proteção física do empreendedor (Eletronuclear).

As cercas da proteção física que circundarão o perímetro aproximado de 1.666 m<sup>2</sup> da área de estocagem da UAS terá altura de 2,50 metros e distam, no mínimo, 05 (cinco) metros entre si. As cercas, em tela de aço galvanizado, serão fixadas em mourões de concreto armado. Adicionalmente, será instalada sobre todo o perímetro das cercas uma linha de concertina para proteção auxiliar contra intrusão.

Este sistema estará relacionado ao contexto ambiental das instalações já existentes da CNAAA, de forma harmoniosa e eficiente, evitando os fatores prejudiciais à operação da instalação e a seu pessoal, bem como do meio ambiente.

Os riscos associados ao transporte serão minimizados, já que o empreendimento será instalado praticamente no centro geométrico da CNAAA, entre as Usinas Angra 1, Angra 2 e Angra 3, com fácil acesso a partir dessas Usinas, com vias pavimentadas, de fácil movimentação de caminhões e outros veículos de transporte. Desta forma, o Plano de Proteção Física da instalação UAS será uma extensão do Plano de Proteção Física da CNAAA.

A salinidade é um item que afeta a instalação do sistema de proteção física, quer pelo ataque corrosivo às partes metálicas de cercas, portões, quer pelo depósito que pode ocorrer nos detectores perimétricos, que podem necessitar de limpeza periódica, a fim de retirar os depósitos salinos, os quais poderiam comprometer o funcionamento adequado desses detectores, devido ao sal em contato com a água de chuva e sereno formar uma película condutiva. Essa

deposição salina pode também necessitar ser retirada periodicamente das lentes das câmeras de CFTV, pois prejudicam a nitidez do sistema de CFTV. Chuvas fortes podem igualmente comprometer o funcionamento de detectores de proteção física, durante a ocorrência da chuva. Descargas atmosféricas podem eventualmente danificar detectores externos de proteção física e câmeras de CFTV, quer por impacto direto, quer por indução que cause surtos de tensão acima de valores permitidos. Os surtos de tensão podem ser anulados ou limitados através de módulos individuais protetores contra surtos.

#### 4.4.2.6 Sistema de Monitoramento de Radiação

##### 4.4.2.6.1 Bases Técnicas

A monitoração de radiação na Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Elementos Combustíveis Irrradiados (UAS) da CNAAA tem os seguintes propósitos:

- Monitorar a ocorrência de radiação ionizante e fluxo de atividade dentro da instalação;
- Monitorar a descarga de radioatividade para o ambiente;
- Monitorar o pessoal de operação que pode estar exposto à radiação, através das medidas relacionadas com o controle de proteção radiológica;
- Minimizar a exposição à radiação ou contaminação de pessoas, componentes ou do ambiente.

A monitoração de radiação verificará se os valores medidos estão abaixo dos limites estabelecidos em projeto. Em caso de qualquer desvio destes limites, a operação deverá atuar de forma a retornar o sistema às condições normais de operação.

O conceito de monitoração se distingue entre:

- Monitoração de radiação contínua com a instalação de instrumentos de medida permanentes com registros e indicação remota;
- Medição descontínua pela amostragem e subsequente avaliação em laboratório;

- Monitoração geral feita por equipamentos permanentes e móveis instalados dentro e fora da UAS.

A monitoração contínua consiste geralmente em detectores de radiação conectados a uma unidade eletrônica (transdutores), que são de projeto modular.

Este conjunto é composto do detector, que é espacialmente separado da eletrônica, possivelmente próximo a um vaso de medição ou a um filtro coletor; um pré-amplificador, que é incorporado ao detector, ou junto a esse, para a transmissão dos pulsos; cabos de conexão para o suprimento elétrico e transmissão de dados para o transdutor. O transdutor contém os módulos de suprimento de potência, de aquisição e processamento de dados, inclusive a formação do sinal binário e de alarmes. As unidades de registro contínuo são utilizadas para registrar e emitir o alarme visual e sonoro em caso dos valores limites serem excedidos.

Os vasos de medição são utilizados para que o detector não tenha contato com o meio monitorado, evitando assim a contaminação do mesmo.

Os arranjos de medição importantes para a segurança serão projetados com redundâncias ou de projeto diferente.

A medição descontínua será feita por meio de amostragem com instalação de filtros que serão removidos periodicamente e analisados em laboratório.

Todos os equipamentos serão calibrados e testados pelo fabricante e periodicamente após a instalação, seguindo instruções previamente elaboradas.

A função da monitoração de radiação é assegurar o controle do pessoal que opera a instalação e a população durante a operação normal da instalação ou em caso de acidente.

Estas funções resultam nas seguintes subdivisões:

- Monitoração de área;
- Monitoração de pessoal;
- Monitoração ambiental.

#### 4.4.2.6.2 Monitoração de Área

A monitoração de área abrange os seguintes propósitos:

- Minimizar a exposição de radiação devido à radioatividade ambiental pela detecção de algum vazamento ou outra fonte de liberação de atividade no ar do interior da unidade;

- Fornecer as medidas de radiação com as taxas de dose para antever um possível acidente, auxiliando a proteção radiológica, com o objetivo de evitar a exposição desnecessária do pessoal devido às taxas de doses locais causadas por objetos irradiados dentro da instalação. Para isso detectores de taxa de dose devem ser instalados em locais predeterminados.
- Garantir que qualquer anormalidade radiológica possa ser identificada, registrada e controlada apropriadamente no menor tempo possível. Como critérios a serem estabelecidos, será utilizado a NRC 10CFR Part 72.126. Os valores de taxa de dose previstos serão abaixo dos limites da norma CNEN NN 3.01, conforme indicado no Quadro 4-9.

Quadro 4-9 – Limites de doses anuais

Limites de Dose Anuais <sup>(a)</sup>			
Grandeza	Órgão	Indivíduo ocupacionalmente exposto	Indivíduo do público
Dose Efetiva	Corpo inteiro	20 mSv <sup>(b)</sup>	1 mSv <sup>(c)</sup>
Dose Equivalente	Cristalino	20 mSv <sup>(b)</sup> (Alterado pela Resolução CNEN 114/2011)	15 mSv
	Pele <sup>(d)</sup>	500 mSv	50 mSv
	Mãos e pés	500 mSV	-

Legenda: (a) Para fins de controle administrativo efetuado pela CNEN, o termo dose anual deve ser considerado como dose no ano calendário, isto é, no período decorrente de janeiro a dezembro de cada ano; (b) Média aritmética em 5 anos consecutivos, desde que não exceda 50 mSv em qualquer ano; (Alterado pela Resolução CNEN 114/2011); (c) Em circunstâncias especiais, a CNEN poderá autorizar um valor de dose efetiva de até 5 mSv em um ano, desde que a dose efetiva média em um período de 5 anos consecutivos, não exceda a 1 mSv por ano; (d) Valor médio em 1 cm<sup>2</sup> de área, na região mais irradiada. Os valores de dose efetiva se aplicam à soma das doses efetivas, causadas por exposições externas, com as doses efetivas comprometidas (integradas em 50 anos para adultos e até a idade de 70 anos para crianças), causadas por incorporações ocorridas no mesmo ano.

Fonte: Norma CNEN NN 3.01

Deverá haver monitoração de taxa de dose *on line*, com detectores fixos na parte interna da cerca do UAS, com alarme local, assim como monitoração *on line* de aerossol. Ambos os sistemas enviarão sinal para um computador na Guarita que será construída para o UAS, ou para a guarita de entrada da Usina Angra 3.

#### 4.4.2.6.3 Monitoração de Pessoal

A monitoração de pessoal começará com a verificação do direito de acesso à área controlada. O acesso será permitido apenas a pessoas que:

- Possuam um passe válido;

- Tenham sido declaradas aptas por um treinamento em proteção radiológica;
- Tenham sido informadas dos riscos e medidas de proteção radiológica, dentro da área controlada;
- Possuam uma licença de trabalho radiológico.

As medições da dose individual são medições de controle que registram eventos já ocorridos, sendo, portanto, somente medidas de proteção indireta. Por meio da dosimetria do pessoal, se comprova que os valores limites fixados pelas autoridades não foram superados.

Todas as pessoas que acessarem a área controlada serão equipadas com dosímetros termoluminescentes (TLD) e detectores de leitura direta. Os dosímetros TLD serão avaliados em intervalos regulares, geralmente a cada mês.

Quando as pessoas deixarem a área controlada, serão examinadas quanto ao nível de incorporação de substâncias radioativas através de monitores pessoais com contadores de grande área ou cintiladores que detectam contaminação no corpo (mãos, pés, roupas, cabelo, face).

Instrumentos de monitoração portátil serão usados para a detecção de superfícies contaminadas dentro da unidade. Estes equipamentos permitirão que verificações periódicas evitem o espalhamento descontrolado de atividade.

#### 4.4.2.6.4 Monitoração Ambiental

A operação de uma Unidade de Armazenamento a Seco de Elementos Combustíveis como a UAS é obrigatoriamente precedida de um programa de monitoração ambiental que tem como objetivo diagnosticar o meio ambiente local antes da entrada em operação da instalação. Este programa é mantido durante a fase de operação possibilitando, desta forma, a detecção de quaisquer mudanças que venham a ocorrer e que possam estar relacionadas ao funcionamento da instalação em questão. A detecção e a identificação de eventuais mudanças permitem o desencadeamento imediato de medidas corretivas assegurando, assim, a segurança permanente do público e evitando impactos significativos no meio ambiente, garantindo o controle dos valores de dose máximos permitidos de acordo com a norma CNEN NN-3.01 - Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica.

A monitoração de radioatividade no meio ambiente de instalações nucleares suplementa a monitoração das substâncias radioativas liberadas no meio ambiente.

Para se realizar um programa de monitoração eficiente é necessário que se identifique o que deve ser medido como também onde e de que maneira as medidas devem ser efetuadas. Para isto, é feita, inicialmente, uma avaliação com o objetivo de se identificar qual ou quais os caminhos com maior probabilidade de dose mais relevantes e, qual o grupo de pessoas que será provavelmente mais afetado.

Uma análise criteriosa dos dados obtidos permite a seleção dos locais e dos tipos de amostras a serem monitorados, propiciando, assim, um controle rigoroso de eventuais impactos advindos da operação da UAS.

A responsabilidade pela realização da monitoração ambiental caberá à empresa operadora, efetuando:

- Um programa pré-operacional;
- Um programa operacional que monitora a possível liberação de substâncias radioativas durante a operação normal e em casos de acidente.

O programa de medição deve envolver principalmente a área circunvizinha da empresa operadora e levar em conta nesta as zonas de influência mais desfavoráveis.

Em complementação ao PMARO, com o intuito de medir as taxas de equivalente de dose ambiente, serão instalados Dosímetros Termoluminescentes (TLD) em postos de medição, localizados ao redor do sítio da instalação da UAS após a conclusão das obras estruturais do empreendimento.

Todas essas medições começam antes do comissionamento da instalação, de modo que se tenha a informação da situação global antes do início da operação da instalação. No caso específico da CNAAA, todos os estudos necessários foram realizados e são, quando necessário, de acordo com a CNEN, atualizados. Pois na gleba, o programa de monitoração ambiental foi iniciado em dezembro de 1978 e continua até hoje.

#### 4.4.2.6.5 Proteção Radiológica

O serviço de Proteção Radiológica seguirá os mesmos requisitos já adotados para as usinas da CNAAA.

Os limites e níveis de referência a serem utilizados nas monitorações serão os mesmos já adotados pela CNAAA em suas áreas controladas.

#### 4.4.2.6.6 Monitoração Radiológica

A monitoração radiológica da UAS será realizada através do programa de monitoração desenvolvido pelo serviço de proteção radiológica. Para esta finalidade serão utilizados monitores fixos e monitores portáteis que verificarão os níveis de radiação, a contaminação superficial e contaminação do ar.

As monitorações realizadas pelo Serviço de Proteção Radiológica têm como objetivo garantir, de forma preventiva, através de levantamentos radiométricos e análises, a detecção de anormalidades radiológicas e com isto planejar e controlar a exposição e contaminação por material radioativo dos IOE (Indivíduo Ocupacionalmente Exposto), bem como assegurar e monitorar as condições radiológicas durante o progresso de qualquer trabalho que envolva o manuseio de material radioativo.

#### 4.4.2.6.7 Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional (PMARO)

O programa de monitoração será o mesmo já aplicado à CNAAA. Quando da conclusão da instalação da UAS, os níveis de radiação externa serão monitorados através de dosímetros termoluminescentes localizados estrategicamente no entorno da instalação, de modo a verificar que os limites normativos não sejam atingidos, e que o conceito ALARA aplicado no desenvolvimento do projeto seja atendido. ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) é um acrônimo para a expressão “tão baixo quanto razoavelmente exequível”. Este é um princípio de segurança de radiação, com o objetivo de minimizar as doses a trabalhadores e os lançamentos de resíduos de materiais radioativos empregando todos os métodos razoáveis.

#### 4.4.2.6.8 Normas Aplicáveis

As principais normas aplicáveis ao monitoramento de radiação são:

- DIN EN 61000-6-2 and DIN EN 61000-6-4 (*Electromagnetic Compatibility*);
- IEC 61131 *Part 1 – 7 Programmable Controllers*;
- KTA 1401 – *General requirements regarding Quality Assurance*; e

- IEC 61508 *Functional safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-related Systems*.

#### 4.4.2.7 Sistema de Proteção Contra Incêndio

##### 4.4.2.7.1 Medidas de Proteção Passiva

As edificações da UAS serão projetadas com medidas passivas, em conformidade com as normas, legislação, procedimentos e instruções aplicáveis e indicadas em cada caso, de forma a dificultar a propagação do fogo e fumaça, em caso de incêndio.

Em todos os domínios da construção serão empregados, em princípio, somente materiais incombustíveis, com as inevitáveis exceções devendo ser obrigatoriamente justificadas tecnicamente pela indisponibilidade de alternativas razoáveis e/ou economicamente defensáveis. Os materiais combustíveis inevitáveis receberão tratamento ignífugo, retardante à chama.

##### 4.4.2.7.2 Dispositivos de Proteção Ativa

Na área da UAS serão construídas as seguintes estruturas:

- Guarita de entrada na área de armazenamento;
- Almojarifado para guarda de materiais;
- Área de estocagem.

Dentre as estruturas que possam conter uma carga de incêndio, tem-se a guarita e o almojarifado, uma vez que a área de armazenamento dos cascos (área de estocagem) será toda em concreto, não apresentando assim carga de incêndio a ser considerada.

As áreas com cargas de incêndio, que justifiquem a utilização de sistemas de detecção e de extinção, serão a guarita e o almojarifado, estruturas estas em que estão previstas instalações destes sistemas, conforme detalhado nos itens a seguir.

As áreas próximas às estruturas da UAS serão mantidas livres de possíveis fontes de ignição externas, tais como objetos inflamáveis, árvores e vegetação, que possam causar danos às estruturas, quer o incêndio seja de ordem natural ou por sabotagem.

#### 4.4.2.7.3 Sistema de Detecção de Incêndios

Serão instalados sistemas de detecção de incêndio nas duas unidades de apoio à UAS, isto é, para a Guarita e para o Almojarifado.

Na guarita, serão utilizados detectores pontuais, projetados conforme as últimas revisões das normas técnicas aplicáveis emitidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ou, na falta destas, de acordo com as últimas revisões das normas e padrões das organizações: (i) NFPA – *National Fire Protection Association*; e (ii) COCISP – Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do CBMERJ.

No almojarifado, o sistema de detecção de incêndio a ser instalado será do tipo “Detector Linear por Infravermelho”, que consiste de um transmissor e de um receptor, separados, o qual, mediante ajuste interno, permitirá a flexibilização da cobertura da detecção sem necessidade de suportes. Os detectores serão certificados pelos Órgãos UL (*Underwriters Laboratories*) ou FM (*Factory Mutual*), devidamente comprovados.

Caso no almojarifado venham a existir salas individuais, as mesmas serão protegidas por detectores pontuais. Quando da ocorrência de um evento de incêndio, a detecção enviará um sinal de alarme de incêndio para os painéis repetidores instalados em Angra 2 (Sala de Controle) e na Brigada de Incêndio da Central.

#### 4.4.2.7.4 Sistema de Extinção

- Extintores Portáteis

Para as duas edificações (Guarita e Almojarifado), serão previstos extintores portáteis na quantidade e capacidade exigidas por normas e em função das cargas de incêndio. Serão utilizados extintores de CO<sub>2</sub>, com capacidades de 6 (seis) Kg, e extintores de água pressurizada, com capacidades de 10 (dez) litros.

Estes extintores serão distribuídos nas edificações conforme necessário, para um efetivo combate a princípios de incêndio e posicionados em locais adequados e próximos aos principais riscos. Todos os extintores instalados estarão de acordo com as normas da ABNT.

#### – Hidrantes Externos

Trata-se de hidrantes externos fabricados em aço carbono DN 100 mm, com válvula de bloqueio, com duas saídas, a 45°, montadas com adaptadores tipo *Storz* de 2 1/2" e redução para 1 1/2". Armário de mangueiras externo composto de 2 seções de mangueiras em poliéster emborrachadas internamente, diâmetro 1 1/2" x 15 m, com acoplamentos tipo *Storz* nas 4 extremidades, esguicho regulável jato sólido/neblina, diâmetro 1 1/2" com engate rápido *Storz* em bronze ou latão e chave para conexão *Storz* com diâmetro de 1 1/2" x 2 1/2" em bronze ou latão.

A quantidade de hidrantes será tal que todos os pontos do almoxarifado possam ser atingidos por jato d'água considerando uma distância de 40 m (2 lances de mangueira de 15 m + 10 m de jato) sempre a partir do hidrante mais próximo. Os hidrantes serão distanciados um do outro em, no máximo, 75 metros.

#### 4.4.2.8 Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

A malha externa da UAS será composta de cabos de cobre nu, enterrados no solo, com espaçamento definido por cálculo conforme normas aplicáveis e interligada com as malhas do sítio da CNAEA. A norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 5419 - Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas, em sua última versão, deverá ser utilizada como base para o projeto de Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas. Esta norma se apoia nas normas internacionais da *International Electrotechnical Commission* (IEC).

Sobre o teto do prédio do almoxarifado e da guarita, será instalado um sistema de proteção contra descargas atmosférica constituído de captosres com cabos de cobre nu, que descerão externamente às estruturas e serão conectados em diversos pontos da malha das fundações, em torno do almoxarifado e da guarita.

O sistema de aterramento interno em construções de concreto será composto por barras de aço circulares embutidas no concreto, em forma de malha, instaladas nas lajes de fundo, nas paredes externas e nas lajes da cobertura. Ao nível do terreno serão executadas conexões com as malhas de aterramento externas.

O sistema de aterramento interno será executado com cabos de cobre nu, aparentes, fixados nas paredes, teto e piso de acordo com o local de instalação dos equipamentos. Seu dimensionamento será conforme estabelecido pela Norma do

*Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) nº 80*, detalhada conforme Norma Técnica KTA 2206.

#### 4.4.2.9 Sistema de Suprimento de Energia Elétrica

##### 4.4.2.9.1 Sistema de Suprimento de Energia Elétrica Normal

A alimentação elétrica normal da UAS será trifásica, em cabo múltiplo, nas tensões nominais de 230 / 133 V, provenientes de uma subestação aérea instalada na área externa a UAS. A alimentação elétrica desta subestação aérea será feita em 13,8 kV, através de ramal da Subestação Angra, de Furnas, de 13,8 kV, localizada no sítio de Itaorna.

A subestação aérea da UAS será composta 01 (um) transformador, de 13,8 kV para 230/133 V. Estão previstos disjuntores para isolamento e proteção, painéis de distribuição de 230/133 V e demais equipamentos, tais como chaves e acessórios de Baixa Tensão, necessários para a operação desta subestação.

A partir desta subestação será feita a alimentação dos painéis elétricos instalados no interior da UAS, em salas próprias para alimentação elétrica das respectivas cargas.

A distribuição interna dos cabos de energia e controle até os componentes será feita através de bandejas, ou através de eletrodutos para os ramais dos consumidores (cargas motorizadas, tais como talhas, ventilação, circuitos de iluminação e tomadas, etc.).

##### 4.4.2.9.2 Sistema de Suprimento de Energia Elétrica de Emergência

Não é previsto sistema elétrico redundante e de emergência para atender ao resfriamento dos elementos combustíveis irradiados ali depositados, haja visto que os processos de resfriamento do combustível estão sendo previstos para trabalhar de forma passiva. Entretanto, está previsto um sistema de suprimento de energia elétrica de emergência *nobreak*, consistindo-se de um sistema de baterias, operando em flutuação com retificador/carregador para alimentação dos circuitos de iluminação de emergência, instrumentação e controle, proteção radiológica e proteção física, com autonomia de 120 minutos, suficiente para atender os sistemas acima descritos, para fazer face a eventuais perdas da alimentação elétrica externa.

Além disso, para as condições de acidentes, é prevista a instalação de tomada para conexão de geradores móveis aos barramentos de distribuição de 230 VCA.

– Normas Aplicáveis

As normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), tomadas como básicas para o sistema de suprimento de energia elétrica é a NBR 5410:2004 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão, em sua última versão atualizada, as quais por sua vez se apoiam nas normas internacionais da *International Electrotechnical Commission* (IEC). Os equipamentos e acessórios elétricos utilizados são de uso industrial e seguem as respectivas normas nacionais e internacionais de fabricação e testes vigentes para cada tipo de equipamento.

Ressalta-se que os dados apresentados constituem-se de estimativas baseadas no estágio atual de desenvolvimento do projeto (Projeto Básico), estando sujeitos a ajustes quando do detalhamento do mesmo, que ocorrerá na fase de elaboração do Projeto Executivo.

#### 4.4.2.9.3 Influências do Sistema Elétrico

A UAS será alimentada externamente por energia elétrica, através de uma subestação própria. As Usinas Angra 1 e Angra 2 são eletricamente independentes, assim como Angra 3 será, isto é, cada usina opera independentemente uma da outra e as mesmas não influenciarão na operação da UAS.

#### 4.4.2.9.4 Perda do Suprimento de Energia Elétrica

Está previsto um sistema de suprimento de energia elétrica de emergência, o qual consiste de um conjunto de baterias (sistema *nobreak*), para alimentação dos circuitos de iluminação de emergência, instrumentação e controle, proteção radiológica e proteção física, com autonomia suficiente de 120 minutos para fazer face aos eventuais períodos de perda de alimentação elétrica externa. Outrossim, tomadas para conexão de fonte de alimentação externa serão instaladas no sistema elétrico, para utilização de geradores móveis, quando necessário.

#### 4.4.2.10 Sistemas de Controle e Liberação de Rejeitos Radioativos

##### 4.4.2.10.1 Fontes de Rejeitos Radioativos

Por definição de projeto, nenhum rejeito radioativo será processado, ou tratado nas instalações da UAS, pois, em condições normais, não é prevista a geração de quaisquer rejeitos radioativos, sejam eles, sólidos, líquidos ou gasosos, durante o armazenamento dos ECIs nos módulos de armazenamento (*Overpacks*). Porém, na etapa de carregamento dos *Canisters*, com os ECIs imersos na PCU (Piscina de Combustíveis Usados) - que ocorre no interior das usinas nucleares, rejeitos líquidos e sólidos radioativos poderão, ocasionalmente, ser gerados. O processamento dos rejeitos líquidos e sólidos radioativos produzidos nesta etapa de transferência dos ECIs para o interior dos *Canisters* será realizado nos sistemas de tratamento e de descontaminação já existentes nas usinas nucleares.

##### – Rejeitos Gasosos Radioativos

Para o carregamento dos *Canisters* com os ECIs imersos nas PCUs, que se encontram em cada Usina Nuclear, é requerido o uso de água desmineralizada. Para isso, duas alternativas são possíveis, sendo (i) inserção de água desmineralizada no *Canister*, proveniente do Sistema de Suprimento de Água Desmineralizada para, posteriormente, ser imerso na PCU para a transferência dos ECIs; ou então, (ii) inserção da própria água da PCU no *Canister* antes da transferência.

Devido às características operacionais de utilização de água desmineralizada para a transferência dos ECIs na PCU ao *Canister*, e às posteriores etapas de soldagem e vedação automática deste dispositivo, não é prevista, em condições normais, a geração de rejeitos gasosos radioativos. Como os eventuais produtos de fissão ou de corrosão contidos na água da PCU não são voláteis, não se espera sua liberação como aerossóis no decorrer desta etapa operacional.

Na etapa de inserção do gás hélio no *Canister* carregado com os ECIs, pode ser que uma quantidade ínfima deste gás, potencialmente não radioativo, seja liberada para o ambiente da sala (área de manuseio dos *Canisters* para carregamento, próximo à PCU), sendo que caso isso ocorra, será direcionado para o sistema de ventilação da Usina Nuclear, também situado na área da PCU (Sistema de Ventilação no interior do Envoltório da Contenção). Este Sistema de Ventilação

contem filtros que retêm os particulados radioativos, não permitindo, dessa forma, sua liberação para o meio ambiente.

– Rejeitos Líquidos Radioativos

Os rejeitos líquidos radioativos oriundos da operação de carregamento do *Canister* com os ECIs serão provenientes da utilização de água desmineralizada requerida para essa transferência, e também do uso dessa água para a descontaminação e limpeza dos dispositivos, equipamentos e utensílios necessários nesta etapa operacional. Esses rejeitos líquidos radioativos serão de baixa ou média atividade.

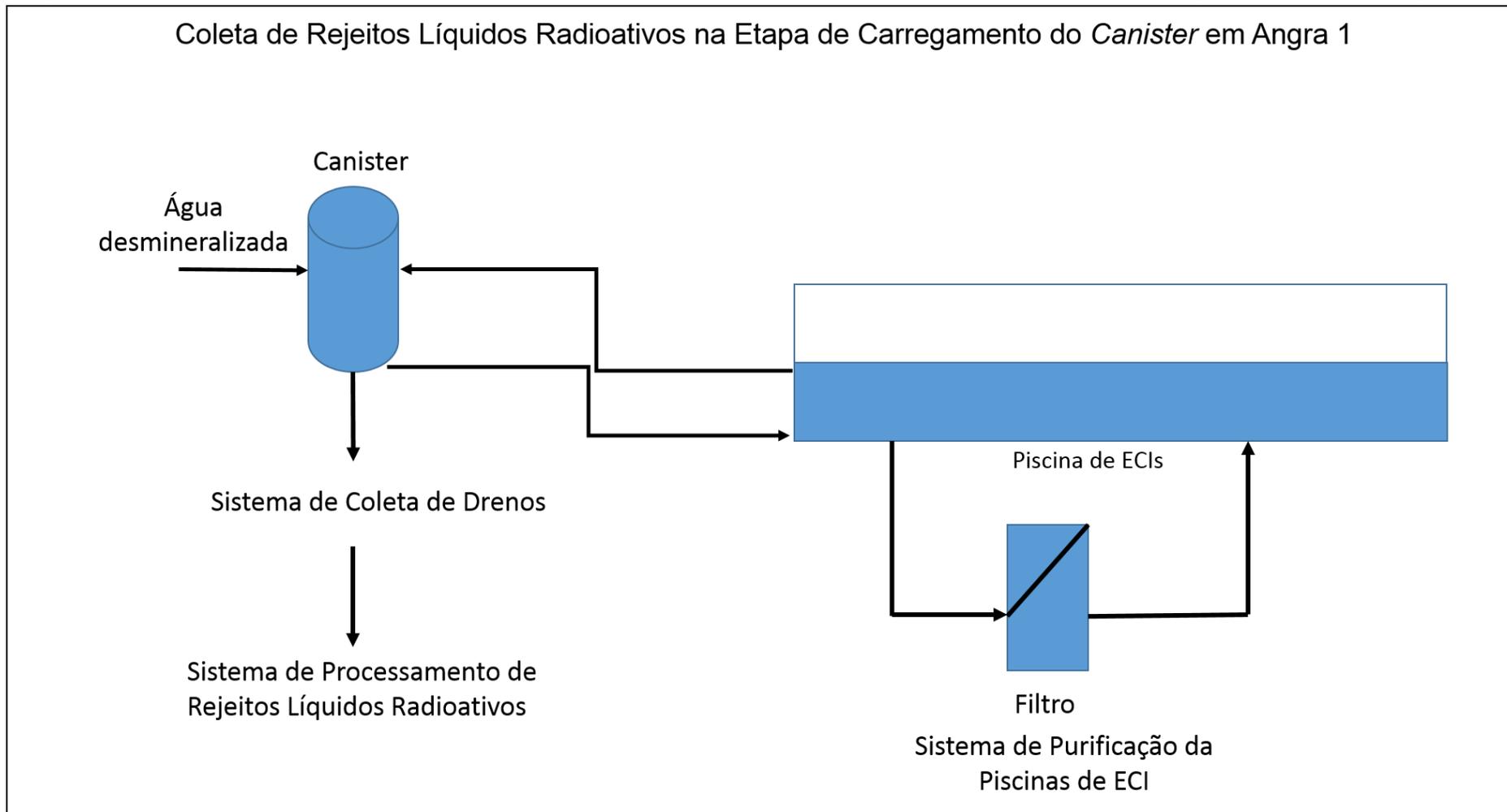
Após o carregamento do *Canister* com os ECIs, a água desmineralizada será drenada pelo sistema de drenagens adaptado ao conjunto *Canister* + Casco de Transferência para a PCU ou para os drenos do Sistema de Drenagem do Edifício do Reator presente em cada Usina. A água drenada, sendo descartada na PCU, será tratada pelo próprio Sistema de Purificação da Piscina de ECIs. Se descartada para o Sistema de Drenagem do Edifício do Reator, será tratada no Sistema de Processamento de Rejeitos Líquidos Radioativos da própria Usina. Após o tratamento, e estando os parâmetros químicos e radioquímicos de acordo com os limites estabelecidos pela CNEN e respectivas regulamentações ambientais, o rejeito líquido será liberado como efluente, conforme a licença de liberação da própria usina, para o túnel do Sistema de Descarga de Água de Refrigeração Principal e de Serviço (Apêndice 4.3.2-1). A água desmineralizada utilizada para a descontaminação ou limpeza dos dispositivos, componentes (*Canister*), ferramentas e peças metálicas necessárias para a realização da transferência de ECIs para o *Canister* também poderá ser descartada na própria PCU ou no Sistema de Drenagem do Edifício do Reator, tendo o mesmo destino descrito para a água desmineralizada drenada do *Canister*.

A contaminação de peças metálicas e ferramentas utilizadas na operação de carregamento do *Canister* será inteiramente eventual. Caso haja necessidade de descontaminação radiológica, será realizada no Sistema de Descontaminação (estacionário) da própria Usina ou, dependendo das características da contaminação, através do uso de bacias de descontaminação com agitação mecânica, aquecimento e injeção de produtos químicos, de bacias de ultrassom, descontaminação com vapor a alta pressão e cabine que utiliza métodos abrasivos para descontaminação disponíveis em Angra 2. Os rejeitos líquidos radioativos

provenientes da descontaminação neste sistema serão enviados para o Sistema de Processamento de Rejeitos Líquidos Radioativos da própria Usina, cuja localização está indicada na Planta de Arranjo Geral apresentada no Apêndice 4.3.2-1.

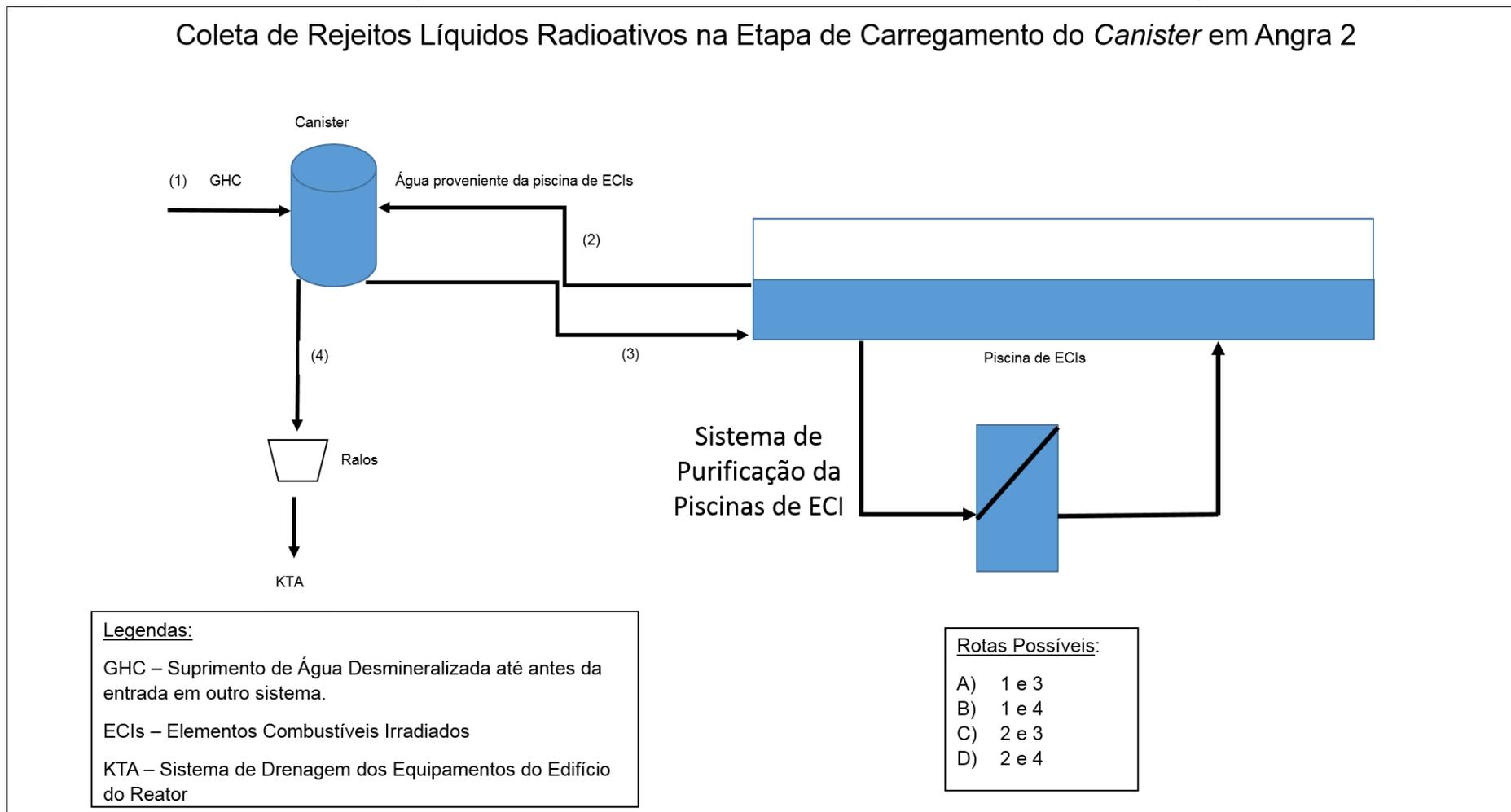
Na Figura 4-86 e Figura 4-87 estão apresentados os fluxogramas com as principais fontes, e coleta dos rejeitos líquidos radioativos na etapa de carregamento do *Canister* presente em cada Usina.

Figura 4-86 – Fontes Principais, Geração e Gerenciamento de Rejeitos Líquidos Radioativos na Fase de Operação da UAS para Angra 1.



Fonte: Eletronuclear, 2017.

Figura 4-87 - Fontes Principais, Geração e Gerenciamento de Rejeitos Líquidos Radioativos na Fase de Operação da UAS para Angra 2.



Fonte: Eletronuclear, 2017.

#### – Rejeitos Sólidos Radioativos

Os rejeitos sólidos radioativos eventualmente produzidos serão gerados na contaminação radiológica de ferramentas, peças metálicas e utensílios necessários à operação de carregamento dos *Canisters* com os ECIs imersos na PCU (etapa que ocorre no interior da cada Usina Nuclear), bem como na limpeza dos componentes, equipamentos, dispositivos, ferramentas e itens de manutenção com o uso de panos (lençóis de polietileno, panos de malha costurada e de algodão, por exemplo).

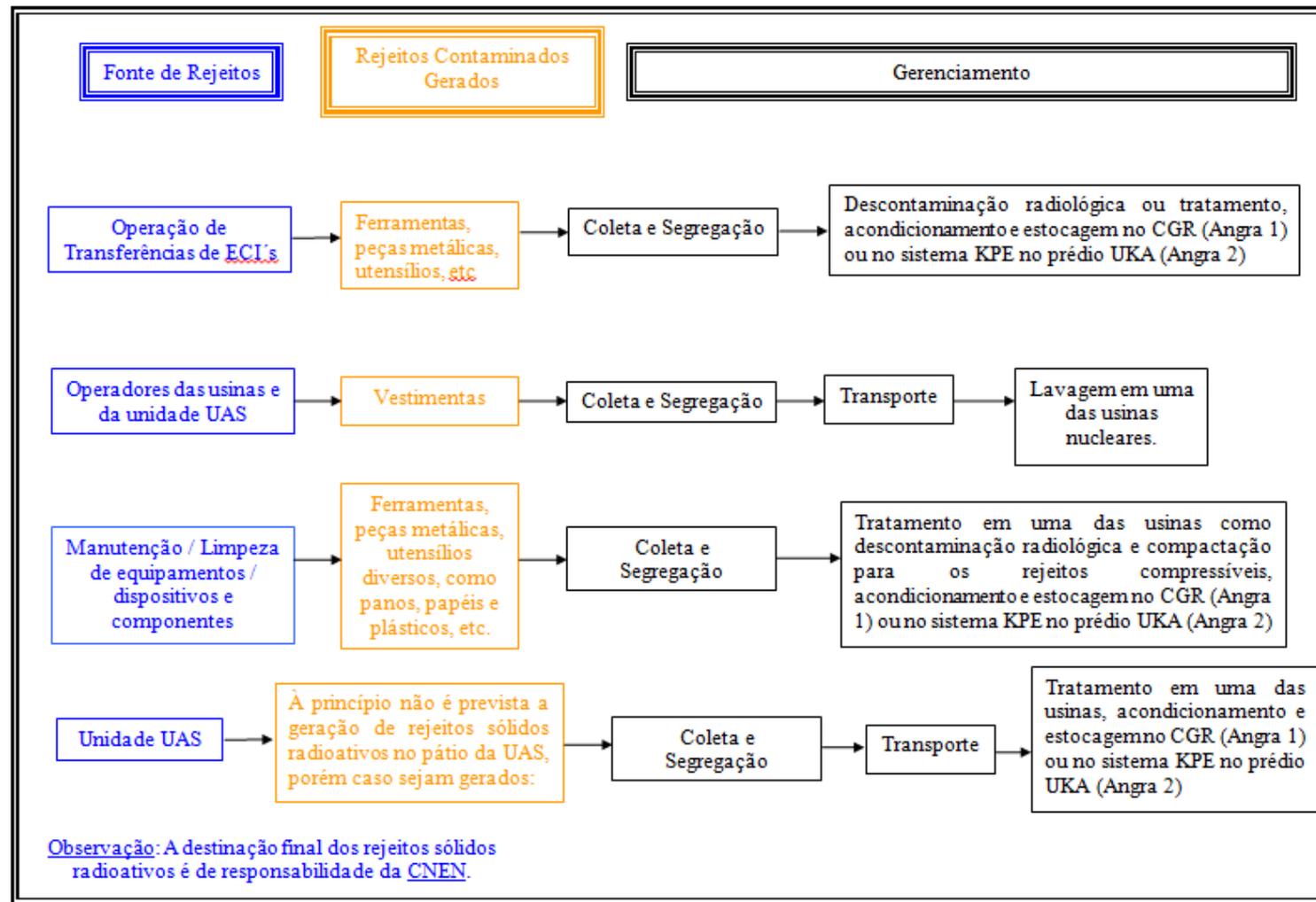
Esses rejeitos serão coletados em sacos plásticos, segregados em área reservada próxima à PCU (no interior de cada Usina Nuclear), e encaminhados para as demais etapas de processamento/tratamento de rejeito sólido radioativo de cada Usina, cuja localização está indicada na Planta de Arranjo Geral apresentada no Apêndice 4.3.2-1.

As vestimentas utilizadas pelos operadores no interior das usinas e na UAS, serão direcionadas para a lavanderia quente da Usina Nuclear, para posterior reuso.

Alguns insumos como lençóis e sacos de polietileno, panos de malha costurada e de algodão, poderão ser utilizados na UAS em atividades diversas, como de manutenção e de limpeza, por exemplo. Não é prevista a contaminação radiológica desses insumos aos serem utilizados no transporte do *Overpack* para a UAS e no seu armazenamento na UAS, porém caso isto ocorra, a área será delimitada pela Proteção Radiológica, os rejeitos serão coletados, embalados em sacolas específicas e enviados para uma das usinas nucleares para processamento/tratamento. O uso destes insumos na UAS produzirá, em condições normais, somente rejeitos sólidos convencionais.

O fluxograma da Figura 4-88 apresenta as principais fontes, os rejeitos sólidos radioativos gerados e o gerenciamento desses rejeitos, no decorrer das operações da UAS.

Figura 4-88 – Fontes Principais, Geração e Gerenciamento de Rejeitos Sólidos Radioativos na Fase de Operação da UAS.



Fonte: Eletronuclear, 2017.

#### 4.4.2.10.2 Principais Insumos e Produtos utilizados nos Sistemas e Operações da UAS

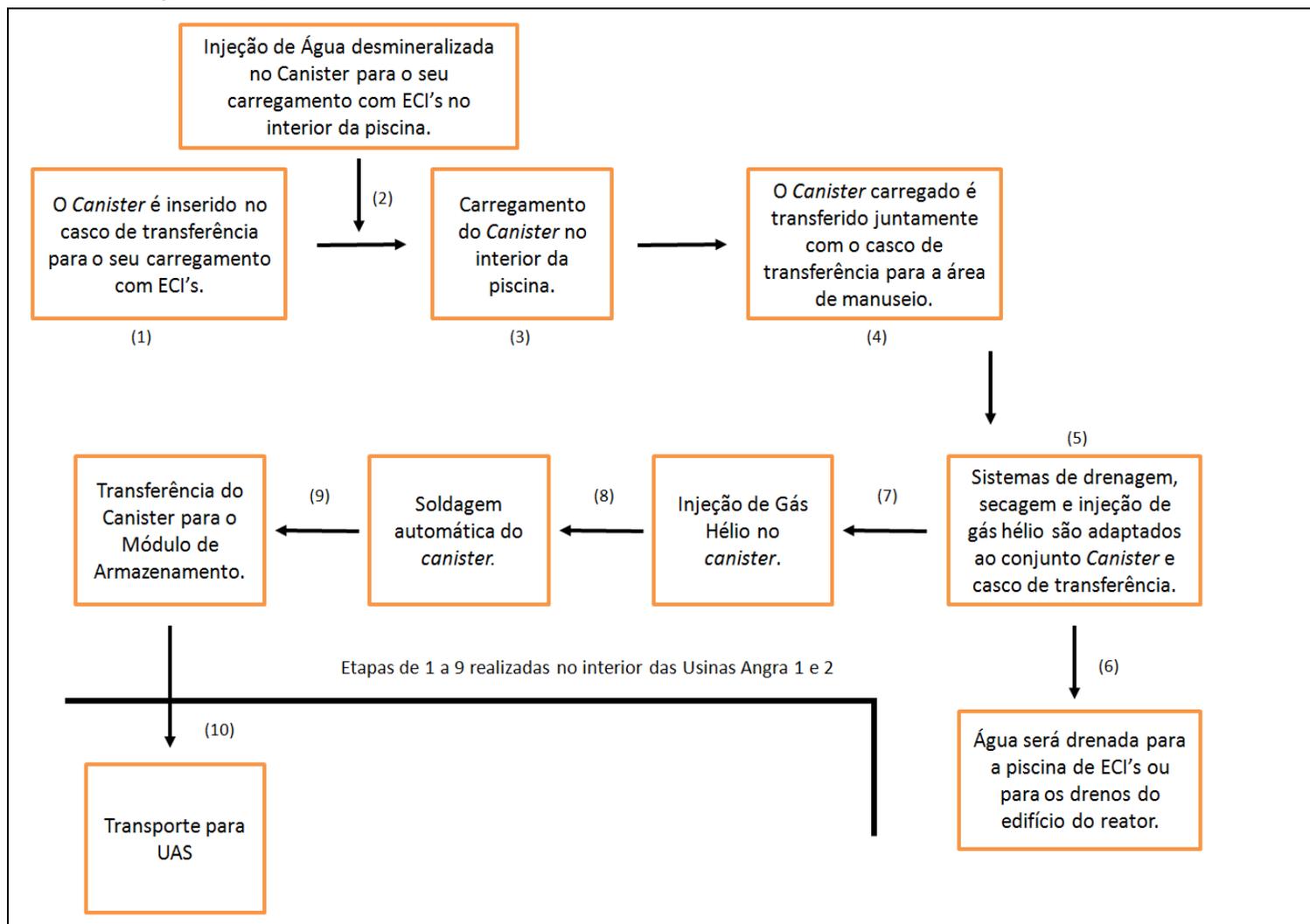
Os principais insumos utilizados na operação de carregamento do *Canister* vazio, e de transferência do *Canister* carregado com ECI's para o módulo de armazenamento são:

- Água Desmineralizada (condutividade  $\leq 0,12 \mu\text{S}/\text{cm}$ , a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ );
- Gás hélio (pureza  $\geq 99,9\%$ , em volume %);
- Gás para Contagem Nuclear (P10 – 90% argônio + 10% metano);
- Lençóis de polietileno para embalagem e proteção gerais;
- Sacos de polietileno (diversos tamanhos) para embalagem e proteção gerais;
- Detergente neutro de uso geral para limpeza de superfícies;
- Produtos de descontaminação pessoal;
- Pano limpos de Malha Costurada (Trapo).
- Panos limpos de algodão e/ou poliéster;
- Peças de vestuário e equipamentos de proteção individual;
- Graxas e lubrificantes para equipamentos.

Em particular, não haverá utilização ou consumo, ainda que eventual, de gases combustíveis, como hidrogênio ou hidrocarbonetos, nas instalações da UAS.

A Figura 4-89 apresenta o diagrama de blocos onde estão indicados os pontos de adição/consumo dos principais insumos de processo – água desmineralizada e gás hélio – a partir da inserção do conjunto *Canister/Casco* de Transferência na Piscina de Casco, até a operação de transporte do Módulo de Armazenamento até a UAS.

Figura 4-89 – Diagrama de Blocos das principais operações de transferência de ECIs, com indicações dos principais insumos de processo (água desmineralizada e gás hélio).



Fonte: Eletronuclear, 2017.

– Insumos

Água Desmineralizada

A Água desmineralizada com condutividade  $\leq 0,12 \mu\text{S}/\text{cm}$  (a  $25^\circ\text{C}$ ) é o principal insumo utilizado no carregamento do *Canister* com os ECI's, bem como na descontaminação e limpeza dos dispositivos, componentes, ferramentas e equipamentos necessários nesta operação.

Para um *Canister* de dimensões 2,6 m de diâmetro e 4,7 m de altura, tem-se que a quantidade de água desmineralizada requerida será de aproximadamente 20 m<sup>3</sup>. Além disso, cerca de 2 m<sup>3</sup> de água desmineralizada serão utilizados para a descontaminação de componentes, equipamentos, dispositivos e ferramentas necessários para esta etapa do processo; e 4 m<sup>3</sup> para descontaminação radiológica de peças metálicas e de ferramentas utilizadas na operação de carregamento do *Canister* com ECIs no sistema de descontaminação estacionário quando necessário.

A água desmineralizada utilizada nas atividades de operacionalização do empreendimento (carregamento do *Canister* com os ECI's, bem como na descontaminação e limpeza dos dispositivos, componentes, ferramentas e equipamentos) será proveniente das próprias PCUs das Usinas, e/ou do Sistema GHC de suprimento de Água Desmineralizada; sua produção é feita pelo Sistema GC na usina de Angra 2 cuja capacidade é 90 m<sup>3</sup>/h ou 65.000 m<sup>3</sup>/mês.

É importante ressaltar que, considerando que o carregamento de todos os *Canisters* com os ECI's levará em média de dois a três meses, por usina, com conclusão estimada para o primeiro semestre de 2021 (conforme cronograma de operação apresentado no item 4.4.2.1.2) não cabe citar seu consumo em base mensal, e sim por *Canister* processado (Total de 15, sendo 06 oriundo da usina Angra 1 e 09 da usina Angra 2), resultando na necessidade de um total de 390 m<sup>3</sup> de água desmineralizada. Outrossim, toda água desmineralizada, necessária as atividades de carregamento do *Canister* com os ECI's, será oriunda da própria PCU da usina, e retornará a mesma logo após sua utilização.

Gás hélio

O gás hélio, com pureza  $\geq 99,999\%$ , em volume %, será utilizado como gás inerte, na transferência do calor residual dos ECIs, inseridos no interior dos *Canisters*.

Esse gás será fornecido em cilindros do tipo “T” de aço-carbono (capacidade nominal: 50 litros d’água), a 200 atm, contendo 8,5 m<sup>3</sup> normais do gás. Cada *Canister* poderá requerer, em média, cerca de 5,0 m<sup>3</sup> normais de gás hélio. É normalmente consumido nas usinas Angra 1 e Angra 2 e mantido permanentemente em estoque, em almoxarifado próprio para cilindros de gases no interior da CNAAA. O mesmo não precisará ser mantido em estoque no interior das usinas; será requisitado sempre que necessário for, apenas para o processamento dos *Canisters*, quando essas operações ocorrerem em cada usina.

#### Gás para Contagem Nuclear (P10)

A mistura gasosa conhecida como “P10”, de composição (em fração molar) 10% Metano e 90% Argônio, será utilizada nos portais de controle de radiação, para o acesso de pessoas na UAS. Esse gás não é radioativo e nem se torna radioativo ao ser utilizado como gás de contagem. Como a UAS é uma instalação aberta, o gás de contagem, após circular através dos dispositivos de detecção de radiação, é liberado para a atmosfera.

Estima-se que poderão ser consumidos cerca de 2 (dois) cilindros “T”, de aço-carbono, por ano (um cilindro “T” tem capacidade nominal de 50 litros d’água, sendo que cada cilindro é fornecido com 168 atm de pressão, contendo cerca de 8,6 m<sup>3</sup> normais dessa mistura gasosa). 2 (dois) cilindros “T” de gás P10 serão mantidos permanentemente justapostos à guarita da UAS, protegido das intempéries. Depois de vazios, os cilindros serão substituídos por novos cilindros cheios com mistura “P10”.

#### Lençóis de Polietileno

Lençóis de polietileno serão utilizados em quaisquer etapas do processo, ou seja, desde a remoção dos ECIs da PCU até o posicionamento dos módulos de armazenamento na UAS, sempre que se façam necessários, como material de embalagem e de proteção. Lençóis de polietileno são insumos comumente utilizados, rotineiramente, em várias operações no interior das próprias usinas Angra 1 e Angra 2, sempre com objetivos de embalagem e/ou de proteção.

O polietileno é um produto essencialmente puro quimicamente e isento de aditivos químicos, fornecido em rolos, em excelente estado de limpeza, basicamente livre de impurezas de toda ordem. Essas características, associadas às suas demais propriedades químicas e físicas, recomendam sua utilização no interior de recintos

“*clean*” de instalações nucleares, nelas não introduzindo impurezas e não sendo capaz de impregnar os materiais com ele embalados, ou protegidos, com quaisquer resíduos.

As limitações de uso do polietileno dizem unicamente respeito ao fato de ser um polímero termoplástico, fusível a temperaturas pouco acima de 100 °C. Por ser um material combustível, as quantidades de polietileno serão limitadas às necessidades de uso apenas, bem como sempre mantidas distantes de fontes térmicas ou de ignição.

Lençóis de polietileno com espessuras entre 0,1 e 0,2 mm, de diversos comprimentos e larguras, são utilizados para várias finalidades, todas elas basicamente relacionadas à proteção contra contaminações e ao isolamento de materiais contaminados, bem como às necessidades de embalagem de itens a serem segregados, por qualquer razão.

O consumo de lençóis de polietileno é variável e descontínuo, estimado em cerca de 5 kg no processamento de cada *Canister*. Polietileno eventualmente contaminado radiologicamente constituirá rejeito sólido radioativo, caso seja gerado na etapa de carregamento dos *Canisters* com ECIs no interior das usinas nucleares, serão coletados, segregados e triturados, prensados e acomodados em tambores de 200 l para rejeitos ditos “compactáveis”, caso sejam gerados na UAS, serão coletados, segregados e inseridos em embalagens específicas para serem processados em uma das usinas nucleares conforme explicado anteriormente.

### Sacos de Polietileno

Sacos de polietileno, de diversas dimensões, são, em determinadas circunstâncias, preferíveis em lugar dos lençóis de polietileno. Destinam-se à embalagem e/ou à proteção de pequenos itens contaminados ou que devam ser mantidos a salvo de contaminações, normalmente pequenos objetos, ferramentas e peças pequenas de dimensões variadas.

Sacos de polietileno são fornecidos em espessuras entre 0,1 e 0,2 mm. O consumo desses materiais é estimado em 0,5 kg, aproximadamente, por *Canister* processado no interior de Angra 1 e Angra 2.

As propriedades e limitações do polietileno, assim como o destino a ser dado a rejeitos sólidos contaminados, estão genericamente descritos no subitem anterior.

### Detergente Neutro de Uso Geral para Limpeza de Superfícies

Detergentes neutros, próprios para utilização em instalações nucleares, serão utilizados na limpeza de superfícies de pisos, paredes, etc., sempre aplicados com o uso de panos próprios de algodão alvejado e livre de resíduos, ou de poliéster livre de fiapos. Cerca de 1 kg de detergente neutro serão consumidos no processamento de cada *Canister*.

### Produtos de Descontaminação Pessoal

Produtos químicos (Septoman, permanganato de potássio e bissulfito de sódio) serão utilizados em métodos de descontaminação de pessoas e serão mantidos disponíveis permanentemente e nas quantidades necessárias, ao lado de itens destinados a “pequenos socorros”, para pronto atendimento de pequenas ocorrências que não demandem transferências de pessoas às unidades de atendimento (hospitais, ambulatorios) da região. Esses produtos são os mesmos comumente utilizados e necessários ao pronto atendimento de contingentes humanos no interior de instalações nucleares, como nas Usinas Nucleares e, do mesmo modo, o serão no âmbito da UAS.

As quantidades e itens disponíveis, tanto para fins de descontaminação pessoal, quanto para “pequenos socorros”, serão proporcionalmente os mesmos existentes nas demais instalações nucleares (usinas nucleares) vizinhas a UAS, utilizados com esses mesmos objetivos.

O produto Septoman (detergente), o permanganato de potássio (solução aquosa a 4%) e o bissulfito de sódio (solução aquosa a 4%) serão utilizados somente em caso de contaminações de pessoas com impurezas radioativas. O detergente Septoman será utilizado na limpeza das mãos, do corpo e também dos cabelos. Seu pH é aproximadamente 5,5 e é livre de sabões. Apresenta baixa tendência a formação de espuma e baixa volatilidade a altas temperaturas. Além disso, é isento de cloreto, de polímeros orgânicos parcialmente solúveis em água e de compostos orgânicos de silício. A solução de permanganato de potássio a 4% será apenas utilizada no caso do uso do detergente Septoman não ser suficiente para a remoção da contaminação. E desta forma, a solução de bissulfito de sódio a 4% será utilizada para a remoção/destruição química da solução de permanganato de potássio.

### Pano de Malha Costurada (Trapo)

São panos constituídos fabricados de malhas de fibras de algodão ou, eventualmente, com malhas de fibras sintéticas; utilizados na limpeza em geral da área delimitada para o manuseio do *Canister* (etapa de transferência de ECIs para o *Canister* que ocorre no interior das usinas), do Casco de Transferência e do módulo de armazenamento.

São tecidos limpos, isentos de sujeira e umidade, não possuem botões ou fechos (produto rígido), apresentam boa resistência mecânica e os tecidos (retalhos) deverão ser predominantemente de cores claras e com uniformidade nos tipos de tecidos utilizados.

Fisicamente são retalhos retangulares medindo 25 x 30 cm ou com variações em torno de 10 cm tendo os mesmos com dimensões uniformes, costurados com pontos regulares e bem fixados.

Estima-se que o consumo aproximado de panos será de 5 kg de panos no processamento de cada *Canister*. Caso ocorra a eventual contaminação radiológica destes panos (nas usinas nucleares ou na UAS), o destino será o mesmo dos lençóis e sacos de polietileno.

### Peças de Vestuário e Equipamentos de Proteção Individual

Peças de vestuário usuais e equipamentos de proteção individual usuais, tais como: macacões de algodão, gorros de proteção de algodão, meias de algodão, luvas de algodão, camisetas de algodão, luvas de látex, luvas de polietileno, sapatos de couro polido e com solado especial antiderrapante, capacetes de proteção, confeccionados com policloreto de vinilo (PVC) ou com poliamidas (“NOMEX”, ou similar), óculos de proteção (confeccionados de materiais plásticos apropriados), protetores auriculares, máscaras de proteção, e aventais de proteção serão utilizados na UAS. Outros equipamentos, tais como roupas de proteção que proporcionem isolamento do usuário em relação à atmosfera (pseudoescafandros), e providas com alimentação de ar externo, aventais especiais contendo absorventes de radiação (p. ex.: placas de chumbo), etc., não serão necessários às operações na UAS, mas, apenas e eventualmente, nas operações relativas ao processamento de cada *Canister* ainda no interior de cada usina. Todos os equipamentos e peças de vestuário que se façam necessários já são normalmente disponíveis no interior das próprias usinas.

As peças de vestuário e equipamentos de proteção individual serão mantidos na própria UAS, nas quantidades necessárias, e destinados ao contingente humano de sua operação, além de quantidades adicionais, necessárias ao pessoal extraordinário de apoio que precise estar presente na UAS, bem como para visitantes. Essas quantidades são apresentadas no Quadro 4-11, nas quais serão enviadas à lavanderia de uma das Usinas para o reuso.

### Graxas e Lubrificantes

Graxas e lubrificantes de maneira geral, com base mineral (derivados do petróleo) e com bases sintéticas, contendo aditivos próprios e necessários às funções de lubrificação a serem desempenhadas, serão utilizados em equipamentos estáticos, móveis e deslizantes que requeiram lubrificação na UAS, ou nas etapas de transferência de ECIs para o módulo de armazenamento e do transporte do mesmo para a UAS. Caixas de redução, mancais de motores, rolamentos, dispositivos de deslocamento (pontes móveis, por exemplo), mecanismos de acionamento automático, cabos para elevação e movimentação de cargas, etc., são equipamentos lubrificados.

Os lubrificantes destinados aos equipamentos envolvidos na preparação dos *Canisters* no interior das usinas já são disponíveis nas próprias usinas. Por outro lado, os lubrificantes necessários aos equipamentos fora dessas usinas, bem como pertencentes ao acervo da UAS, serão requisitados, sempre que for necessário, aos almoxarifados de lubrificantes existentes no âmbito da CNAAA, nas quantidades requeridas para cada componente.

As designações dos produtos lubrificantes utilizados, as quantidades requeridas desses produtos, os pontos de lubrificação, bem como as periodicidades de relubrificações recomendadas, para cada item que requeira lubrificação, são objeto das chamadas “cartas de óleos” para a UAS, para todos os itens lubrificados que abrigue. Cartas de óleo serão elaboradas no projeto da Unidade e mantidas atualizadas pelo Setor de Manutenção (Almoxarifado) da UAS, do mesmo modo como se procede nas Usinas Nucleares Angra 1 e Angra 2.

O Quadro 4-10 apresenta um resumo dos insumos descritos acima, contendo suas características, quantidades e formas de acondicionamento e recebimento na UAS.

Quadro 4-10 – Principais Insumos a Serem Utilizados na Operação da Unidade.

Produto	Local de utilização	Estado Físico	Concentração	Quantidade Estocada na Unidade	Consumo por Canister	Acondicionamento	Forma de Recebimento
Água desmineralizada	Área de manuseio dos <i>Canisters</i> para carregamento (próximo às PCUs)	Líquido	Condutividade: ≤ 0,12 μS/cm, 25°C (Angra 2), ≤ 0,2 microS/cm (Angra 1).	Distribuída pelo Sistema de suprimento de água desmineralizada GHC de Angra 2 – capacidade – 2 tanques de 500 m <sup>3</sup> cada; STA de Angra 1 – capacidade de 1 Tanque de 456 m <sup>3</sup> .	Ca. 26 m <sup>3</sup>	n.a.	Tubulações de processo
Gás hélio	Área de manuseio dos <i>Canisters</i> para carregamento (próximo às PCUs)	Gasoso	Pureza: ≥ 99,999%	2 cilindros “T” (Ca. 17 Nm <sup>3</sup> )	Ca. 5 Nm <sup>3</sup>	Cilindros “T” (capacidade: 50 L d’água)	Cilindros “T” aço - carbono
Gás para Contagem Nuclear (P10)	Portal de acesso de pessoas na guarita da UAS	Gasoso	90% Argônio e 10% metano	2 cilindros “T” na UAS	Ca. 17 Nm <sup>3</sup> /ano	Cilindros “T” (50L d’água de capacidade)	Cilindros “T” aço - carbono
Lençóis de polietileno	Área de manuseio dos <i>Canisters</i> para carregamento (próximo às PCUs) e UAS	Sólido	100% polietileno	50 Kg na UAS	Ca. 5 Kg	n.a.	rolos

Produto	Local de utilização	Estado Físico	Concentração	Quantidade Estocada na Unidade	Consumo por Canister	Acondicionamento	Forma de Recebimento
Sacos de polietileno	Área de manuseio dos <i>Canisters</i> para carregamento (próximo às PCUs) e UAS	Sólido	100% polietileno	10 Kg na UAS	Ca. 0,5 Kg	Sacos de polietileno	Sacos de polietileno
Detergente Neutro (Limpeza de Superfícies)	Área de manuseio dos <i>Canisters</i> para carregamento (próximo às PCUs) e UAS	Líquido	n.a.	20 Kg na UAS	Ca. 1 Kg	Frascos de PET, de 1 Kg	Frascos de PET
Produtos de descontaminação pessoal	Usinas nucleares e UAS	Líquido	Comercial usual	10 Kg na UAS	n.a.	Frascos de PET, de 1 Kg	Frascos de PET
Pano Malha Costurada (Trapo)	Área de manuseio dos <i>Canisters</i> para carregamento (próximo às PCUs) e UAS	Sólido	n.a.	10 Kg na UAS	5 Kg	Fardos de 10 Kg	Fardos de 10Kg
Panos limpos de algodão e de poliéster	Área de manuseio dos <i>Canisters</i> para carregamento (próximo às PCUs) e UAS	Sólido	n.a.	2 Kg na UAS	Variável	Fardos de 5 Kg	Fardos de 5 Kg
(*) Vestuário e EPI	-	Sólido	-	-	-	-	-

<b>Produto</b>	<b>Local de utilização</b>	<b>Estado Físico</b>	<b>Concentração</b>	<b>Quantidade Estocada na Unidade</b>	<b>Consumo por Canister</b>	<b>Acondicionamento</b>	<b>Forma de Recebimento</b>
Graxas e Lubrificantes	Área de manuseio dos <i>Canisters</i> para carregamento (próximo às PCUs) e UAS	Líquido/ sólido	Comercial	Disponíveis em almoxarifados da CNAAA	n.a.	Latas, baldes e tubos	Latas, baldes e tubos

(\*) No Quadro 4-11, está apresentado o detalhamento do vestuário e EPI.

Fonte: Eletronuclear, 2017.

Quadro 4-11 – Previsão de Equipamentos de Proteção Individual e Vestuário utilizados para operação da Unidade.

Vestuário / EPI	Local de utilização	Estado Físico	Concentração	Quantidade Estocada na UAS*	Movimentação Semanal	Acondicionamento	Forma de Recebimento
Macacões de algodão	Proteção pessoal	Sólido	n.a	4	2	Sacos de polietileno	Sacos de polietileno
Gorros de algodão	Proteção pessoal	Sólido	n.a	4	2	Sacos de polietileno	Sacos de polietileno
Meias de algodão (pares)	Proteção pessoal	Sólido	n.a	6	2	Embalagens de celofane	Embalagens de celofane
Camisetas de algodão (pares)	Asseio pessoal	Sólido	n.a	4	2	Embalagens de polietileno	Embalagens de polietileno
Luvas de algodão (pares)	Proteção pessoal	Sólido	n.a	10	4	Embalagens de polietileno	Embalagens de polietileno
Luvas de látex (pares)	Proteção pessoal	Sólido	n.a	10	4	Caixas de papelão	Caixas de papelão
Luvas de polietileno (pares)	Proteção pessoal	Sólido	n.a	100	10	Caixas de papelão	Caixas de papelão
Sapatos (pares diversos tamanhos)	Proteção pessoal	Sólido	n.a	4	n.a	Caixas de papelão	Caixas de papelão
Capacetes de proteção	Proteção pessoal	Sólido	n.a	12	n.a	Sacos de polietileno	Sacos de polietileno

Vestuário / EPI	Local de utilização	Estado Físico	Concentração	Quantidade Estocada na UAS*	Movimentação Semanal	Acondicionamento	Forma de Recebimento
Protetores auriculares	Proteção pessoal	Sólido	n.a	6	n.a	Sacos de polietileno	Sacos de polietileno
Óculos de proteção	Proteção pessoal	Sólido	n.a	4	n.a	Sacos de polietileno	Sacos de polietileno
Máscaras de proteção	Proteção pessoal	Sólido	n.a	2	n.a	Sacos de polietileno	Sacos de polietileno
Aventais de proteção	Proteção pessoal	Sólido	n.a	4	2	Sacos de polietileno	Sacos de polietileno
Fitas adesivas (rolos de 5 m)	Proteção pessoal	Sólido	n.a	6	1	Sacos de polietileno	Sacos de polietileno

(\*) Valores estimados.

Fonte: Eletronuclear, 2017.

#### 4.4.2.10.3 Sistemas de Controle de Rejeitos Radioativos

Conforme descrito no item 4.4.2.10.1 deste capítulo, não há previsão de geração de rejeitos radioativos nas instalações da UAS, visto que rejeitos sólidos e líquidos gerados nas manobras de preparo para a transferência dos ECIs, no interior das próprias Usinas, serão tratados pelos sistemas de tratamento de rejeitos já existentes nas mesmas, não havendo, portanto, qualquer necessidade de medidas de controle adicionais de monitoração de radiação na UAS.

Caso seja necessário, serão implementadas modificações de projeto na Instrumentação e Controle de Sistemas de Tratamento de Rejeitos já existentes nas Usinas, de forma a monitorar possíveis demandas provenientes das manobras para o transporte dos ECIs nas Usinas Angra 1 e Angra 2.

##### – Rejeitos Líquidos Radioativos

Não se espera a geração e, conseqüentemente, tratamento/controle de rejeitos líquidos radioativos na área de operação da UAS, considerando que todas as atividades que demandem quaisquer insumos líquidos que possam gerar rejeitos, serão realizadas nos respectivos edifícios, no interior das Usinas, e seus rejeitos tratados pelos sistemas de tratamento existentes nas Usinas.

As graxas e os lubrificantes utilizados nos equipamentos estáticos, móveis e deslizantes da UAS, poderão, mesmo que de forma ínfima, ser contaminados radiologicamente. Em qualquer evento desse gênero, o gerenciamento desses rejeitos será realizado com a coleta e posterior acondicionamento em bombonas de plásticos, em que serão enviadas para uma das usinas da CNAEA, para destino apropriado.

Não é previsto sistema de controle para rejeitos líquidos radioativos na UAS, uma vez que esses rejeitos não serão gerados com estas características na UAS, nem em caso de acidentes.

##### – Rejeitos Sólidos Radioativos

Em condições normais, não se considera a geração de rejeitos sólidos radioativos na área de operação da UAS, pois as atividades que demandam a utilização de insumos, que possam gerar estes rejeitos, serão realizadas unicamente no interior dos respectivos edifícios, ou seja, nas próprias Usinas.

Embora não seja prevista, caso ocorra a geração de rejeitos sólidos, estes serão coletados e monitorados durante todas as etapas de gerenciamento de

rejeitos sólidos radioativos conforme os procedimentos usuais da área de Proteção Radiológica. O Pessoal técnico responsável da Proteção Radiológica classificará os embalados, medirá as taxas de dose, pesará, sinalizará e identificará o embalado, avaliando posteriormente o nível de contaminação externa transferível de sua superfície. Caso este rejeito não esteja contaminado, será descartado como rejeito sólido industrial de acordo com os procedimentos usuais aplicados da Eletronuclear. Porém, estando contaminados, após as etapas de coleta, classificação (rejeitos compactáveis e não compactáveis), segregação e acondicionamento em embalagens específicas que serão realizadas ainda na UAS, estes rejeitos serão enviados para uma das usinas nucleares da CNAEA para as etapas de compactação e/ou imobilização em matriz sólida e posterior armazenamento inicial no CGR ou no interior do prédio UKA de Angra 2.

#### 4.4.2.10.4 Estimativa de Volumes Máximos de Rejeitos Gasosos e Líquidos Radioativos Gerados na Operação da UAS

Conforme indicado no subitem deste capítulo, não é prevista a geração de rejeitos gasosos e líquidos radioativos na UAS. Esta geração também não é prevista no caso de acidentes postulados devido às concepções de projeto do *Canister* utilizado. Desta forma, não se considera a presença de substâncias radioativas (gases nobres, aerossóis, trício e iodo) na atmosfera envolvendo essa instalação.

Também, conforme indicado neste documento, em condições normais, os rejeitos líquidos radioativos serão unicamente provenientes da utilização da água desmineralizada para o carregamento do *Canister* com os ECIs, podendo esta água ser fornecida pela própria Piscina de Combustíveis Usados (PCUs) de cada Usina, ou alternativamente pelo sistema de Suprimento de água desmineralizada (presente em cada usina). Caso a própria água da PCU venha a ser utilizada no carregamento dos *Canisters*, não haverá produção adicional de rejeitos líquidos, posto que essa água retornará para a própria PCU. Os rejeitos líquidos radioativos, caso sejam gerados, serão oriundos apenas da utilização da água desmineralizada para descontaminação e limpeza de equipamentos, peças metálicas e dispositivos mecânicos necessários para o carregamento dos *Canisters* com ECIs.

Para um *Canister* de dimensões 2,6 m de diâmetro e 4,7 m de altura, tem-se que a quantidade de água desmineralizada (ou água de PCU) requerida será de aproximadamente 20 m<sup>3</sup> no seu carregamento.

Após o carregamento do *Canister* com os ECIs, a água remanescente será drenada pelo sistema de drenagem adaptado ao conjunto *Canister* e Casco de Transferência para a mesma PCU ou para o sistema de drenagem do edifício do reator. Além disso, cerca de 2 m<sup>3</sup> de água desmineralizada serão utilizados para a descontaminação de componentes, equipamentos, dispositivos e ferramentas necessários para esta etapa do processo. Esse volume será também descartado no interior da PCU ou para o sistema de drenagem do edifício do reator.

Caso seja requerida a descontaminação radiológica de peças metálicas e de ferramentas utilizadas na operação de carregamento do *Canister* com ECIs no sistema de descontaminação estacionário da própria usina, tem-se que, dependendo do tamanho, da geometria e do grau de contaminação radiológica, poderão ser gerados até 4 m<sup>3</sup> de rejeitos líquidos radioativos adicionais.

A contaminação radiológica de graxas e óleos lubrificantes utilizados em componentes e equipamentos empregados nas operações com os *Canisters* será insignificante ou, mais provavelmente, inexistente no interior das usinas e na UAS. De qualquer modo, e em qualquer circunstância, todas as usinas já possuem esquemas próprios para gerenciamento de lubrificantes contaminados radiologicamente, caso venham a ser gerados. Na UAS não se considera qualquer geração de graxas e lubrificantes contaminados radiologicamente.

Como todos os ECIs (tanto de Angra 1 quanto de Angra 2) devem ser transferidos para armazenamento na UAS até o primeiro semestre de 2021, a estimativa dos rejeitos líquidos radioativos gerados nas operações de processamento de *Canisters* ainda no interior das usinas nucleares, está apresentada na Tabela 4-3 em função do carregamento de cada *Canister*.

Tabela 4-3 – Estimativas de volumes máximos de rejeitos líquidos radioativos gerados nos carregamentos de *Canisters*, no interior das Usinas Nucleares.

<b>Efluente Líquido Radioativo</b>	<b>Geração em função do carregamento de cada <i>Canister</i> em m<sup>3</sup></b>	<b>Volume máximo gerado no carregamento de todos os <i>Canisters</i> em m<sup>3</sup></b>
Carregamento do <i>Canister</i> com os ECIs	20 (*)	300 (*)
Descontaminação de componentes, equipamentos, dispositivos e ferramentas	2	30
Descontaminação radiológica de peças metálicas e de ferramentas	4	60
Graxas e Lubrificantes	0	0

(\*) Valores válidos para utilização de água desmineralizada no carregamento dos *Canisters*; caso nesse carregamento seja utilizada água da Piscina de Combustíveis Usados (PCU), após terminado o carregamento dos *Containers* essa água retornará à própria PCU.

Fonte: Eletronuclear, 2017.

#### 4.4.2.10.5 Estimativa de Volumes Máximos de Resíduos Sólidos Radioativos Gerados na Operação da UAS

Em condições normais, não é prevista a geração de rejeitos sólidos radioativos na operação de transferência dos ECIs para os módulos de armazenamento, assim como no seu transporte e armazenamento na UAS.

Caso venha ocorrer a geração de rejeitos sólidos radioativos na UAS, estes serão gerenciados adequadamente com supervisão da área de Proteção Radiológica da CNAAA. Esses rejeitos serão coletados, segregados e inseridos em sacos plásticos específicos ou embalagens coletoras adequadas, para posteriormente receberem o tratamento, acondicionamento e o armazenamento adequado. Os rejeitos sólidos radioativos serão coletados e monitorados durante a segregação conforme os procedimentos da área de Proteção Radiológica da CNAAA. O técnico responsável da Proteção Radiológica classifica os embalados, mede as taxas de dose, pesa, sinaliza e identifica o embalado, avaliando posteriormente o nível de contaminação externa transferível de sua superfície. Sua classificação será de acordo com a Norma CNEN-NN-8.01 – Gerência de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação (Resolução Nº 167 de 30 de abril de 2014).

Qualquer rejeito sólido não contaminado resultante da operação na UAS será considerado como resíduo e descartado como resíduo industrial, de acordo com os procedimentos internos da CNAAA.

Os panos, papéis e até mesmo plásticos utilizados na secagem, limpeza e manutenção dos equipamentos, dispositivos e peças metálicas utilizados na transferência dos ECIs, caso venham a ser contaminados radiologicamente, serão segregados como rejeitos radioativos compactáveis. Estes materiais compressíveis serão triturados e compactados por prensa hidráulica para redução de volume e acondicionados em tambores de 200 L. Na Usina Nuclear Angra 1, estes rejeitos serão estocados temporariamente no Centro de Gerenciamento de Rejeitos (CGR) e na Usina Nuclear Angra 2 na sala de armazenagem de rejeitos radioativos sólidos.

Não é prevista a geração de peças metálicas contaminadas radiologicamente, que não possam ser descontaminadas e reaproveitadas. Peças de borracha (elastômeros), lençóis e sacos de polietileno, panos de algodão e de poliéster, mangueiras de plásticos, etc., utilizados na operação de transferência de ECIs para a UAS, serão segregados como rejeitos sólidos radioativos compactáveis, se estiverem contaminados radiologicamente. Estima-se a geração de no máximo 100 kg desses rejeitos sólidos no carregamento de todos os ECIs previstos a serem armazenados na UAS. Estes rejeitos serão tratados nas próprias usinas nucleares em que forem gerados, de acordo com métodos já consagrados e normalmente utilizados nessas mesmas usinas para seus respectivos rejeitos sólidos gerados.

Não é prevista a geração de rejeitos sólidos, tampouco radioativos, para condições normais, durante o transporte do Módulo de Armazenamento até a UAS, assim como durante todo o tempo do seu armazenamento na UAS. Fora das condições normais, caso seja gerado esse tipo de rejeito, a área afetada em questão será delimitada e esses rejeitos coletados, segregados e remetidos a uma das instalações nucleares (Usinas) da CNAEA.

As vestimentas utilizadas pelos operadores em todas as operações relacionadas, desde o carregamento dos *Canisters* até o posicionamento final dos Módulos de Armazenamento na UAS, serão lavadas na Lavanderia Quente para posterior reuso. Os equipamentos de proteção individual serão constantemente monitorados. Em caso de contaminação radiológica, a Proteção Radiológica executará os procedimentos requeridos para a descontaminação do EPI ou, alternativamente, sua destinação como resíduo sólido contaminado compactável.

#### 4.4.2.11 Sistemas de Saneamento Ambiental (Resíduos e Efluentes Não Radioativos)

##### 4.4.2.11.1 Introdução

Os resíduos e efluentes não radioativos serão gerados pelos vários sistemas não nucleares, que utilizam substâncias químicas com diversos fins. Os resíduos podem ser sólidos e os efluentes convencionais podem ser gasosos e líquidos. Os resíduos e efluentes serão tratados ou processados antes de serem liberados para o meio ambiente, dentro dos limites estabelecidos pelas normas específicas.

A seguir, serão abordados os resíduos e efluentes não radioativos produzidos tanto para a fase de instalação, como para a fase de operação da UAS.

##### 4.4.2.11.2 Fontes de Geração de Efluentes e Resíduos Não Radioativos

- Implantação

- a. Resíduos Sólidos Não Radioativos

Na fase de implantação da UAS, serão gerados os seguintes resíduos sólidos não radioativos, sendo:

- Resíduos orgânicos;
- Lamas provenientes de limpezas de áreas de implantação e acessos;
- Entulhos em geral provenientes da obra básica;
- Sobras de madeira provenientes de execução de formas e desformas;
- Pontas de vergalhão de aços de construção provenientes de sobras do beneficiamento de aço;
- Panos ecológicos contaminados com óleo, tintas e solventes;
- Lâmpadas queimadas utilizadas nas instalações elétricas provisórias;
- Latas de tintas; latas de solventes vazias e restos de granalhas de aço provenientes do processo de pintura;
- Blocos de rocha e pó de pedra proveniente de tratamento do talude rochoso e fundação;

- Restos de concreto e argamassas provenientes da execução das estruturas e acabamentos de piso;
- Resíduos sólidos provenientes das atividades administrativas, tais como: papel, papelão, cartucho de tinta, plásticos e panos de limpeza.

*b. Efluentes Líquidos Não Radioativos*

Os principais efluentes líquidos não radioativos a serem gerados na fase de implantação são:

- Produtos de limpeza química provenientes do sistema de pintura;
- Restos de tintas e solventes provenientes do sistema de pintura;
- Esgoto sanitário proveniente das instalações provisórias dos vestiários, sanitários e caixas de gordura da obra;
- Resíduos líquidos de calda de cimento provenientes do Tanque de bate-lastro da central de concreto;
- Óleo lubrificante usado proveniente dos equipamentos utilizados durante a construção;
- Água de lavagem de veículos.

*c. Efluentes Gasosos Não Radioativos*

Praticamente serão aqueles provenientes da combustão do óleo diesel usado nas máquinas e equipamentos utilizados para construção da UAS.

- Operação

Rejeitos não radioativos também serão gerados na fase de operação da UAS, associados basicamente às atividades realizadas nas áreas de almoxarifado e guarita de controle e acesso.

a. Resíduos Sólidos Não Radioativos

Os principais resíduos sólidos a serem gerados na fase de operação do Empreendimento são:

- Sucata ferrosa;
- Resíduo orgânico;
- Sucata de alumínio;
- Sucata de inox;
- Sucata de cabos mistos / fios de cobre e alumínio;
- Plásticos;
- Papel, papelão;
- Panos ecológicos não contaminados;
- Sucata de bronze;
- Latas com borra de tinta;
- Louças e vidros;
- Resíduo de tinta e solvente;
- Sucata de madeira;
- Panos ecológicos contaminados com óleo, tinta e solvente;
- Pilhas e baterias;
- Cartuchos de tinta;
- Lâmpadas.

b. Efluentes Líquidos Não Radioativos

Os principais efluentes líquidos a serem gerados na fase de operação da UAS são os esgotos sanitários domésticos da Guarita e Almojarifado da UAS e águas pluviais, conforme será abordado na seção 4.4.2.11.3 deste documento, na fase de operação.

c. Efluentes Gasosos Não Radioativos

Durante a operação normal da Unidade, a única emissão será aquela proveniente da combustão do óleo diesel usado nos equipamentos utilizados para transporte do conjunto *Canister* – Casco de Transferência, ou Módulo de armazenamento, das Usinas à UAS.

4.4.2.11.3 Processos de Geração de Efluentes Líquidos Não Radioativos

– Implantação

Os principais efluentes líquidos gerados na fase de implantação serão os provenientes do tratamento dos esgotos sanitários domésticos das instalações provisórias da obra, como: vestiários, sanitários e caixas de gordura do refeitório, e os efluentes líquidos provenientes da água de decantação do Tanque de bate-lastro da central de concreto.

Todos os efluentes líquidos, antes de serem liberados para o meio ambiente, serão processados e tratados de modo que seus poluentes, eventualmente presentes (e/ou que excedam os limites permitidos para a liberação ao meio ambiente), sejam reduzidos a valores abaixo dos limites máximos de concentração para liberação, dentro dos valores estabelecidos nas legislações ambientais vigentes no país.

As águas pluviais serão coletadas pelas redes já existentes no Canteiro de Obras de Angra 3 (o mesmo a ser utilizado para construção da UAS), com dimensionamento suficiente para atender a demanda das obras da UAS.

– Operação

Conforme já mencionado, os efluentes líquidos convencionais gerados na fase de operação da UAS serão esgotos sanitários domésticos, provindos dos banheiros e vestiários da Guarita e Almoxarifado. Tais efluentes deverão ser coletados e destinados para a rede de esgotos sanitários domésticos da área externa à Unidade e posteriormente tratados na Estação provisória de Angra 3 até que se tenha a definição quanto à Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário da CNAAA.

As águas pluviais serão coletadas pelo sistema de drenagem pluvial da área da UAS e lançadas no sistema de drenagem da CNAAA denominado canal UGZ.

Esse sistema deverá ser dimensionado adequadamente, de modo que não haja inundação da área.

#### 4.4.2.11.4 Sistemas de Tratamento de Efluentes Líquidos Não Radioativos

##### – Implantação

Na fase de implantação do empreendimento, os sistemas de tratamento de efluentes líquidos não radioativos necessários serão:

- Sistema de esgoto sanitário;
- Sistema de separador de água e óleo;
- Sistema de Decantação - Laboratório de Concreto;
- Sistema de decantação da água proveniente da lavagem das betoneiras.

Os sistemas de tratamento de efluentes líquidos existentes, que atendem às obras da Usina Angra 3, possuem dimensionamento suficiente para suprir a necessidade do empreendimento da UAS.

A seguir são apresentados estes sistemas e suas características principais.

##### Sistema de Esgotos Sanitários - ETE – Canteiro de Obras

- Sistema de Tratamento: Lodo Ativado com aeração prolongada por ar difuso;
- Dimensionada para atender uma população de 6.000 (seis mil) pessoas (a população máxima estimada para a implantação da UAS é de 205 (duzentos e cinco) pessoas);
- Vazão Média de Projeto: 27,5 m<sup>3</sup>/h considerando a operação dos 03 (três) módulos;
- Vazão Máxima de Projeto: 49,5 m<sup>3</sup>/h considerando a operação dos 03 (três) módulos;
- Carga orgânica: 360 kg DBO/dia;
- Tempo de Lançamento: Lançamento contínuo durante 24 (vinte e quatro) horas por dia (todos os dias da semana);
- Corpo Receptor: Canal de drenagem UGZ.

Em 2013, a ETE do Canteiro de Obras encontrava-se com os três módulos em operação acionados, e com vazões registradas conforme apresentado no Quadro 4-12.

Quadro 4-12 - Vazões do Efluente registradas na entrada da ETE do Canteiro de Obras de Angra 3 - 2013.

ETE – Canteiro de Obras de Angra 3 *	
Mês de referência	Vazão do Efluente (m <sup>3</sup> /mês)
Janeiro	9.354,92
Fevereiro	7.620,36
Março	8.347,37
Abril	8.502,50
Maiο	10.011,57
Junho	8.427,83
Julho	8.227,83
Agosto	10.182,73

Nota: \* No ano de 2017, as vazões médias mensais da ETE do Canteiro de Obras estiveram na ordem de 250m<sup>3</sup>/mês, operando com apenas 1 módulo. Isto ocorre em virtude da paralisação das obras de Angra 3. Portanto, é importante considerar as vazões contidas nesta tabela, que é quando a ETE está operando com os três módulos.

Fonte: Eletronuclear, 2013.

As vazões calculadas de esgotos sanitários, a serem geradas na fase de implantação da UAS, em função do número estimado de trabalhadores envolvidos, são apresentadas no item 4.4.2.11.7 deste documento.

#### Sistemas Separadores de Água e Óleo (Oficina Mecânica)

- Sistema de Tratamento: Tratamento físico-químico, com posterior reutilização do efluente tratado para a própria lavagem de veículos;
- Contempla 3 (três) caixas de retenção de sólidos, uma caixa Separadora de Água e Óleo (S.A.O), com capacidade de tratamento de 800 L/h, uma outra de 5.000 L/h, dispostas em série; uma estação de tratamento compacta para adição de floculante e neutralizante e, por fim, um reservatório de capacidade de 8.000 litros para armazenamento e reuso do efluente tratado;
- Corpo Receptor: Não Aplicável. Sistema fechado.

### Sistema de Decantação - Laboratório de Concreto

- Sistema de Tratamento: Físico-químico composto por 3 (três) caixas de decantação, 1 (uma) canaleta de filtração e um Tanque de 1 m<sup>3</sup>. O sistema contempla a dosagem de solução floculante / polímero para acelerar o processo de decantação das partículas em suspensão e neutralizar o pH. O efluente tratado é reutilizado na umectação das vias e/ou enchimento dos Tanques para submersão dos corpos de prova;
- Corpo Receptor: Não Aplicável. Sistema fechado.

### Lavador de Betoneiras / Sistema de Bate Lastro das Centrais de Concreto

- Sistema de Tratamento: Físico-químico composto por uma rampa de decantação onde o efluente bruto é direcionado após a lavagem dos balões das betoneiras, passando por 04 (quatro) Tanques de decantação e operando em regime fechado no qual o efluente previamente tratado do último Tanque (4) é bombeado novamente para ser reutilizado na lavagem dos balões das betoneiras e para a umectação das vias do canteiro;
- É realizada dosagem de solução floculante / polímero para acelerar o processo de decantação das partículas em suspensão e neutralizar o pH;
- Corpo Receptor: Não Aplicável. Sistema fechado.

No Apêndice 4.3.2-1 é apresentado o arranjo geral da CNAAA, onde se destaca a localização dos seguintes sistemas/estruturas:

- ETE do canteiro de obras com ponto de descarte no Canal UGZ;
- Sistema de decantação para tratamento de efluentes do laboratório de concreto (sistema fechado);
- Sistemas de lavagem de betoneiras e de bate lastro das Centrais de Concreto;
- Sistema separador de água e óleo (Estação de Tratamento e Reuso – sistema fechado);
- Sistemas de drenagem.

– Operação

Na fase de operação do empreendimento, o tratamento de efluentes líquidos não radioativos será realizado na Estação Provisória de Angra 3 até que se tenha a definição quanto à Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário da CNAAA. As estimativas de vazão de esgotos sanitários a serem gerados pela UAS são apresentadas na Tabela 4-8 do item 4.4.2.11.7, sendo reduzidos, em presença da vazão de projeto desta Estação.

Esta estação será localizada na mesma área onde hoje está implantada a ETE provisória do canteiro de obras de Angra 3 (Figura 4-90), e deverá estar em operação quando do início da operação da UAS.

As principais características desta ETE são:

- Vazões de Projeto:  $Q_{\text{méd.}} = 660 \text{ m}^3/\text{dia} = 27,50 \text{ m}^3/\text{h}$  /  $Q_{\text{máx.}} = 49,50 \text{ m}^3/\text{h}$ .
- Carga Orgânica de Projeto: 360 Kg DBO / dia.

A eficiência da ETE será monitorada continuamente e os relatórios de análise serão enviados periodicamente ao IBAMA e INEA.

As principais normas ambientais aplicáveis serão:

- INEA

NT 202-10 Critérios e Padrões para Lançamento de Efluentes Líquidos; 1986.

DZ-215.R-4 Diretriz de Controle de Carga Orgânica Biodegradável em Efluentes Líquidos de Origem Sanitária; 2007.

DZ-942.R-7 Diretriz do Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos – PROCON Água; 1990.

- CONAMA

Resolução CONAMA nº 430/2011 – Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.

*Figura 4-90 - ETE provisória do canteiro de obras de Angra 3*

Fonte: Bourscheid, 2013.

Águas pluviais que atinjam a UAS, seu almoxarifado associado e sua guarita serão naturalmente direcionadas para fora dos limites dessas estruturas, em direção às orlas que delimitam suas respectivas áreas de terreno ocupadas. As águas derivadas de precipitações pluviométricas sobre essas estruturas serão naturalmente absorvidas pelos terrenos circundantes, pelo fato de não conterem resíduos e por não exigirem quaisquer formas de tratamento e/ou de condicionamento químico. Aquelas coletadas nas redes de drenagem já existentes serão direcionadas para o canal UGZ.

#### 4.4.2.11.5 Efluentes Gasosos / Sistemática de Controle

##### – Implantação

Os efluentes gasosos serão aqueles provenientes da combustão do óleo diesel usado nas máquinas, veículos e nos equipamentos utilizados no canteiro de obras.

Para mitigar os impactos provocados pela queima de combustíveis e emissão de material pulverulento na atmosfera, será requerido da construtora o controle da emissão de fumaça emanada por estes, através de ações de controle como:

- Operação adequada e manutenção preventiva dos veículos, máquinas e equipamentos movidos a diesel;
  - Monitoramento e avaliação periódica da emissão de fumaça com base nas premissas dos órgãos reguladores;
  - Proteção das cargas transportadas em caminhões.
- Operação

Conforme citado anteriormente, durante a operação normal da UAS, a única emissão gasosa será aquela proveniente da combustão do óleo diesel usado nos equipamentos utilizados para transporte do conjunto *Canister* – Casco de Transferência, ou Módulo de armazenamento, das Usinas à UAS. Para mitigar os impactos provocados pela queima de combustíveis e emissão de material pulverulento na atmosfera, será requerido as mesmas ações de monitoramento e controle especificados para fase de implantação do empreendimento.

A principal norma ambiental aplicável será:

- Legislação Federal

Portaria IBAMA nº 85, de 17 de outubro de 1996 - Programa Interno de Autofiscalização da Correta Manutenção de Frotas de Veículos movidos a Diesel quanto a emissão de Fumaça Preta.

#### 4.4.2.11.6 Resíduos Sólidos / Sistemática Gerencial

- Implantação

Os sistemas de gerenciamento (coleta, segregação, acondicionamento, armazenamento e destinação final) serão norteados por Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC, a ser elaborado e implantado para execução da construção da UAS.

No procedimento executivo da Gestão de resíduos não radioativos na fase de implantação, ficará como responsável o gerente da obra, e suas atribuições se

restringirão em: prover as obras da UAS, aprovar o plano de manejo de resíduos propostos para as obras, fornecer os recursos para sua implementação e assegurar a implementação desses recursos.

O coordenador do Setor de Qualidade, Meio Ambiente, Segurança e Saúde no Trabalho (QMSS) ou o Técnico em Meio Ambiente, deverá identificar as fontes geradoras de resíduos das obras, identificar e classificar os resíduos produzidos, estimar a quantidade produzida de cada tipo de resíduo, identificar a estrutura para o recebimento desses resíduos, propor um plano de gestão de resíduo, garantir o registro dos dados relacionados aos resíduos e garantir a aplicação do plano de gestão adotado.

Alguns documentos de referência que subsidiarão o processo de gestão destes resíduos são apresentados a seguir:

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos: Classificação, 2004;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11174**: Armazenamento de resíduos classes II: não inertes e III: inertes: Procedimento, 1990;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12235**: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos: Procedimento, 1992;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13221**: Transporte terrestre de resíduos, 2010;
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) Regulamentada pelo Decreto nº 7404, de 23 de dezembro de 2010. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 03 ago. 2010. Página 2;
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para coleta seletiva. **Diário Oficial da União** nº 117-E, Brasília, DF, 19 jun. 2001. Página 80;
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção

- civil. **Diário Oficial da União** nº 136, Brasília, DF, 17 jul. 2002. Páginas 95-96;
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 431, de 24 de maio de 2011. Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelecendo nova Classificação para o Gesso. **Diário Oficial da União** nº 99, Brasília, DF, 25 mai. 2011. Página 123;
  - BRASIL. Resolução CONAMA nº 448, de 18 de janeiro de 2012. Altera os Arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º e 11º da Resolução nº 307, de 5 de Julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Diário Oficial da União** nº 14, Brasília, DF, 19 jan. 2012.
  - BRASIL. Resolução CONAMA nº 469, de 29 de julho de 2015. Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União** nº 144, Brasília, DF, 30 jul. 2015. Páginas 109-110;

Todos os resíduos sólidos não radioativos gerados na fase de implantação serão selecionados pela empresa responsável pela construção da UAS, através de procedimentos próprios de gestão desses resíduos, e encaminhados às áreas de descarte apropriadas.

De maneira a se promover adequação ambiental no gerenciamento dos resíduos sólidos, o resíduo produzido passará por segregação, separando o de característica orgânica do inorgânico. O resíduo de característica orgânica será frequentemente recolhido, de forma a não produzir odores, proliferação de insetos e outros animais. Os que não forem objeto de reciclagem ou reaproveitamento serão enviados aos aterros apropriados, a serem aprovados pela supervisão ambiental e devidamente licenciados.

No caso de restos de materiais, entulhos de obra, sobras de madeira, restos de alvenaria, estes serão destinados em conformidade com o estipulado na legislação. Os resíduos industriais, como restos de sucata ferrosa e pontas de ferro de construção serão mantidos acondicionados em caçambas metálicas e armazenados temporariamente em pontos do canteiro de obras sendo posteriormente comercializados pela empresa responsável pela construção da UAS. O descarte de rejeitos químicos, tais como, restos de solventes e latas de tintas

serão acondicionados em recipientes apropriados e encaminhados para as empresas especializadas no descarte final desses resíduos.

Os resíduos gerados no processo de britagem, caso esta solução venha a ser adotada, serão coletados em Tanques de decantação e lançados em área de descarte apropriados.

Os resíduos de origem industrial passarão por processo de coleta seletiva. Nesse processo, serão separados os resíduos inertes, papéis e embalagens não contaminadas, os metálicos e resíduos contaminados com derivados do petróleo. Os resíduos de papéis e os metálicos serão destinados para a reciclagem.

### Identificação dos Resíduos

A identificação dos resíduos será realizada nos locais de geração e estará presente nas embalagens e nos locais de armazenamento, sempre que possível, utilizando simbologias baseadas nas legislações aplicáveis, procurando sempre orientar quanto aos riscos de exposição.

### Classificação dos Resíduos

A classificação dos resíduos permitirá determinar, para cada grupo classificado, os procedimentos a serem adotados desde a geração até a disposição final.

O Quadro 4-13, apresenta a sugestão de classificação e destinação adequada para os resíduos gerados durante a fase de implantação da UAS. Neste caso, os resíduos serão classificados como industriais, utilizando-se a Norma ABNT NBR 10004:2004 para sua classificação, distinguindo-os em Perigoso (Classe I) e Não-Perigoso (Classe II-A e II-B).

Os resíduos sólidos que por ventura não foram previstos nesta classificação, serão classificados segundo as suas características de periculosidade, e seu destino determinado observando a legislação e as normas técnicas e ambientais.

Quadro 4-13 – Classificação, manuseio e destino sugerido para os resíduos sólidos.

Resíduo	NBR-10004	Recipiente Adequado	Armazenamento Temporário	Coleta Recomendada	Destino Recomendado
Bombas plásticas	Classe IIB	-	Local para recicláveis	Coleta diferenciada	Reuso ou reciclagem

Resíduo	NBR-10004	Recipiente Adequado	Armazenamento Temporário	Coleta Recomendada	Destino Recomendado
Cabos e fios elétricos	Classe IIB	Recipiente exclusivo para fios e cabos	Local para recicláveis	Coleta diferenciada	Reciclagem
Entulho	Classe IIB	Recipiente exclusivo para entulho	Local para entulhos	Coleta diferenciada	Reciclagem/Reuso; Aterro para Resíduos da Construção Civil
Lodo da ETE	Classe IIA	Recipiente exclusivo para lodo da ETE	Local para lodo	Coleta diferenciada	Tratamento Prévio/Aterro sanitário,
Madeiras	Classe IIA	Recipiente exclusivo para madeira	Local para madeira	Coleta diferenciada	Reciclagem ou Reuso
Plástico	Classe IIB	Recipiente exclusivo	Local para recicláveis	Coleta diferenciada	Reciclagem
Papel	Classe IIA	Recipiente exclusivo	Local para recicláveis	Coleta diferenciada	Reciclagem
Vidro	Classe IIB	Recipiente exclusivo	Local para recicláveis	Coleta diferenciada	Reciclagem
Pneus	Classe IIB	-	Local para recicláveis	Coleta diferenciada	Reciclagem
Sucatas metálicas	Classe IIB	Recipiente exclusivo para sucatas	Local para sucatas	Coleta diferenciada	Reuso ou reciclagem
Restos de alimento	Classe IIA	Recipiente exclusivo para resíduos orgânicos	Local para resíduos orgânicos	Coleta diferenciada	Compostagem; Aterro Sanitário.
Material contaminado com óleo, tinta, solvente e/ou qualquer derivado de petróleo	Classe I	Recipiente exclusivo para resíduos perigosos	Local para Resíduos Perigosos	Coleta diferenciada	Coprocessamento; Aterro Industrial.

Resíduo	NBR-10004	Recipiente Adequado	Armazenamento Temporário	Coleta Recomendada	Destino Recomendado
Solventes; óleos; tintas	Classe I	Recipiente exclusivo para resíduos perigosos	Local para Resíduos Perigosos	Coleta diferenciada	Recuperação de solventes e tintas; Rerefino; Coprocessamento; Beneficiamento de borra; Incineração.
Pilhas e baterias	Classe I	Recipiente exclusivo para pilhas e baterias	-	Coleta diferenciada	Devolução ao fabricante*
Lâmpadas Fluorescentes	Classe I	Recipiente exclusivo para Lâmpadas	Local para Lâmpadas	Coleta diferenciada	Devolução ao fabricante*

Legenda: Classe I – Resíduo Perigoso; Classe IIA – Resíduo não-perigoso, não inertes; Classe IIB – Resíduo Não-Perigoso, inertes. \*Conforme Decreto nº 9177, de 23 de outubro de 2017.

Fonte: Eletronuclear, 2017.

Os resíduos sólidos perigosos (Classe I) seguirão, além das orientações desta classificação, um procedimento a ser elaborado pela contratada para a construção da UAS.

Nada obstante, os resíduos inerentes à construção civil também seguirão a classificação estabelecida na Resolução CONAMA nº 307/02, sendo:

I – Classe A – Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimentos e outros), argamassa e concreto;
- De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios e outros) produzidas nos canteiros de obras.

II – Classe B – Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso.

III – Classe C – Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.

IV – Classe D – Resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições,

reformas e reparos de Clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

O Quadro 4-14 indica diretrizes para a destinação dos principais resíduos de construção civil.

Quadro 4-14 – Diretrizes para destinação de resíduos de construção civil.

Classe	Material	Tratamento
Classe A	Terra de remoção	Reutilizar para aterros e terraplanagem de jazidas
	Tijolos, produtos cerâmicos e de cimento	Estação de reciclagem de entulho ou Aterros de materiais inertes licenciados
	Argamassa	
Classe B	Madeira	Realizar a segregação/triagem para reutilização, reciclagem ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura
	Metais	
	Papel/papelão	
	Plástico	
	Vidros	
Classe C	Resíduos não recicláveis	Aterro industrial, pois não existe tecnologia para reciclagem destes materiais

Fonte: Adaptado de Resolução CONAMA 307/2002.

Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros domiciliares, encostas, corpo d'água, lotes vagos e áreas protegidas por lei. O acondicionamento, transporte e disposição final, deverão estar detalhados no Plano de Gerenciamento de Resíduos, de acordo com a legislação federal, estadual e municipal vigente e os requisitos legais.

#### Quantificação dos Resíduos

Os resíduos serão quantificados, em peso ou volume para cada tipo de resíduo identificado, no ato da destinação final.

### Avaliação da Infraestrutura Disponível para Recebimento de Resíduos

Será avaliada a infraestrutura disponível, a qual todas as instalações próximas e que possam ser úteis para o destino dos resíduos sólidos, tais como: usinas de reciclagem, usinas de compostagens, aterros sanitários, incineradores; empresas especializadas em resíduos perigosos; mercado para compra de materiais de reuso e/ou recicláveis. Será também verificada a adequação destas instalações às normas e legislações vigentes.

### Determinação da Coleta Adequada para Armazenamento Temporário de Cada Resíduo

As coletas podem ser dos seguintes tipos:

- a) Coleta Seletiva: serão realizados programas de conscientização e treinamento, criando um grupo de implementação de coleta seletiva para os resíduos recicláveis.

No treinamento serão dadas orientações de como classificar os resíduos sólidos como recicláveis, conforme o Quadro 4-15:

Quadro 4-15 – Resíduos sólidos que poderão ser reciclados.

Resíduo	Exemplo
Vidro	Garrafas, frascos de molhos e condimentos, potes de produtos alimentícios, produtos de limpeza, lâmpadas fluorescentes, cacos de qualquer uma das embalagens acima.
Plástico	Potes (de todos os tipos), embalagens, tampas (de todos os tipos), sacos, embalagens de refrigerantes (PET), canos e tubos plásticos (PVC).
Metal	Latas de aço e de alumínio (refrigerantes, creme de leite, atomatados e conservas em geral), tampas (de refrigerante, cerveja, conservas e outros), arames, fios, pregos, marmitex, alumínio, cobre e outros.
Papel	Revista, jornais, papéis, caixa de papelão (de todos os tipos), embalagens.

Fonte: Eletronuclear, 2017.

As orientações também esclarecerão o que não poderá ser reciclado, como por exemplo:

- Espelhos, vidros de janela e Box de banheiro, vidros de automóveis, tubos de imagens de TV, cristais, lâmpadas comuns, formas e travessas de vidro temperado, ampolas de remédios.

- Celofane, espuma, embalagens à vácuo, fraldas descartáveis, filtros de ar para veículos, latas enferrujadas clips, grampos, lã ou esponjas de aço, canos de metal, pilhas, papel higiênico, papel laminado, papéis plastificados (embrulhos de bolachas).

Os resíduos serão segregados segundo suas características utilizando-se recipientes identificados, por exemplo, com as cores correspondentes ao tipo de resíduo sólido que neles será disposto, conforme padrão de cores do Quadro 4-16.

Para facilitar a coleta seletiva, serão dadas orientações sobre cores específicas para a reciclagem, segundo Resolução CONAMA nº 275/2001, conforme Quadro 4-16.

Quadro 4-16 – Padrão de cores para recipientes.

Cor	Exemplo de Resíduos
Azul	Papel e papelão
Vermelho	Plástico
Verde	Vidro
Amarelo	Metal
Preto	Madeira
Laranja	Resíduos Perigosos
Branco	Serviços Ambulatoriais e da Saúde
Roxo	Resíduos Radioativos
Marrom	Resíduos Orgânicos
Cinza	Resíduos gerais não recicláveis, misturados ou contaminados. Não passíveis de separação.

Fonte: Resolução CONAMA nº 275/2001.

Será montado um programa de coleta seletiva que consiste em definir os pontos de coleta de resíduos; responsáveis pela coleta; locais de armazenamento temporário; recipientes a serem utilizados; sistemática de coleta; e destino do material. Sendo as coletas diferenciadas da seguinte forma:

- a) Coleta Comum: Os resíduos destinados à coleta comum são aqueles caracterizados como Classe IIA – Não inertes e Classe IIB – inertes, segundo a NBR 10004:2004, acondicionados sem prévia segregação,

recolhidos sem a necessidade de se garantir a separação e sempre que possível compactando para reduzir o volume.

- b) Coleta diferenciada: É aquela em que serão empregados meios diferentes da coleta seletiva e da coleta comum, devido às características físicas do resíduo como volume e peso. Compreender por exemplo os serviços de coleta de pneus, objetos grandes e outros;
- c) Coleta Especial: Se aplica aos resíduos de serviço de saúde e aos resíduos perigosos (Classe I). A coleta destes resíduos não pode ser efetuada em conjunto com os demais resíduos e requer condições especiais de transporte a serem definidas.

#### Formas de acondicionamento

Os recipientes para acondicionamento terão características adequadas a cada tipo de resíduo sólido. Os recipientes são chamados de recipientes exclusivos quando são destinados ao acondicionamento apenas de determinado tipo de resíduo, não podendo ocorrer mistura.

Quando forem utilizados recipientes exclusivos estes deverão ser identificados corretamente segundo o material que neles está depositado, utilizando-se o padrão de cores apresentado no Quadro 4-16.

Os resíduos perigosos deverão ser acondicionados em recipientes homologados de acordo com a Portaria nº 326/2006 do INMETRO.

#### Determinação da Forma de Armazenamento Temporário para Resíduos Sólidos

O acondicionamento no canteiro será feito através das baias de resíduos, devidamente identificadas e os resíduos separados por classe.

O depósito de produtos perigosos contará com uma contenção que garante o acondicionamento de todo o material, no caso de derramamento.

#### Transporte de Resíduos

O transporte interno será realizado por veículo próprio ou de terceiros, compreendendo a transferência dos resíduos acondicionados no local da geração para o armazenamento temporário ou estação de tratamento.

Os veículos que irão realizar o transporte externo de resíduos classificados como Classe I – Perigosos, necessitarão de prévia autorização para o transporte, conforme órgão competente, entretanto todas as destinadoras de resíduos deverão fornecer previamente:

- Licença de Operação da empresa transportadora e Cadastro Técnico Federal da empresa transportadora;
- Licença de Operação da empresa receptora e Cadastro Técnico Federal da empresa receptora.

Os resíduos serão transportados através de empresas devidamente licenciadas, e o resíduo só terá seu destino com manifesto emitido pelo INEA e aprovação pela Eletronuclear.

#### Logística de Movimentação dos Resíduos

Compreende a logística para a movimentação dos resíduos desde sua geração até a sua destinação final, considerando-se trajeto a ser realizado, avaliando o caminho mais curto e mais seguro até a destinação final adequada.

#### Mão de Obra e Responsabilidades

Para o manejo dos resíduos será determinado um efetivo compatível com as condições específicas da Obra. Este pessoal será preparado para atuar conforme o planejado. Deverão ser determinadas as responsabilidades do pessoal envolvido.

#### Determinação da Forma de Disposição Final

A disposição final de resíduos atenderá às normas e legislação municipal, estadual e federal, priorizando a reutilização e a reciclagem.

#### Determinação das Formas de Descarte Final

Durante as obras do empreendimento, o descarte final dos resíduos será feito pela empresa construtora. Para o controle do descarte, caso não seja viável a reciclagem ou recuperação do resíduo, este será encaminhado para o tratamento específico previamente acordado.

Estes registros serão monitorados e controlados para que não se tenha passivo ambiental. As informações destes registros devem ser utilizadas para gerar um relatório de indicadores de coleta seletiva.

A estimativa de resíduos sólidos gerados na fase de implantação da Unidade está apresentada no item 4.4.2.11.7 - Inventário Final de Efluentes Líquidos e Resíduos Não Radioativos.

O arranjo geral apresentado no Apêndice 4.3.2-1 apresenta a localização das áreas de armazenamento de resíduos.

– Operação

Os resíduos sólidos gerados na operação UAS, seguirão todas as diretrizes já estabelecidas e praticadas na CNAAA, a qual utiliza o Sistema de Manifesto de Resíduos Industriais, para informar o conhecimento e a destinação final a ser dada pelos envolvidos nos processos de geração, transporte e recebimento destes.

O Quadro 4-17 apresenta os potenciais resíduos que poderão ser gerados durante a fase de operação do empreendimento, bem como sua classificação conforme norma ABNT NBR 10004/2004.

Quadro 4-17 – Resíduos não radioativos que poderão ser gerados durante a operação da UAS.

Resíduos	Classe
Resíduo orgânico	IIA
Panos ecológicos com óleo, tinta e solvente	I
Sucata ferrosa	IIA
Sucata de alumínio	IIB
Sucata de inox	IIB
Sucata de cabos mistos / fios de cobre e alumínio	IIB
Plástico	IIB
Papel/Papelão	IIA
Madeira	IIA
Borracha	IIB
Sucata de bronze	IIB
Latas com borra de tinta	I
Louças e vidros	IIB
Óleo usado	I
Resíduo de tinta e solvente	I

Resíduos	Classe
Pilha e bateria	I
Lâmpadas	I

Fonte: Eletronuclear, 2017.

Da mesma forma que os resíduos gerados durante a implantação da Unidade, os resíduos gerados durante a sua operação serão segregados segundo suas características, utilizando-se recipientes identificados, por exemplo, com as cores correspondentes ao tipo de resíduo sólido que neles será disposto, conforme padrão de cores já apresentados no Quadro 4-16.

Os resíduos que possam ser categorizados como “resíduo comum”, serão coletados pelo mesmo sistema de coleta que atende a Praia Brava e Itaorna, através de caminhão compactador e serão depositados em aterro sanitário.

Os resíduos Classe I – Perigosos, serão destinados para tratamento por destruição térmica e em aterro industrial. Em particular, as lâmpadas sofrerão processo de descontaminação e reciclagem. Os óleos utilizados sofrerão rerrefino.

Os resíduos Classes IIA e IIB, que possam agregar valores, serão alienados como sucatas. Os demais resíduos sofrerão tratamento térmico na formulação de “blend” ou forno cerâmico.

#### Determinação da Forma de Armazenamento Temporário para Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos gerados na Guarita e Almoxarifado da UAS serão armazenados e segregados em coletores identificados, para que a equipe da Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Industriais da CNAIA (CATRI) possa fazer o recolhimento dos mesmos de acordo com o procedimento estabelecido e periodicidade existente (Instrução PC AG AM 007 - Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e IT-AE-AM-002 – Atividades da Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Industriais, apresentados em Apêndice 7.1.1-3), ou caso os coletores atinjam sua capacidade antes do dia de coleta, a equipe será informada a retirar estes resíduos.

#### Logística de Movimentação dos Resíduos

Os resíduos serão coletados conforme a Instrução PC AG AM 007 - Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e IT-AE-AM-002, de acordo com o Itinerário

do Quadro 4-18. A partir daí os mesmos serão segregados, prensados e armazenados temporariamente na CATRI da CNAAA para descarte final em local adequado e licenciado.

Quadro 4-18 - Itinerário do Caminhão Munck para coleta dos resíduos sólidos

	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
MANHÃ	Angra 1	Of. Apoio Itaorna	Angra 1	Of PB	Angra 1
	Angra 2		Angra 2	Of. MBC	Angra 2
TARDE	Administração Angra 3	DGS.O	A disposição	CI*	A disposição
		SI.A		CT*	
		SOT.T		Transporte*	

\*Quinzenalmente

Fonte: adaptado de IT-AE-AM-002

O Apêndice 4.3.2-1 ilustra o arranjo geral da CNAAA, onde é destacada a localização dos pontos de armazenamento de resíduos.

#### 4.4.2.11.7 Inventário Final de Efluentes Líquidos e Resíduos Não Radioativos

##### – Resíduos Sólidos Não Radioativos – Fase de Implantação

A Tabela 4-4 apresenta a estimativa de resíduo Classe II – Não-Perigosos, gerados na fase de implantação da UAS.

Tabela 4-4 - Estimativa de resíduos Classe II – Não-Perigosos, gerados na fase de implantação da UAS.

Tipo	Sólido (kg)
Restos de argamassas/areias/britas	8.000
Sucata de materiais ferrosos	3.200
Sucata de madeiras e derivados	8.000
Sucata de metais não-ferrosos	480
Restos de materiais cerâmicos	160
Vidro	210
Sucata de materiais elétricos	160
Restos de materiais elastoméricos (borrachas)	800

<b>Tipo</b>	<b>Sólido (kg)</b>
Plásticos (PE, PP, PVC, etc.)	2.400
Embalagens vazias metálicas	640
Embalagens vazias de plásticos	425
Materiais elétricos generalizados	21
Restos de papéis e papelões	320
Panos ecológicos	210
Resíduo doméstico	42

Fonte: Eletronuclear, 2018.

A Tabela 4-5 apresenta a estimativa de resíduos Classe I gerados na fase de implantação da UAS.

Tabela 4-5 – Estimativa de resíduos Classe I - Perigosos gerados na fase de implantação da UAS.

<b>Tipo</b>	<b>Sólido / Líquidos</b>
Equipamento de proteção individual	66 kg
Restos de tintas e vernizes (solidificados)	43 kg
Lubrificantes usados (óleos e graxas)	320 L
Panos ecológicos contaminados com óleos e graxas	80 kg
Solventes	21 L
Pilhas e baterias	5 kg
Lâmpadas Fluorescentes	21 kg
Gases, combustão de Óleo Diesel	32.000 L

Fonte: Eletronuclear, 2018.

– Resíduos Sólidos Não Radioativos – Fase de Operação

A Tabela 4-6 apresenta a estimativa mensal de geração de resíduos sólidos, por Classes, na operação da UAS. Ressalta-se que, em condições normais de operação do empreendimento, são esperados geração de rejeitos unicamente convencionais (não radioativos).

Tabela 4-6 – Estimativa mensal de geração de resíduos sólidos na operação da UAS.

<b>Tipo</b>	<b>Sólido (kg)</b>	<b>Classe – NBR 10004:04</b>
Papel e Papelão	5	IIA
Embalagens metálicas	2	IIB
Madeira	5	IIA
Sucata de metais ferrosos	1	IIA
Sucata de metais não-ferrosos	1	IIB
Sucata de materiais elétricos	2	IIB
Restos de tintas e vernizes (solidificados)	2	I
Plásticos (PE, PP, PVC, etc.)	5	IIB
Borracha	1	IIB
Equipamento de proteção individual	1	I
Lubrificantes usados (óleos e graxas)	5	I
Vidro	2	IIB
Panos ecológicos contaminados com óleos e graxas	5	I
Panos ecológicos não contaminados	5	IIB
Resíduo doméstico	5	IIA
Gases, combustão de óleo Diesel	100	I

Fonte: Eletronuclear, 2017.

#### – Efluentes Líquidos Não Radioativos – Fase de Implantação

A Tabela 4-7 apresenta a estimativa de geração de efluentes líquidos não radioativos na fase de implantação da UAS.

Tabela 4-7 - Estimativa de geração de efluentes líquidos não radioativos na fase de implantação da UAS.

Taxa	q = 150 l/hab/dia
População mínima	h1 = 53 pessoas
População máxima (pico)	h2 = 205 pessoas
Coeficiente do dia de maior consumo	k1 = 1,6
Coeficiente de retorno (contribuição de esgotos/consumo de água)	R = 1

Contribuição mínima	$Q = 0,11 \text{ l/s}$ ou $Q = 0,40 \text{ m}^3/\text{h}$ ou $Q = 9,50 \text{ m}^3/\text{dia}$
Contribuição máxima	$Q = 0,41 \text{ l/s}$ ou $Q = 1,53 \text{ m}^3/\text{h}$ ou $Q = 37,00 \text{ m}^3/\text{dia}$

Fonte: Eletronuclear, 2017.

#### – Efluentes Líquidos Não Radioativos – Fase de Operação

A Tabela 4-8 apresenta a estimativa de geração de efluentes líquidos não radioativos na fase de operação da UAS.

Tabela 4-8 - Estimativa de geração de efluentes líquidos não radioativos na fase de operação da UAS.

Taxa	$q = 150 \text{ l/hab/dia}$
População mínima	$h1 = 02 \text{ pessoas}$
População máxima (pico)	$h2 = 10 \text{ pessoas}$
Coefficiente do dia de maior consumo	$k_1 = 1,2$
Coefficiente de retorno (contribuição de esgotos/consumo de água)	$R = 1$
Contribuição mínima	$Q = 0,004 \text{ l/s}$ ou $Q = 0,015 \text{ m}^3/\text{h}$ ou $Q = 0,36 \text{ m}^3/\text{dia}$
Contribuição máxima	$Q = 0,02 \text{ l/s}$ ou $Q = 0,075 \text{ m}^3/\text{h}$ ou $Q = 1,8 \text{ m}^3/\text{dia}$

Fonte Eletronuclear, 2017.

#### 4.4.2.11.8 Capacidade das Estruturas de Tratamento de Efluentes e Acondicionamento de Resíduos Não Radioativos

##### – Implantação

Não é prevista a utilização de nenhuma estrutura de tratamento de efluentes e/ou acondicionamento de resíduos, além daquelas já existentes no canteiro de obras da construção de Angra 3.

Adicionalmente, entende-se que o tratamento dos efluentes, assim como a geração, acondicionamento, armazenamento e destinação final dos resíduos são de responsabilidade da contratada pela execução das obras civis, em estrita observância às legislações ambientais e requisitos normativos.

A quantidade de esgotos sanitários domésticos gerados na implantação da UAS considerando os cenários de contribuição (pior caso  $37,00 \text{ m}^3/\text{dia}$ ), são

inferiores à capacidade de tratamento da ETE do Canteiro de Angra 3, que hoje opera em 336 m<sup>3</sup>/dia, mas projetada para atender uma vazão de tratamento de 660 m<sup>3</sup>/dia.

– Operação

A quantidade de esgotos sanitários domésticos gerados nas dependências da UAS (Guarita e Almojarifado), considerando os cenários de operação normal da UAS (1,8 m<sup>3</sup>/dia), são inferiores à capacidade de tratamento da ETE provisória de Angra 3, que hoje opera em 336 m<sup>3</sup>/dia, mas projetada para atender uma vazão de tratamento de 660 m<sup>3</sup>/dia.

O volume de resíduos industriais previsto na operação da UAS será na ordem de 100 kg/mês, volume este compreendido para operação da Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Industriais (CATRI) da CNAAA, que hoje recebe 15 toneladas de resíduos, aproximadamente.

A CATRI da CNAAA (Figura 4-91 e Figura 4-92) está localizada próximo à Angra 1 (Figura 4-93) e possui grande capacidade de armazenamento de resíduos, como por exemplo: 500 toneladas de sucata ferrosa; 180 tambores de 200L; 100 toneladas de papelão; e 100 toneladas de papel.

Figura 4-91 – Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Industriais (CATRI) da CNAAA.



Fonte: Eletronuclear, 2017.

Figura 4-92 - Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Industriais (CATRI) da CNAAA.



Fonte: Eletronuclear, 2017.

Figura 4-93 - Localização da Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Industriais (CATRI) da CNAAA.



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2017.

#### 4.4.2.12 Sistema de Instrumentação e Controle

A supervisão e o controle de parâmetros importantes da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco (UAS) serão realizadas através do Sistema de Instrumentação e Controle baseado em Tecnologia Digital. A integração das informações relativas a estes parâmetros será realizada via rede de comunicação de dados, conectada ao Sistema Central de Controle, onde ocorrerá o processamento destes dados. Estas informações serão disponibilizadas à Equipe de Operação da UAS pelo Sistema de Interface Homem-Máquina, composto de telas de operação, monitoração e sinalização acústica e visual de alarmes, entre outros. O Sistema de Interface Homem-Máquina será localizado na Guarita de Acesso à UAS.

Os principais parâmetros a serem monitorados são:

- Temperatura dos Overpacks: Necessária para a verificação da eficácia da troca de calor nestes equipamentos. Medidores de temperatura (Figura 4-94) do tipo RTD (*Resistance Temperature Detector*), ou similar, e transmissores eletrônicos serão utilizados para monitoração desta variável. Haverá também a possibilidade de medição de temperatura através de equipamentos manuais, a ser realizada pela equipe de operação da UAS. Os limites de temperatura dos *Overpack* devem ficar na ordem de 103°C na saída de ar do mesmo.

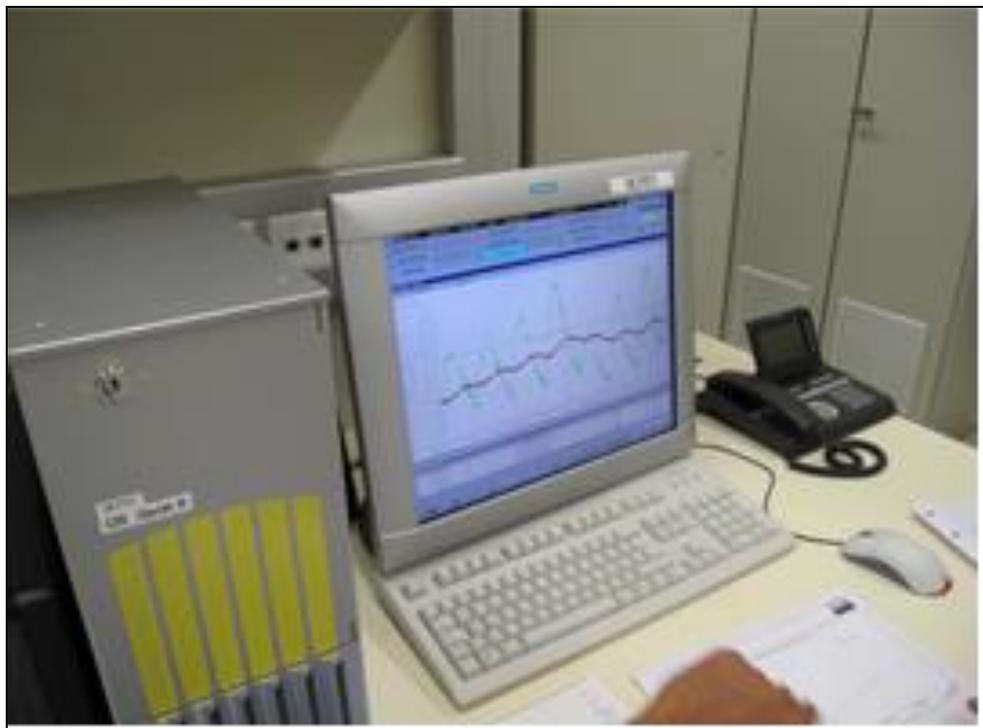
Figura 4-94 – Exemplo de Medidores de temperatura do tipo RTD



Fonte: Eletronuclear, 2017.

- Radiação nas áreas internas e externas adjacentes à UAS: Equipamentos e sistemas de medição (Figura 4-95) desta variável estão descritos no item 4.4.2.6 - Sistema de Monitoramento de Radiação, página 132 deste capítulo.

Figura 4-95 - Monitoração de radiação



Fonte: Eletronuclear, 2017.

Nas condições de acidente com perda da Rede de Alimentação Elétrica Externa os parâmetros relativos ao Sistema de Monitoração Radiológica deverão permanecer disponíveis. Para garantir esta disponibilidade é previsto um sistema de alimentação de emergência do tipo *nobreak*. Além deste sistema também está prevista a possibilidade de conexão de geradores elétricos portáteis externos a UAS, caso o retorno da rede normal se estenda além da capacidade do *nobreak*.

Os instrumentos de medição dos parâmetros de Sistemas de Processo que compõem a Unidade, importantes para monitoração em condições de acidentes, serão à prova de eventos externos e deverão resistir às condições anormais de operação como: salinidade, radiação e terremotos entre outros, sem perder suas características e confiabilidade de funcionamento.

Além dos parâmetros mencionados, outras medições necessárias para o controle e monitoração serão definidas para o projeto executivo, de acordo com as definições dos sistemas implantados.

### **4.4.3 Bases de Projeto**

De modo a garantir os preceitos básicos de segurança, os projetos da UAS seguirão rigidamente alguns critérios e parâmetros contra ações decorrentes de eventos externos (terremotos, explosões, tornados, etc.) e internos (operação e acidentes). A seguir são descritos alguns dos eventos considerados, e os procedimentos a serem adotados para garantir que as ações destes eventos não afetem a integridade do empreendimento, mantendo assim, o objetivo precípua da segurança nuclear.

#### **4.4.3.1 Eventos Externos**

##### **4.4.3.1.1 Sismologia e Geologia**

A informação sobre os aspectos neotectônicos da região e da área de interesse da CNAAA, junto aos dados da atividade sísmica nessa região, permite descrever algumas características que são importantes para a avaliação do risco sísmico do projeto da UAS:

1. As atuais condições da movimentação geológica na região de interesse parecem ser residuais, com discreta acomodação dos blocos que se moveram no Terciário. Segundo dados geomorfológicos, estruturais e sísmicos, essa acomodação se apresenta de forma concentrada em áreas de maior incidência sísmica, caracterizando assim prováveis zonas sismogênicas distintas que poderiam ser demarcadas pelos eventos sísmicos registrados e pela sua configuração estrutural fundamental. Entretanto, o insuficiente número de terremotos conhecidos e a imprecisão na locação de seus epicentros não permitem uma definição segura das fontes sismogênicas na região de interesse;
2. As grandes discontinuidades ativas no final do ciclo Brasiliano, tais como os cinturões de falhas transcorrentes, influenciaram a neotectônica, que parece resultar do desequilíbrio entre a porção continental emergente na região sudeste brasileira e a bacia de Santos. O desenvolvimento de tálus e as formações de encostas acompanharam as variações do nível do mar, provavelmente desde o pleistocênico;

3. É reconhecida uma atividade sísmica no continente e na plataforma continental por influência de uma flexão da crosta envolvendo a Serra da Mantiqueira, Serra do Mar e a profunda bacia de Santos, decorrente do mecanismo responsável pelo soerguimento das Serras da Mantiqueira e do Mar e dos processos de separação continental, com evidências de movimentações tectônicas residuais, relativamente recentes;
4. As feições estruturais na área de interesse são similares às da zona miolítica do Lineamento Taxaquara-Além Paraíba no estilo, escala e direção, sem evidência de que esta zona esteja ativa. Adicionalmente, os estudos realizados pela *Weston Geophysical Research* concluíram que não há evidência de falhas quaternárias recentes na área de interesse. O nível de atividade sísmica na área de interesse é muito baixo, praticamente inexistente, exceto pela ocorrência dos microssismos que ocorreram em Monsuaba em 1988/1989;
5. As características tectônicas e o nível de sismicidade na área de interesse permitem considerar dois diferentes ambientes sismotectônicos nesta região:
  - Um ambiente é formado pela porção continental, onde uma sismicidade difusa é observada, espalhada principalmente sobre a Serra do Mar, na fronteira entre as províncias tectônicas do Tocantins e da Mantiqueira e na parte sul da província de São Francisco. Entretanto, nem o número de terremotos em cada área é suficiente para definir fontes sismogênicas, nem os epicentros são tão precisos para que possam ser relacionados com falhas ativas prováveis;
  - O outro ambiente é formado pela Margem Continental ocupada principalmente pela Bacia de Santos, onde o nível da atividade sísmica é maior, e pela Bacia de Campos. Neste ambiente, a sismicidade é também difusa, mas apresenta uma aparente concentração nos eixos de ambas as bacias. Deve ser considerado que a localização dos epicentros na porção oceânica é menos precisa do que na porção continental por causa da distância epicentral à rede sismográfica regional. Portanto, possíveis fontes sismogênicas da Margem Continental também não podem ser definidas.

6. Uma inspeção mais detalhada da sismicidade na interface entre as porções oceânica e continental da região de interesse sugere que a atividade na Serra do Mar pode ser associada com a atividade que ocorre no litoral da Bacia de Santos, representando assim uma possível fonte sismogênica que praticamente coincide com a Zona Sismogênica de Cunha, como definida por Hasui *et al.* (1982 *apud* ELETRNOUCLEAR/MRS, 2005). Entretanto, tem-se que tomar cuidado para não particularizar a situação que pode ser resultante de um monitoramento sísmico de nível mais elevado existente na porção continental do estado de São Paulo. Outras fontes sismogênicas prováveis podem ser definidas com base nas características tectônicas da região de interesse e através do nível de sismicidade nos últimos anos. Entretanto, o número de terremotos registrados nestas prováveis fontes sismogênicas não é suficiente ainda para elaborar curvas de distribuição de frequência/magnitude que nos permitam determinar os intervalos de recorrência de eventos sísmicos significativos.

Eventos sísmicos dispersos, pouco frequentes e de baixas magnitudes, ocorreram na região durante o período histórico, tanto no continente quanto na parte oceânica próxima ao litoral. Esta sismicidade com uma distribuição difusa, não permite a identificação de fontes sismogênicas associadas com estruturas tectônicas bem definidas.

Algumas falhas foram caracterizadas na sub-região, como por exemplo: as zonas de falha de Jacuecanga e Angra dos Reis, do Pontal, de Lídice, de Piraquara, Praia das Pedras, Mambucaba e de Monsuaba.

A falha ativa mais próxima da praia de Itaorna está relacionada ao ciclo sísmico de Monsuaba, a 24 km de distância do sítio. A falha de Monsuaba é uma conformação que foi determinada através da distribuição espacial de sismos de pequena magnitude, num ciclo em que o maior evento teve uma magnitude de 3, não podendo ser associada a terremotos moderados a grandes ou a atividades sísmicas sustentáveis. Na área dos epicentros não foi encontrada a presença de deformação do terreno na superfície ou dos depósitos geológicos próximos da superfície. Portanto, esta falha não pode ser qualificada como capaz.

Eventos sísmicos históricos ocorreram em alguns blocos e mudanças de pequena escala estão aparentemente em progresso como parte de um processo de

ajuste regional. Os eventos sísmicos que podem ser esperados são pequenos, como indicado pela história macrossísmica.

Dos dados disponíveis do sítio da praia de Itaorna, não há indicações de qualquer movimentação de falha ou atividade tectônica desde a metade do Terciário. Portanto, as falhas do sítio da praia de Itaorna são consideradas como não capazes, de acordo com a definição de falhas capazes estabelecida pela U.S.NRC 10 CFR 100, App. “A” e outras normas mais recentes.

Na falha de Ponta Grande, no local da Usina Angra 3, foi realizada uma investigação separada com exames incluindo furos de sondagem e escavações. As evidências disponíveis indicam que a falha de Ponta Grande não teve movimentação desde a era Mesozoica.

De acordo com a *Weston G.R.*<sup>1</sup>, quatro terremotos foram sentidos no sítio de 1861 a 1967, os quais foram investigados em detalhe para determinar sua intensidade máxima e a localização do epicentro. Nenhum destes terremotos produziu qualquer dano significativo no seu epicentro.

Além destes eventos históricos, ocorreu o terremoto da noite do dia 22 de abril de 2008, localização 25,713°S, 45,438°W, com magnitude 5,2 e epicentro no Oceano Atlântico, a 215 km da cidade de São Vicente, no litoral paulista, a 315 km da CNAAA. A intensidade máxima registrada na cidade de São Paulo ficou entre IV e V MM. O nível das acelerações registrado na Estação Sismográfica de Angra dos Reis (ESAR), situada junto a praia de Piraquara foi de 0,0017 g.

Foi realizada uma análise de acordo com os critérios da norma americana para usinas nucleares (*United States Nuclear Regulatory Commission* – U.S.NRC), com uma avaliação probabilística da ameaça sísmica (PSHA) com base nos registros da região delimitada pelas seguintes coordenadas (aqui denominada Província Sismotectônica do Sudeste - PSS): 18° a 28° S e 39° a 52° W. Nesta avaliação foram adotados os valores de  $m_b=6,5$  e 7,0 considerando, respectivamente, a atividade sísmica da porção continental e oceânica adjacente, como a magnitude máxima possível na PSS. Esses valores são condizentes com a potencialidade sísmica existente na porção continental da PSS e com a maior potencialidade sísmica existente na sua porção oceânica, representada pela magnitude do sismo de Alto Vitoria-Trindade, ocorrido em 1955 ( $m_b = 6,3$ ). Além disso, as magnitudes correspondem também às das províncias sismotectônicas semelhantes na parte Central e Leste dos Estados Unidos (CEUS).

<sup>1</sup> *Weston Geophysical Research* – Estudos realizados de 1972 a 1983.

O Terremoto de Desligamento Seguro (*Safe Shutdown Earthquake - SSE*) para o sítio de Angra foi estabelecido com base nos estudos desenvolvidos, considerando a geologia regional e local e os estudos sismológicos. Dentro do contexto da análise de ameaça sísmica, o conceito de província sismotectônica é empregado para representar a localização de eventos sísmicos distribuídos de forma difusa que ocorrem com um mesmo modelo de recorrência. A cada província adotada estão associadas incertezas relativas à magnitude dos sismos e à distribuição espacial dos seus epicentros.

O valor da aceleração horizontal para o terremoto de desligamento seguro das Usinas (SSE) na rocha aflorante foi selecionado como 0,10 g, valor mínimo especificado pela USNRC para o projeto de usinas nucleares. Da análise probabilística de ameaça sísmica realizada para o sítio, utilizando a probabilidade de referência de  $10^{-4}$ /ano, requerida pela norma americana, é obtida da curva de ameaça uma aceleração máxima de pico no terreno (*Peak Ground Acceleration - PGA*) da ordem de 0,058g. Verifica-se também que a aceleração de 0,10 g tem uma probabilidade anual de ultrapassagem de  $2,7 \times 10^{-5}$ .

O espectro de resposta de projeto, correspondente ao movimento horizontal de SSE, foi determinado com base no estudo de sismicidade e nas recomendações *Weston G.R.* O espectro de resposta de projeto para o movimento vertical de SSE pode ser obtido multiplicando as ordenadas do espectro horizontal por um fator de dois terços ( $2/3$ ), sendo então igual a 0,067 g.

O DBE (*Design Basis Earthquake* = Terremoto base de projeto) ou OBE (*Operating Basis Earthquake* = Terremoto base de operação), como definido pela USNRC, não será considerado no projeto da UAS. Caso seja registrado um terremoto maior que  $1/3$  de SSE durante a operação da instalação, correspondente a uma aceleração horizontal na rocha aflorante maior que 0,033g, a instalação deverá ser inspecionada.

#### 4.4.3.1.2 Encostas na Região da CNAAA

Na região da CNAAA e ao longo da Serra do Mar, as encostas são bastante íngremes e o topo rochoso é recoberto por solos residuais e coluvionares de pequena espessura. Essas características aliadas aos elevados índices pluviométricos desencadeiam os processos de deslizamentos de solo e quedas de

blocos de rocha típicos da área, principalmente em áreas que sofreram intervenções antrópicas.

Em 1979, a Eletronuclear iniciou a monitoração das encostas e os primeiros serviços de estabilização das encostas de Itaorna foram iniciados em 1985, com o intuito de garantir a integridade do sítio da CNAAA. Estes serviços, que consistiram na canalização de aproximadamente 3.800 metros de córregos localizados a montante e a jusante da BR-101, reduziram significativamente a infiltração d'água no terreno e aumentaram a estabilidade das encostas.

Em 1991, um estudo geotécnico diagnosticou a situação das encostas de Itaorna e identificou suas áreas críticas, susceptíveis a deslizamentos. Foi realizado um mapeamento geológico-geotécnico das encostas com base em uma extensa campanha de investigações geotécnicas, onde foram definidas as áreas críticas a serem estabilizadas e monitoradas.

As áreas consideradas críticas foram estabilizadas e não mais oferecem risco à CNAAA. A monitoração é realizada através de inclinômetros, piezômetros, medidores de nível d'água, células de carga, pinos de deslocamento e marcos superficiais, de forma a desenvolver ações de planejamento e gestão no sentido de minimizar a ocorrência e intensidade dos desastres naturais. Desta forma, não há a possibilidade de deslocamento de massas de solos importantes.

A leitura dos instrumentos é realizada mensalmente pela Eletronuclear e os resultados são avaliados e consolidados em relatórios periódicos, permitindo avaliação contínua de risco. Com base nos dados da instrumentação, a Eletronuclear já executou algumas obras de estabilização.

As obras de contenção mais recentes foram realizadas em 2010 e consistiram na construção de uma berma de estabilização em enrocamento na encosta próxima à antiga central de concreto e no reforço das cortinas atirantadas da encosta Sudeste. Em 2016, o empreendedor (Eletronuclear) decidiu executar o tratamento do restante da extensão do talude rochoso, atrás do Depósito 1 do CGR, com objetivo de eliminar os riscos de pessoas e/ou equipamentos serem atingidos por lascas ou pequenos blocos de rocha, que por ventura viessem a se desprender do talude rochoso. Este tratamento consistiu na proteção com rede de aço ao longo de toda a altura do talude rochoso e na remoção/ancoragem de blocos e lascas.

Para garantir a estabilidade do talude rochoso de Ponta Grande, onde está sendo construída a Usina Angra 3 da CNAAA, foram realizadas análises de estabilidade e o mapeamento geológico-geotécnico do talude rochoso. Este estudo

concluiu que o paredão rochoso é estável para ambas as solicitações: estática e dinâmica. O mapeamento geológico-geotécnico do talude rochoso recomendou algumas medidas de engenharia, as quais foram implementadas pela Eletronuclear.

Nos anos de 2012-2013 foi realizado um estudo que incluiu a reavaliação das obras de estabilização e do sistema de monitoração existentes e a atualização do mapeamento geológico-geotécnico no entorno da CNAAA.

Na avaliação das obras de estabilização e do sistema de monitoração existentes foi realizada a análise de estabilidade de diversas encostas, incluindo as obras de contenção existentes. Foram recomendadas medidas corretivas e preventivas de forma a garantir, para todas as encostas analisadas, as condições de segurança previstas na Norma Brasileira de Estabilidade de Encostas.

Em relação ao sistema de monitoração existente, o estudo realizado concluiu que este se apresenta adequado e sugeriu complementações da monitoração.

A Eletronuclear está iniciando os projetos para implementar as medidas corretivas e preventivas recomendadas, além de dar continuidade aos serviços de monitoração das encostas e de manutenção do sistema de drenagem superficial.

A UAS será assentada sobre rocha, a qual deverá ser cortada de acordo com suas características físicas e do projeto de fundações, definidos no tocante do Projeto executivo. No entanto, é importante destacar que a atividade de escavação e desmonte de rocha não será necessária para a implantação da UAS, pois todo desmonte de rocha do talude presente atualmente na área está atrelado ao Projeto da UTN Angra 2, com processo administrativo frente ao IBAMA sob o número 02001.003272/2011-48, Parecer Técnico nº 4/2017-DENEF/COHID/CGTEF/DILIC (Anexo 4.4.4-1). Neste raciocínio, a área deverá estar liberada, sem necessidade de desmonte de rocha, quando da implantação do empreendimento em tela (UAS).

Após o corte do talude rochoso, a ser realizado no âmbito do Projeto da UTN Angra 2 (Processo IBAMA nº 02001.003272/2011-48), deverá ser executado um estudo de estabilidade do maciço rochoso sobre a qual o empreendedor pretende instalar a UAS, cujas informações deverão ser encaminhadas ao IBAMA enquanto complemento deste RAS do empreendimento (UAS), para definir a necessidade de medidas de engenharia para a proteção da UAS.

No momento atual, o corte do talude está em fase de execução, com alteração de projeto considerando uma ampliação da escavação superficial de regularização da bancada (primeira etapa) a cotas inferiores a 31, dado que a espessura de solo e neossolo no topo do talude mostrou-se maior que o estimado

pelas sondagens iniciais (Carta ALI.T-0047/19 protocolada neste órgão sob o âmbito do Projeto da UTN Angra 2 - Processo IBAMA nº 02001.003272/2011-48). Sua conclusão está planejada para meados de julho de 2019; tão logo venha ser concluída a etapa de corte, a avaliações/estudos acerca da estabilidade do remanescente de talude rochoso será realizado, com elaboração de relatório próprio, no qual deverá ser protocolado no IBAMA até o final de julho de 2019, também via requerimento de juntada ao Processo deste empreendimento (Processo IBAMA nº 02001.007599/2018-65).

#### 4.4.3.1.3 Ventos e Tornados

##### – Ventos

Para o projeto da UAS será utilizado o mesmo vento extremo definido para as edificações da Usina Angra 3. A velocidade básica máxima de vento, a ser adotada para o projeto da Unidade, será de 41 m/s, além da observância dos critérios exigidos pela Norma Brasileira ABNT NBR 6123:2013 - Forças devido ao vento em edificações.

##### – Tornados

Tendo em vista evidências de tornados no país, inclusive no estado de São Paulo, com registro de 3 tornados de intensidade EF3 na escala Fujita, e de eventos menores no Rio de Janeiro, foi realizado um estudo da ameaça de tornados pelos pesquisadores do Depto. de Engenharia Civil da PUC-Rio (Professores Dr. J. L. Roehl e Dra. Andreia A. D. de Almeida). A análise foi referendada por um parecer do especialista em meteorologia do INPE, Prof. PhD. Ernani L. Nascimento.

Com base numa probabilidade de ocorrência de  $10^{-7}$ /ano, requerida pela guia americana da NRC, RG 1.76, “*Design Basis Tornado and Tornado Missiles for Nuclear Power Plants*”, Rev.1 (Março, 2007), a análise da ameaça indicou uma velocidade máxima de tornado de 209 km/h para o sítio da CNAAA. Entretanto, considerando as ocorrências máximas na região, correspondentes a uma categoria EF3 (*Enhanced Fujita Scale*; EF3: 218-266 km/h), e que a ameaça foi calculada tomando por base os limites inferiores das velocidades de cada categoria (ex. 218 km/h para EF3), a Eletronuclear adotou, conservadoramente, 242 km/h como velocidade básica de projeto para tornados. Esse nível corresponde a um EF3 médio (média entre os limites da categoria EF3) e é também similar ao tornado de projeto

estabelecido na região do tipo III nos Estados Unidos, conforme indicado na referida guia. Além das pressões geradas pelo vento do tornado, são adotados no projeto os mesmos mísseis gerados pelos tornados que são postulados para a região III dos EUA.

Considerando o disposto no guia da USNRC, RG 1.13 (March, 2007) – *Spent Fuel Storage Facility Design Basis (App. C. Regulatory Position – Item 2 – Protection Against Extreme Winds)*, a estrutura da UAS - incluindo o invólucro de concreto que protege os *Canisters* - deverá ser projetada para a ocorrência de tornado de projeto, inclusive os mísseis postulados.

A possibilidade de ocorrência de uma tempestade tropical ou furacão é considerada remota. A ocorrência do Catarina, em 2004, no litoral de Santa Catarina, classificado pelo CPTEC & INMET como um furacão tipo I na escala *Saffir-Simpson*, não evidencia que este fenômeno tenha se tornado regular na costa brasileira. Portanto, este tipo de evento não será considerado no projeto da UAS.

#### 4.4.3.1.4 Inundações

A área prevista para a construção da UAS está situada junto ao pé do talude da elevação onde está instalado o Centro de Informações da CNAAA. A cota prevista para os acessos à Unidade deverá ser aproximadamente 7,00 m CNG e, portanto, em elevação bem superior às cotas das áreas adjacentes (Saco Fundo, Itaorninha e Itaorna) e também em cota superior a dos pátios de Angra 1 e 2, locados na elevação 5,00 m CNG.

Os canais de drenagem de águas pluviais, situados no entorno da área onde está prevista a construção da UAS, estão dimensionados para precipitações com intensidades definidas para chuvas com tempo de recorrência de 10.000 anos, sem considerar bordas livres.

A área onde está prevista a instalação da UAS está protegida contra a ação das ondas do mar pelo molhe de proteção das tomadas d'água de Angra 1, Angra 2 e Angra 3 e pela linha de praia entre Angra 2 e Angra 3.

#### 4.4.3.1.5 Explosões

Não são consideradas que instalações industriais localizadas num raio de 10 km possam afetar o sítio da CNAAA. Portanto, eventos com materiais perigosos, como gases venenosos, não são aplicáveis ao projeto da UAS. Ameaça de incêndio

externo (por exemplo, no terreno externo à instalação), bem como, riscos de minerações também não são considerados no projeto da UAS.

A detonação de 22,7 toneladas de trinitrotolueno (TNT) num caminhão na estrada vizinha é considerada como acidente de base de projeto para as estruturas civis de Angra 3. Este acidente postulado pode ser considerado como uma hipótese conservativa equivalente para cobrir o efeito de explosão de outros gases e vapores explosivos.

Os efeitos de uma explosão de TNT são definidos com base nas menores distâncias às vias de transporte e nas cargas máximas presumíveis de serem transportadas nas proximidades das usinas nucleares. Para o cálculo dos efeitos são utilizadas as guias americanas da NRC, “*Regulatory Guide 1.91 - Evaluations of Explosions Postulated to Occur at Nearby Facilities and on Transportation Routes Near Nuclear Power Plants*”, Rev. 2, de abril de 2013, e também a guia da IAEA “*Safety Guide NS-G-1.5 - External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants*”, de 2003.

Os valores de pressões atuantes, obtidos com base nas guias acima mencionadas, consideram a propagação de onda em campo livre e em linha reta desde o ponto da explosão, na posição mais próxima da estrada, até a estrutura da UAS.

Os efeitos da explosão de TNT (ondas de pressão) serão considerados no dimensionamento estrutural do empreendimento, visando garantir a estanqueidade dos Módulos de Armazenamento, Cascos e *Canisters* contendo ECIs, bem como a integridade dos ECIs.

#### 4.4.3.1.6 Influência de Outras Instalações da CNAAA

- Dose na Unidade de Armazenamento Complementar a Seco (UAS), devido a um acidente em uma das Usinas

Não é necessária a determinação da dose radiológica na UAS, no caso de acidente nas usinas da CNAAA, uma vez que para estas situações de emergência os procedimentos adotados para os trabalhadores da UAS são os mesmos aplicados aos demais trabalhadores da CNAAA. Por outro lado, as doses radiológicas devido a acidentes nas referidas usinas, não interferem na segurança nuclear da UAS.

#### – Influências do Sistema Elétrico

A UAS será alimentada externamente por energia elétrica, através de uma subestação própria conforme descrito no item 4.4.2.9 deste capítulo, eletricamente independentes das Usinas Nucleares.

#### 4.4.3.1.7 Queda de Avião

Uma Instalação Nuclear é considerada adequadamente protegida contra impactos de aeronaves se a probabilidade de um determinado evento desse tipo, que resulte em consequências radiológicas superiores às admitidas pelo 10 CFR Part 100, for menor que  $10^{-7}$  acidentes por ano.

Se a probabilidade de tal evento ocorrer, for menor que o valor acima mencionado, não é necessário considerar a queda de aeronave no projeto.

Para fazer esse cálculo, as seguintes considerações, de acordo com o NUREG 0800, devem ser levadas em conta:

- 1) Os aeroportos devem ser considerados se:
  - a. O aeroporto estiver localizado dentro de um raio de 5 a 10 milhas (8 – 16 km) e o número de operações anuais de pouso e decolagens for maior que  $500 d^2$ , onde  $d$  é a distância do aeroporto à instalação nuclear em milhas, ou;
  - b. O aeroporto estiver localizado dentro de um raio acima de 10 milhas (16 km) da instalação nuclear, com um número de operações anuais (ou previsto) maior do que  $1000 d^2$ ;
- 2) Se a instalação nuclear estiver situada a 5 milhas (8 km) da borda de rota de treinamentos militares, a baixa altitude, esta deve ser levada em conta no cálculo;
- 3) Se a proximidade da instalação à borda de uma aerovia federal for inferior a 2 milhas, ou se ela estiver localizada sob uma aerovia, a largura desta aerovia, ou seja, do corredor aéreo, fará parte do cálculo;
- 4) Deve-se considerar a probabilidade total de queda de aeronave por milha quadrada na vizinhança do local devido à ponderação de aeroportos;
- 5) E por fim, um dos parâmetros deste cálculo é a área efetiva da instalação, em milha quadrada, também chamada de área vulnerável, que inclui a

área da sombra da instalação, assumindo os diferentes ângulos de impacto e o deslizamento da aeronave em torno da instalação.

Como as coordenadas da UAS são adjacentes à localização do empreendimento anterior UFC, em uma primeira aproximação, podemos concluir que o resultado dos cálculos mencionados no relatório da Eletronuclear (Cálculo da Probabilidade de Impacto de Aeronaves na Unidade de Armazenamento Suplementar de Combustíveis Irrradiados - UFC, rev. 0. Relatório GSN.T-032/14. Rio de Janeiro. Abril 2014), pode ser considerado para essa instalação.

De acordo com a correspondência nº 3/CCO/32 (Ministério da Defesa – Comando da Aeronáutica, Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Carta Nº3/CCO1/32. Março/2008), as aerovias UW62 (superior) e UW63 (inferior) foram consideradas no cálculo e mencionadas no relatório da Eletronuclear (GSN.T-032/14). Ambas as aerovias são usadas pela aviação comercial para a rota São Paulo–Rio de Janeiro. A extensão da largura total da aerovia é de 40 km, o que significa 20 km para cada lado da linha central. Portanto as aeronaves passam diretamente sobre o local de Angra. As aeronaves não podem passar a uma altura mínima de 2.780m acima do nível do mar.

Todos os aeroportos na vizinhança da UAS são listados no relatório da Eletronuclear (GSN.T-032/14 apresentado no Apêndice 4.4.3-1). De acordo com o Departamento de Controle do Espaço Aéreo, os aeroportos mais relevantes são Galeão, Santos Dumont e Congonhas, distante respectivamente 115 km, 117 km e 230 km da UAS, entretanto o movimento versus a distância indica que não é necessário considerá-los no cálculo. O mesmo acontece com o de Angra dos Reis, localizado a aproximadamente 16 km do centro da UAS, com um número de pousos e decolagens tão pequeno que também pode ser desprezado para o cálculo.

Baseado no exposto nos itens anteriores e na proximidade das instalações da UAS com a área do empreendimento anterior UFC, os recentes estudos elaborados para essa última instalação, conforme relatório da Eletronuclear (GSN.T-032/14) podem ser considerados aplicáveis para a UAS, e dessa maneira o evento de impactos de queda de aeronaves (aviões e helicópteros) não precisa ser considerado na sua base de projeto.

#### 4.4.3.1.8 Perda do Suprimento de Energia Elétrica

A segurança nuclear da UAS não será afetada no caso de perda do sistema de suprimento de energia elétrica, já que a mesma é concebida para operar de modo totalmente passivo em qualquer condição operacional prevista (normal ou de acidentes postulados), mantendo os valores dos coeficientes de segurança (temperatura, coeficiente de reatividade, etc.) abaixo dos limites estipulados.

#### 4.4.3.2 *Eventos Internos*

A integridade e a eficácia das barreiras de proteção radiológica, utilizadas para munir as instalações de recursos necessários, para promover o confinamento seguro dos elementos radioativos no interior da Unidade, são asseguradas não só durante a operação normal e condições anormais, mas também na hipótese de acidentes postulados. Para tanto, admite-se a hipótese de ocorrência destes acidentes e da sua possibilidade de causar consequências radiológicas ao público em geral. Para minimizar estas consequências, deverão ser tomadas as devidas providências, quando da execução do projeto dos sistemas relacionados à segurança.

Os acidentes mais relevantes, do ponto de vista radiológico, a serem analisados neste caso serão citados a seguir.

##### 4.4.3.2.1 Operação Normal

###### a. *Inventário de Atividade dos Elementos Combustíveis*

Os cascos de armazenamento (*Overpacks*) de combustíveis irradiados da UAS armazenarão elementos combustíveis provenientes das três usinas da CNAEA. Estes elementos deverão ter passado pelo menos 10 anos nas Piscinas de Combustíveis Usados (PCUs) de suas respectivas usinas e deverão apresentar estanqueidade durante os testes correspondentes.

A queima máxima de um elemento combustível não deverá ultrapassar 55 MWd/kg de metal pesado para Angra 1, e 60 MWd/kg para Angra 2.

Devido ao longo tempo de decaimento antes da transferência dos ECIs das PCUs para a UAS, dos elementos químicos relevantes para a avaliação da segurança radiológica somente os núclídeos Kr-85 e I-129 são de importância,

devido a suas longas meia-vidas e ao fato de serem voláteis. Os outros produtos de fissão bem como os actínídeos não são voláteis e por isso não serão relevantes para a avaliação das consequências radiológicas durante a operação normal ou em casos de acidentes.

*b. Liberação de Substâncias Radioativas*

A Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de ECIs da Eletronuclear (UAS) será composta de *Canister*, Casco de Transferência e *Overpack* (ELETRONUCLEAR, 2016c; AREVA, 2004; HOLTEC, 2006).

O *Canister* é uma estrutura metálica que fornece confinamento aos elementos combustíveis irradiados (ECIs), durante seu armazenamento inicial. Ele é preenchido com gás inerte (normalmente gás hélio) com o objetivo de melhorar a transferência de calor em seu interior e prevenir a corrosão nos ECIs (AREVA, 2004; HOLTEC, 2006). Possui uma estrutura reticulada em seu interior (*basket*) que permite manter um afastamento seguro entre os ECIs, com o objetivo de evitar a criticalidade (ELETRONUCLEAR, 2016c; AREVA, 2004; HOLTEC, 2006).

O casco, por sua vez, é projetado com o objetivo de receber o *Canister* em seu interior, fornecendo proteção física, blindagem radiológica e remoção de calor, até o instante em que o *Canister* é inserido no interior de um *Overpack* (ELETRONUCLEAR, 2016c; AREVA, 2004; HOLTEC, 2006).

De acordo com Eletronuclear (2016c), *Overpack* é um módulo utilizado para os ECIs na UAS. Ele é construído em aço e concreto, sendo projetado e licenciado para fornecer proteção física, dissipação de calor passiva e blindagem radiológica ao *Canister* carregado com os ECIs, durante seu período de armazenamento inicial (AREVA, 2004; HOLTEC, 2006). Neste trabalho, os *Overpacks* serão projetados para ficarem na posição vertical.

O projeto do *Overpack* com o *Canister* assegura condições de confinamento de tal maneira que nenhum evento acidental plausível base de projeto provocaria a liberação de material radioativo dessa estrutura para o meio ambiente (HOLTEC, 2006). O *Overpack* é projetado para fornecer proteção física ao *Canister* durante condições normais, eventos anormais e de acidentes postulados, garantindo que a integridade da barreira de confinamento do mesmo seja preservada. A atmosfera de gás inerte contida no interior do *Canister* e a capacidade de remoção de calor passiva do *Overpack* asseguram que os elementos combustíveis irradiados permanecem protegidos da degradação, a qual poderia provocar a ruptura de

varetas combustíveis durante o armazenamento a seco (AREVA, 2004; HOLTEC, 2006).

c. Dispersão Térmica no Entorno da UAS

No que se refere à dispersão térmica no entorno da UAS, gerada pela troca de calor dos Overpacks com o ambiente, foi realizada uma estimativa preliminar bidimensional de dispersão de temperatura, apresentada no Apêndice 4.4.3-2, a qual concluiu que na operação da UAS não são esperados impacto térmico às áreas adjacentes, tais como no Centro de Informação de Itaorna (Observatório Nuclear), heliponto, trecho da BR-101 adjacente à CNAAA e encostas de mata atlântica; pois os resultados obtidos do modelo numérico mostram que, mesmo sendo adotadas premissas extremamente conservadoras, favoráveis para o aumento da temperatura na região, o acréscimo máximo de temperatura nos pontos considerados na referida modelagem ficam próximos a 1 °C.

Salienta-se que os Elementos Combustíveis Irrradiados (ECIs) já estão presentes na CNAAA, armazenados nas piscinas de elementos combustíveis das usinas. Durante a operação da UAS, esses mesmos ECIs serão apenas transferidos de um local para outro, dentro da CNAAA. A única diferença é que, no caso do armazenamento nas piscinas, a fonte fria é a água do mar, enquanto que na UAS a fonte fria é o ar.

No Apêndice 4.4.3-2 está apresentada a Simulação Numérica da Dispersão Térmica no entorno da UAS e a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do profissional responsável pelas informações.

#### 4.4.3.2.2 Condições de Acidentes

Acidentes são eventos capazes de provocar impactos superiores aos eventos anormais, embora possuindo frequência inferior a estes. São eventos não intencionais, incluindo erros de operação, falhas de equipamento, eventos naturais, etc., cujas consequências reais ou potenciais são relevantes sob o ponto de vista de proteção radiológica (CNEN, 2014).

Para a Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de ECIs (UAS) são postulados os seguintes cenários de acidentes:

- a) Queda de casco;
- b) Tombamento do Overpack no local de armazenamento;

- c) Explosão;
- d) Incêndio;
- e) Inundação da área de armazenamento de *Overpacks*;
- f) Tornado;
- g) Terremoto;
- h) Queda de raio;
- i) Aquecimento adiabático;
- j) Deslizamento de solo e quedas de blocos de rocha;
- k) Perda do suprimento de energia elétrica.

a. Queda de Casco

De acordo com a Holtec (2006), quedas de casco devem ser analisadas considerando-se as posições horizontal e vertical. Para o Casco de Transferência, observa-se, com o auxílio da Holtec (2006), que a utilização de dispositivos de içamento redundantes reduz drasticamente a probabilidade de queda do mesmo. Sob estas condições, o evento de queda pode ser considerado não crível para este tipo de casco e não é estipulada uma altura/distância de segurança para a queda do mesmo.

Para o caso do casco de armazenamento (*Overpack*), devem-se considerar os efeitos das forças de impacto com o piso de estocagem, que são função do projeto e material utilizados neste piso. Com base em cálculos de resistência dos materiais é possível estabelecer bases de projeto em termos da máxima altura que o casco pode ser elevado, ou a máxima aceleração que o mesmo pode ser submetido em caso de queda livre.

Os cascos de armazenamento (*Overpack*) encontrados atualmente no mercado são projetados para resistir a quedas livres verticais e horizontais de uma altura aproximadamente igual a 28 cm (o que equivale a uma aceleração igual a 45g) em relação ao piso de concreto de armazenamento (HOLTEC, 2006). Este valor deve ser compatível com a altura do casco em relação ao piso da UAS, quando o *Overpack* for movimentado pelo veículo de transferência.

Em eventos de queda de cascos, deve-se verificar a integridade estrutural do *Canister* com ECIs bem como das blindagens contra radiações ionizantes.

Para cascos de transferência, sua integridade estrutural, pós-acidente, pode ser verificada por inspeção do *Canister* no interior das Piscinas de Combustíveis Usados (PCUs) das usinas de origem. Já para os cascos de armazenamento (*Overpack*), esta verificação pode ser realizada com o auxílio de câmeras móveis inseridas no interior dos canais de ventilação dos mesmos. Em ambos os casos, a integridade da blindagem radiológica pode ser verificada com a medição da taxa de dose na superfície dos referidos cascos.

*b. Tombamento do Overpack no local de armazenamento*

A *United States Nuclear Regulatory Commission* (USNRC) exige que análises ou ensaios sejam realizados para algumas estruturas, sistemas e componentes de uma Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de ECIs (USNRC, 2000). Dentre estas análises devem ser considerados os eventos de queda ou tombamento de componentes, tais como, Casco de Transferência e *Overpack*, embora este último evento seja considerado não crível sob um ponto de vista mecanicista, esta consideração, segundo a USNRC, se baseia no conceito de defesa em profundidade.

Para este evento, a USNRC considera plausível o tombamento do Casco de Transferência ou *Overpack* de uma posição de repouso sobre uma superfície de contato. Neste acidente, considera-se uma rotação do componente no plano vertical, de tal maneira que o componente que estava inicialmente na posição vertical fique agora na posição horizontal.

De acordo com a USNRC (2000), as quedas de componentes tocando o solo em posições verticais ou horizontais produzem valores de tensões superiores ao caso do tombamento descrito anteriormente. Assim, a USNRC aceita as análises de queda de componentes em substituição a análise de tombamento.

Uma análise do tombamento de *Overpack* comercial para armazenamento a seco de ECIs é apresentada por Shah, Cox & Chowdhury (2003). Nesta referência, a integridade estrutural do *Overpack* é analisada com base no método de elementos finitos, utilizando-se programas de computador. Foi desenvolvido um modelo detalhado para a fundação e o *Overpack* (também aplicável ao projeto da Eletronuclear), incluindo a região externa de concreto, o *Canister* e o *basket* com os elementos combustíveis. Os resultados obtidos nesta análise indicaram que o *Canister* tem margens significantes de segurança para manter a integridade estrutural durante o tombamento.

Para este cenário de acidente, recomenda-se verificar a integridade estrutural do *Canister* com ECIs bem como das blindagens radiológicas, da mesma forma como mencionado no item anterior.

c. Explosão

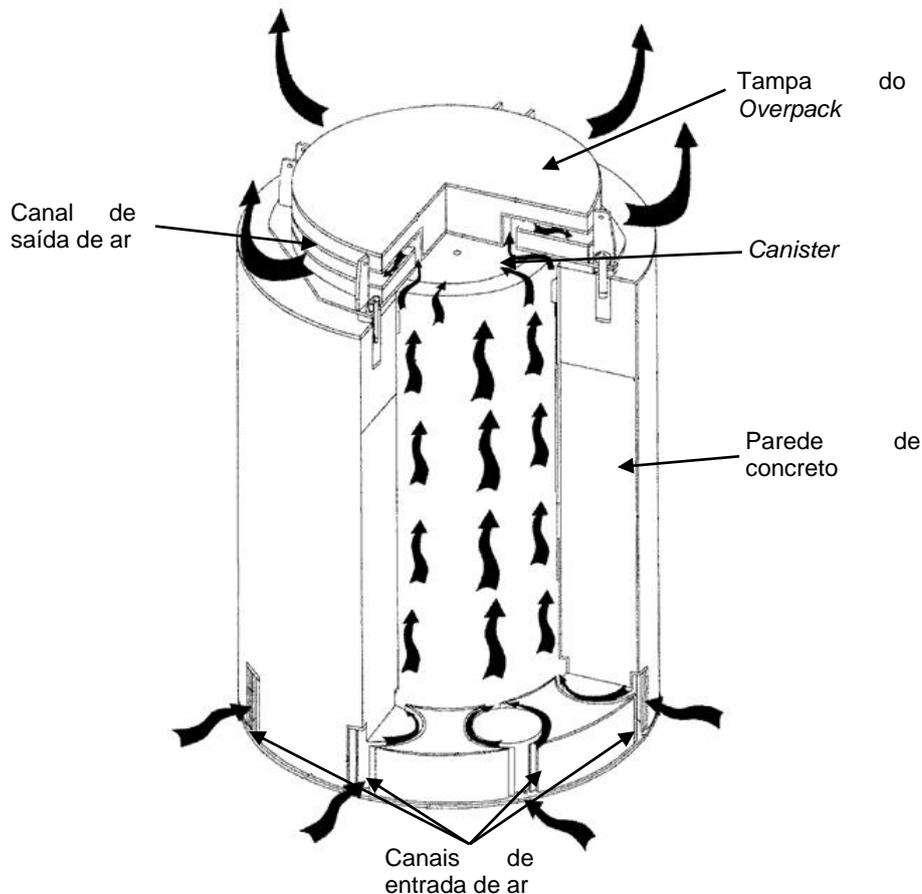
É improvável a ocorrência de uma explosão dentro dos limites da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de ECIs (UAS), uma vez que não é prevista a presença de material explosivo neste local. Entretanto, é possível ocorrer uma explosão provocada pelo combustível existente no tanque do veículo de transferência de *Overpacks*. A intensidade de tal explosão pode ser reduzida, limitando-se a quantidade de combustível no tanque desse veículo.

Uma explosão de maior impacto pode ocorrer devido à presença de veículos com carga explosiva na Rodovia Procurador Haroldo Fernandes Duarte (BR-101) nas proximidades da UAS. Assim, devem-se considerar também os efeitos de uma explosão de TNT definidos com base nas menores distâncias às vias de transporte e nas cargas máximas presumíveis de serem transportadas nas proximidades das usinas nucleares. Para o cálculo dos efeitos são utilizadas as recomendações apresentadas pela USNRC (2003) e IAEA (2003). Os valores de pressões atuantes, obtidos com base nessas referências, consideram a propagação de onda em campo livre e em linha reta desde o ponto da explosão, na posição mais próxima da estrada, até a estrutura da UAS.

A menor distância da UAS à rodovia Procurador Haroldo Fernandes Duarte (BR-101), na qual será postulada a explosão de um caminhão carregado com 23.000 kg de TNT é de 230 metros. Pela metodologia apresentada na IAEA (2003), observa-se que o efeito da explosão a esta distância é uma onda de pressão com duração de 0,114 segundos e valor máximo ( $\Delta p$ ) de 13,5 kN/m<sup>2</sup> (13,5 kPa).

Os efeitos desta onda de pressão são reduzidos no *Overpack* devido ao próprio projeto do mesmo. A existência de canais de ventilação no interior de sua estrutura (Figura 4-96) propicia a formação de uma pressão de ar contrária (pressão resistiva) à pressão da onda de choque, fazendo com que o concreto do *Overpack* fique mais sujeito a compressão do que a tração. De acordo com Holtec (2006), para uma onda de pressão igual a 0,41 MPa, a pressão resistiva seria igual a 0,34 MPa e conseqüentemente a pressão diferencial seria igual a 70 kPa. Assim, para uma onda de pressão igual a 13,5 kPa, estima-se que os valores das pressões resistiva e diferencial sejam iguais a 11,2 kPa e 2,3 kPa, respectivamente.

Figura 4-96 - Representação esquemática da refrigeração por convecção natural no interior do Overpack.



Fonte: SINGH, 2014.

Os cascos de armazenamento (*Overpacks*) encontrados no mercado são projetados para resistirem a pressões bem superiores aos valores de pressão resistiva (11,2 kPa) e diferencial (2,3 kPa), garantindo a integridade do *Canister* com os ECIs quando submetidos a eventos desta natureza.

#### d. Incêndio

No local de armazenamento de cascos da UAS, não haverá material combustível que apresente carga térmica dentro dos limites das cercas duplas. Ou seja, uma vez que os cascos são feitos de aço e apoiados sobre uma estrutura de concreto, não se postula ocorrência de incêndio como um acidente previsto em projeto que possa ocorrer nestes limites.

No entanto, as estruturas em anexo ao local de armazenamento apresentam material combustível, ainda que reduzido ao mínimo necessário, e apresentam assim, possibilidade de incêndio. Dentre as estruturas que possam conter carga de incêndio e que justifiquem a utilização de sistemas de detecção e de extinção, tem-

se a guarita e o almoxarifado, estruturas estas em que estão previstas instalações destes sistemas, conforme apresentado no item 4.4.2.7 deste capítulo, página 138. As áreas próximas às estruturas da UAS serão mantidas livres de possíveis fontes de ignição externas, tais como objetos inflamáveis, árvores e vegetação, que possam causar danos às estruturas.

Com base nas cargas de incêndio nas áreas de manuseio e encapsulamento, de transferência e armazenamento de ECIs, observa-se que o cenário de incêndio mais conservador ocorre durante o trajeto do veículo de transferência de ECIs das usinas para a Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de ECIs (UAS).

Areva (2004) apresenta uma simulação de cenário de incêndio envolvendo um Casco de Transferência. Nesta simulação, o casco é submetido a queima do equivalente a 1,14 m<sup>3</sup> (300 galões) de óleo diesel durante 15 minutos, com o fogo atingindo a uma temperatura média igual a 802 °C. A temperatura média de meio ambiente é considerada como sendo igual a 52 °C (caso mais conservador de incidência solar). Para estas condições de acidente, obtém-se um valor de temperatura na superfície externa do *Canister* igual a 259 °C, valor bem inferior ao limite de temperatura igual a 427 °C, adotado para este componente neste cenário de acidente (WANG *et. al.*, 2014). A temperatura na superfície externa da vareta combustível (VC) atinge um valor inferior a 432 °C, sendo bem menor que o limite de temperatura de 570 °C (USNRC, 2003b).

Sendo assim, observa-se que os projetos de *Canister* e casco utilizados no armazenamento a seco são apropriados para resistirem aos efeitos de um cenário de acidente desta natureza.

e. *Inundação da área de armazenamento de Overpacks*

A área de armazenamento de *Overpack* não é suscetível a inundações por dois motivos, basicamente, sendo:

- (i) A cota dos acessos a essa instalação estará na elevação de aproximadamente 7,00m CNG e, portanto, em elevação bem superior às cotas das áreas adjacentes (Saco Fundo, Itaorninha e Itaorna) e também em cota superior a dos pátios de Angra 1 e 2, locados na elevação 5,00 m CNG.
- (ii) Os canais de drenagem de águas pluviais, situados no entorno da área da UAS, são dimensionados para chuvas com intensidades definidas

para o tempo de recorrência de 1.000 anos, considerando-se bordas livres, e verificados para chuvas com tempo de recorrência de 10.000 anos (sem considerar bordas livres).

Mesmo assim, uma análise para esse cenário de acidente é apresentada, pois uma inundação da área de armazenamento de *Overpacks* pode provocar o tombamento do *Overpack* e a entrada de água nos canais de ventilação desse casco de armazenamento.

O tombamento de *Overpack* é tratado no item b da seção 4.4.3.2.2, restando, portanto, analisar o problema de entrada de água no interior do mesmo.

Durante o cenário de inundação, a água pode se infiltrar através dos canais de ventilação do *Overpack* provocando um aumento na reatividade do *Canister* contendo ECIs. Holtec (2006) observou variações nos valores da reatividade de *Canisters* com ECIs, tanto em posição horizontal como vertical, quando submetidos a diferentes graus de inundações. Para isso foram realizados cálculos para o *Canister* contendo diferentes níveis de água (com massa específica igual a  $10^3$  kg/m<sup>3</sup>) e com o restante do volume dos canais de ventilação preenchidos com vapor (com massa específica igual a 2 kg/m<sup>3</sup>), conforme recomendado por USNRC (2010). Observa-se que, em todos os casos analisados, a reatividade aumentou monotonicamente à medida que o nível de água no *Overpack* foi aumentado, indicando que a condição mais conservadora é aquela em que esse casco está completamente submerso.

Cálculos realizados por Holtec (2006) mostram que para várias configurações de ECIs e *Canisters* encontrados no mercado, os valores do fator de multiplicação efetivo ( $k_{eff}$ ) são inferiores ao limite de projeto para ECIs, que, segundo Eletronuclear (2016c) é igual a 0,95. Assim, observa-se que os cascos de armazenamento (*Overpack*) comercializados atualmente atendem aos requisitos necessários no caso do evento de inundação.

#### f. Tornado

Um tornado pode provocar basicamente variações de pressão, forças de vento e mísseis na região afetada pelo mesmo. Sob estas condições o casco de armazenamento (*Overpack*) tem que manter a integridade do *Canister* com os ECIs armazenados em seu interior. Para isso, é necessário que as cargas mecânicas

associadas com um tornado não ponham em risco a integridade física do referido *Canister*.

Em USNRC (1974), ANSI (1992), e ASCE (1990) são prescritas as bases de projeto para tornados e forças de vento para o sistema formado por *Canister* e *Overpack*. A estabilidade cinemática do *Overpack* e a integridade das fronteiras de confinamento do *Canister*, enquanto dentro do *Overpack*, tem que ser demonstrada sob impactos de mísseis gerados por tornados em conjunção com as forças de vento.

Com relação a esforços mecânicos ocasionados como efeitos dos eventos externos que compõem a base de projeto da UAS, tais como terremotos, tornados, explosões e inundações, os únicos eventos externos que seriam capazes de danificar componentes do sistema são a colisão de mísseis gerados pela ocorrência de tornado e a onda de pressão de explosão de TNT. O tornado de projeto considerado para a UAS corresponde àqueles com frequência de  $10^{-7}$  ocorrência por ano (uma ocorrência a cada 10 milhões de anos).

USNRC (2015) apresenta que na análise de tornados devem ser considerados três diferentes tipos de mísseis, ou seja, um míssil com grande massa com alta energia cinética e que se deforma no impacto (um automóvel); um míssil rígido com massa média para testar a resistência à penetração (um rígido cilindro de aço); e um míssil rígido pequeno o suficiente (uma esfera de aço) para atravessar qualquer abertura nas barreiras protetivas do *Overpack*.

Os *Overpacks* disponíveis atualmente no mercado internacional atendem a todos os requisitos de segurança apresentados (USNRC, 1974; ANSI, 1992; e ASCE, 1990).

g. Terremoto

A estrutura civil (estrutura da base de fundação) será projetada para suportar as solicitações decorrentes de um terremoto de projeto equivalente a um terremoto de desligamento seguro (SSE - *Safe Shutdown Earthquake*), como adotado para o projeto da Usina Angra 3, de forma a garantir a estanqueidade dos cascos (e *Canisters*) contendo o combustível irradiado armazenado, bem como, a integridade dos elementos combustíveis estocados.

A análise de acidente de terremoto tem como objetivo avaliar os efeitos de um evento sísmico no conjunto formado por *Overpack*, *Canister* e ECIs. O objetivo da análise é determinar o limite de estabilidade do sistema baseado no critério de

estabilidade estática mencionado por Holtec (2006). De acordo com esta referência o conjunto é qualificado para atividade sísmica com base nos valores máximos de aceleração horizontal ( $G_H$ ), e vertical ( $G_V$ ), considerados no projeto. Estas acelerações são representadas pela expressão  $G_H + 0,53G_V = 0,53$  para o caso de *Overpacks* não ancorados. Para os ancorados são utilizados os valores limites de aceleração iguais a  $G_H = 2,12 \text{ m/s}^2$  e  $G_V = 1,5 \text{ m/s}^2$  (HOLTEC, 2006). De acordo com esta referência, a análise sísmica realizada, considerando-se esses valores de acelerações, demonstra que não ocorre o tombamento do *Overpack* e nem são observadas consequências adversas de origem térmica, de confinamento, de criticalidade e de blindagem radiológica.

O sítio da CNAAA, onde será construída a UAS, se encontra localizado em uma região com baixa probabilidade de ocorrência de eventos sísmicos. As Usinas Nucleares, presentes nesta área, foram projetadas para resistirem a sismos com aceleração horizontal na rocha igual a 0,10 g, ou seja,  $G_H = 1 \text{ m/s}^2$  (ELETRONUCLEAR, 2011).

De acordo com a Eletronuclear (2011), especialistas da PUC/RJ e do Instituto de Astronomia e Geofísica da USP (IAG/USP) estimam que a probabilidade de ocorrência de um abalo sísmico dessa proporção nas proximidades da CNAAA é de uma a cada 50 mil anos. Sendo assim, observa-se que os *Overpacks* ancorados resistem aos abalos sísmicos considerados como base de projeto para as Usinas da CNAAA.

#### h. Queda de raio

Sistemas de proteção contra raios são utilizados nas Usinas Angra 1 e Angra 2, e serão instalados futuramente na Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de ECIs (UAS). Estes sistemas reduzem substancialmente a probabilidade de ocorrência de danos nessas instalações por quedas de raio.

Como nas instalações de armazenamento a seco não são normalmente utilizados equipamentos elétricos com funcionamento contínuo (como, por exemplo, sistemas de ventilação para a retirada do calor de decaimento radioativo), a probabilidade de ocorrência de danos em uma unidade do tipo UAS é tão baixa que este evento pode ser considerado não crível (AREVA, 2004).

i. Aquecimento Adiabático

Na UAS os elementos combustíveis irradiados (ECIs) serão armazenados no interior de um *Canister* metálico, que será colocado dentro de um *Overpack*. Em condições normais de operação, o calor gerado por decaimento radioativo no interior das varetas combustíveis (VCs) é liberado para o meio ambiente em um regime de estado estacionário. A transferência de calor é realizada por condução nas pastilhas de Dióxido de Urânio ( $UO_2$ ), por radiação/convecção natural das pastilhas para o *gap* (preenchido com gás hélio) existente entre as pastilhas e a superfície interna do revestimento das VCs (*cladding*), por condução nesse revestimento, por radiação/convecção natural da superfície externa do *cladding* para a superfície interna do *Canister*, por condução nas paredes do *Canister* e por radiação/convecção natural da superfície externa do *Canister* para o ar existente nos canais de ventilação do *Overpack*.

O aquecimento do ar no interior desses canais de ventilação cria correntes de circulação ao longo de todo o *Overpack* (Figura 4-96). É importante observar que a transferência de calor por condução nas paredes do *Overpack*, e por convecção natural entre a superfície externa deste e o ar ambiente é irrisória, quando comparada com a transferência de calor através dos canais de ventilação.

O aquecimento adiabático é o transiente térmico mais conservador considerado para um *Overpack* de armazenamento de ECIs. Trata-se de um acidente hipotético onde é postulado que todos os canais de ventilação do *Overpack* (Figura 4-96, página 216) são bloqueados, e conseqüentemente todo o calor gerado nos ECIs permanece no interior do casco de armazenamento (*Overpack*).

A *United States Nuclear Regulatory Commission – USNRC* (2003b) estabelece que, nesta condição de acidente, a temperatura máxima do revestimento (*cladding*) das VCs não deve ultrapassar um valor igual a 570 °C, de forma a garantir a integridade do revestimento dessas varetas. Este valor limite juntamente com a carga térmica do *Overpack* (calor de decaimento radioativo dos ECIs), com a massa dos materiais constitutivos desse casco de armazenamento e com as características térmicas desses materiais, permitem a determinação de um tempo limite para a duração deste acidente, que de acordo com USNRC (2009) é estimado (no caso mais conservador) como sendo igual a 3,5 dias.

É importante observar que após alguns dias, a refrigeração do *Overpack* tem que ser restabelecida para que possa ser assegurada a integridade do *Canister* com

os ECIs. O restabelecimento da refrigeração natural é alcançado com a desobstrução dos canais de ventilação do *Overpack*, utilizando-se jatos de ar e/ou água.

*j. Deslizamento de solo e quedas de blocos de rocha*

Na região da CNAAA e ao longo da Serra do Mar, as encostas são íngremes e o topo rochoso é recoberto por solos residuais e coluvionares de pequena espessura. Essas características, aliadas aos elevados índices pluviométricos, podem desencadear processos de deslizamentos de solo e quedas de blocos de rocha típicos da área.

O principal agente causador de deslizamentos de massa em regiões tropicais é a chuva e os seus efeitos precisam ser controlados. Este controle é realizado, principalmente, pela execução de sistemas de drenagem superficial adequado. Entretanto, na área da CNAAA as encostas consideradas críticas foram estabilizadas e são monitoradas mensalmente com a utilização de inclinômetros, piezômetros, células de carga, pinos de deslocamento e marcos superficiais. Assim, é baixíssima a probabilidade de deslocamento de massas de solos importantes.

Mesmo sendo um evento altamente improvável, considera-se, conservadoramente, que o deslizamento de solo e quedas de blocos de rocha significantes podem atingir o *Overpack* em sua posição de armazenamento e provocar o seu tombamento/soterramento. Assim, devem ser analisados a sua integridade estrutural bem como o possível bloqueio de seus canais de refrigeração. As consequências de um tombamento do *Overpack* são apresentadas na seção 4.4.3.2.2, assim como o bloqueio de seus canais de refrigeração para o caso do aquecimento adiabático.

*k. Perda do suprimento de energia elétrica*

Conforme mencionado no item 4.4.3.1.8 deste relatório, no caso de perda do sistema de suprimento de energia elétrica, a UAS não estará comprometida.

#### **4.4.4 Aspectos Construtivos**

##### *4.4.4.1 Atividades de Implantação do Empreendimento*

###### 4.4.4.1.1 Serviços Preliminares

Os aspectos relativos à implantação da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de ECLs (UAS), como forma de organizar, controlar e/ou amenizar os resultados de suas ações, estão descritos a seguir.

###### *a. Preparo de Acesso Inicial e Serviços Preliminares*

Para construção da UAS, será definido inicialmente, visando agilizar a logística e movimentação interna, o acesso à obra pela Portaria 03 (atualmente esta portaria é utilizada para acesso ao Canteiro de Obras da Usina Angra 3), sendo considerado o suficiente para demanda de implantação do empreendimento, sem acarretar prejuízos ao desenvolvimento dos trabalhos de construção da usina Angra 3.

Os serviços preliminares constarão da instalação do canteiro de Obras para implantação da UAS. O Canteiro de Obras constitui-se de área com infraestrutura de apoio às frentes de trabalho da construção e montagem da Unidade.

O Canteiro de Obras será implantado de forma a causar o menor impacto possível ao meio ambiente, apesar de envolver atividades de regularização do terreno, movimentação de máquinas e equipamentos pesados e geração de resíduos e efluentes. Para início das atividades de construção da UAS, serão necessárias limpezas do terreno com retiradas de materiais, acerto do solo, e retirada de blocos de rocha. Esses materiais serão removidos com auxílio de equipamentos de carga e transporte, como carregadeiras, retroescavadeiras, caminhões basculantes e caçambas. Os materiais serão dispostos em local já determinado dentro do Canteiro da CNAAA, em área da antiga Pedreira, próximo ao Centro de Gerenciamento de Rejeitos – CGR.

Durante a fase de construção da UAS, também haverá necessidade de descarte de resíduos sólidos, entulhos de obra, sobras de madeira, restos de alvenaria, restos de tela metálica, pontas de vergalhão de ferro de construção, pontas de arame, lata de tintas e solventes vazias, panos ecológicos contaminados

com solvente, os quais terão destinação temporária em baías específicas destinadas a cada tipo de resíduos sólidos.

O Canteiro de Obras deverá ser dotado de sistema de sinalização vertical de trânsito, sistemas de captação e tratamento de águas servidas, redes de drenagem pluviais, etc., além disso, possuir um sistema operacional de manutenção e limpeza periódica da área.

Todas as atividades a serem desenvolvidas no Canteiro de Obras deverão atender às normas e leis existentes, sendo de inteira responsabilidade da Empreiteira a execução das ações dentro do âmbito legal, necessárias para os descartes de resíduos.

*b. Construção de Acessos Permanentes*

Da mesma forma que o acesso inicial, os acessos permanentes, a serem utilizados na fase de construção da UAS, serão aqueles atualmente existentes no Canteiro de Obras de Angra 3.

*c. Preparo do Terreno*

Esta atividade envolverá a limpeza do terreno (água com lama decorrente da escavação da cava de fundação em rocha), pequenos movimentos de terra da camada superficial, visando o aplainamento do terreno, para atender a implantação das estruturas de apoio e instalações provisórias do canteiro de obras, abertura de caminhos de serviço e preparo do local de implantação da UAS, atendendo as condições que determina o projeto de locação topográfico.

Todas as atividades de terraplenagem e acerto do terreno obedecerão às orientações e recomendações das normas técnicas vigentes.

*d. Escavação e Desmonte de Rocha*

Para a implantação desse empreendimento não será necessária atividade de escavação e desmonte de rocha, pois todo desmonte de rocha do talude presente atualmente na área está atrelado a outro empreendimento da Eletronuclear, para o Projeto da UTN Angra 2, com processo administrativo frente ao IBAMA sob o número 02001.003272/2011-48, Parecer Técnico nº 4/2017-DENEF/COHID/CGTEF/DILIC (Anexo 4.4.4-1). Neste raciocínio, a área deverá estar

liberada, sem necessidade de desmonte de rocha, quando da implantação do empreendimento em tela (UAS).

#### 4.4.4.1.2 Infraestrutura

##### a. Instalações do Canteiro de Obras

Na infraestrutura a ser adotada para o canteiro de obras, está previsto a utilização de contêineres metálicos em número suficiente para atender as necessidades como: escritórios de obras, sanitários, vestiários, almoxarifados para guarda de materiais, etc., providos de instalações elétricas e instalações de água e esgoto (sanitários e vestiários); está previsto ainda, pátio de máquinas, oficina mecânica e área de abastecimento, área de lavagem de betoneiras e central de resíduos.

Os contêineres destinados a vestiários e sanitários, serão interligados à rede de esgotos já existente no canteiro, cujos efluentes serão encaminhados à ETE do próprio canteiro de obras.

A instalação dos contêineres será em local determinado no canteiro de obras da UAS, previsto em local próximo a área de implantação do empreendimento. Serão instalados bebedouros, providos de água potável para consumo dos trabalhadores.

A coleta de resíduos será seletiva, utilizando-se coletores e caçambas adequadas, distribuídas em locais pré-determinados, sendo seu recolhimento realizado diariamente, conforme procedimentos de gerenciamento de resíduos.

A localização das estruturas de canteiro de obras a serem utilizadas para implantação deste empreendimento está identificada na planta geral da CNAAA, apresentada no desenho no Apêndice 4.3.2-1.

##### b. Fontes de Energia

O fornecimento de energia elétrica atenderá à qualidade e disponibilidade necessária para todos os serviços de construção previstos e para a manutenção do canteiro de obras.

A fonte de energia, que suprirá o canteiro de obras da UAS, será a mesma fornecida pelas redes elétricas de distribuição existentes na área da CNAAA, as quais já atendem ao canteiro de obras de Angra 3.

c. Abastecimento de Água

O abastecimento de água, necessário para atender às demandas durante o período de execução das obras da UAS, será proveniente da EPTA/ITAORNA (Estação de Pré-Tratamento de água, do Sistema de Abastecimento de Água Doce – SAAD), as quais são coletadas das tomadas d'água existentes na região da bacia hidrográfica do Frade (Rio do Frade e Córrego Sacher). Sua localização está apresentada no Apêndice 5.2.8-1 – Mapa de Hidrografia.

Vazão de outorga concedida para as captações que abastecem a CNAAA são:

Rio do Frade: 100 m<sup>3</sup>/h – (24 h/d, 30 dias/mês)

Córrego Sacher: 48 m<sup>3</sup>/h – (24 h/d, 30 dias/mês)

d. Sistemas de Saneamento Básico

O Sistema de Drenagem Sanitária a ser utilizado na fase de construção da Unidade, coletará os efluentes resultantes das águas utilizadas para fins higiênicos em: vasos sanitários, chuveiros, lavatórios, mictórios, pias e drenos de equipamentos de cozinha e bebedouros. Após a coleta, o esgoto sanitário será enviado através da interligação na rede coletora existente que atende o Canteiro de Obras da usina Angra 3, a qual é composta por elevatórias que efetuam o bombeamento dos efluentes sanitários, direcionando para à ETE existente no canteiro.

Os sistemas de tratamento de efluentes líquidos e suas características estão apresentados no item 4.4.2.11.4 - Sistemas de Tratamento de Efluentes Líquidos Não Radioativos.

e. Redes de Drenagem

O sistema de drenagem do canteiro de obras da UAS será interligado ao sistema de redes de drenagem já existente, que supre o canteiro de obras de Angra 3. As águas pluviais serão coletadas nas redes já existentes, as quais são direcionadas para o UGZ, com dimensionamento suficiente para atender a demanda das obras da UAS.

No Apêndice 4.3.2-1 é apresentado o arranjo geral da CNAAA, onde se destaca a localização destes sistemas/estruturas.

#### 4.4.4.1.3 Outras Atividades e Controles

##### a. Contaminação do Solo e de Recursos Hídricos

Obras do porte do Empreendimento em questão são caracterizadas pela produção de efluentes, tanto sanitários como águas de serviço, provenientes das diversas instalações do canteiro de obras, tais como: oficinas, sanitários, vestiários e refeitórios.

Mais precisamente, poderá ocorrer a geração de efluentes contaminados por:

- Produtos químicos utilizados nas fases de pintura, limpeza e atividades de caráter geral;
- Hidrocarbonetos derivados do petróleo (combustíveis, lubrificantes e solventes) no processo de abastecimento e manutenção de equipamentos e na limpeza de estruturas e ferramentas;
- Vazamentos em equipamentos, derramamento ou transbordamento durante operações de carga e descarga de produtos, gotejamento de tubulações, reservatórios, veículos e equipamentos.

As áreas e estruturas destinadas ao armazenamento de produtos químicos, limpeza de estruturas e ferramentas, abastecimento e manutenção de veículos e equipamentos, que atenderão a UAS, serão dotadas de piso impermeável, cobertura, sistema de contenção contra vazamentos, entre outros, sendo inspecionadas periodicamente, objetivando avaliar a conformidade necessária na prevenção de poluição ambiental. Estes locais são os mesmos utilizados atualmente para construção da Usina Angra 3 e estão identificados no arranjo geral da CNAAA, apresentado no Apêndice 4.3.2-1.

Os sistemas de contenção serão providos por um sistema de drenagem específico, independente da drenagem pluvial, direcionados para caixas coletoras apropriadas, para posterior coleta e destinação final às empresas receptoras de resíduos/efluentes, devidamente licenciadas.

É importante ressaltar que o volume de efluentes sanitários e águas residuais serão proporcionais à quantidade de trabalhadores presentes no empreendimento, que é variável, embora a rede coletora do canteiro de obras seja dimensionada para o pico de mão de obra (ver histograma de mão de obra na fase de implantação apresentado na Figura 4-97).

Entretanto, as atividades construtivas serão sempre amparadas por Programas Ambientais e Procedimentos Específicos.

*b. Níveis de Ruídos Durante a Construção*

Durante a construção e montagem dos equipamentos, serão gerados ruídos provenientes das atividades e equipamentos utilizados nas obras, particularmente nas etapas que compreendem movimentação de terra (escavadeiras, pás carregadeiras, serra circular, caminhões e outros) e a execução de fundações .

A geração de ruídos por parte de tais equipamentos será variável, de acordo com as fases da obra, e causará incremento nos níveis de ruídos e vibrações no canteiro de obras. Porém, serão adotadas medidas mitigadoras, através de programas específicos, por parte das empresas contratadas para a execução das obras e será respeitado o nível máximo de ruídos e vibrações. O nível máximo de ruídos deverá estar de acordo com a regulamentação dos órgãos fiscalizadores, monitorado através de medições a serem realizadas dentro dos limites da área de implantação do empreendimento.

Outras medidas complementares serão respeitadas, como por exemplo as especificadas nas seguintes normas/legislações:

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151:** Acústica: Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade: Procedimento, 2000. Versão Corrigida: 2003;
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria nº. 3.214, de 08 de junho de 1978. NR 6 – Equipamento de Proteção Individual – EPI.** Diário Oficial da União - Suplemento, Brasília, DF, 06 jul. 1978;
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria nº. 3.214, de 08 de junho de 1978. NR 15 – Atividades e Operações Insalubres. Anexo n.º 1 – Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente.** Diário Oficial da União - Suplemento, Brasília, DF, 06 jul. 1978
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº 1, de 08 de março de 1990.** Dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas,

inclusive as de propaganda política. Diário Oficial da União nº 63, Brasília, DF, 02 abr. 1990. Seção 1, página 6408.

c. *Emissões Atmosféricas*

Na fase de implantação da UAS serão produzidas emissões atmosféricas a partir de diferentes fontes, principalmente aquelas decorrentes do trânsito de veículos leves e pesados, envolvidos com as obras.

As emissões de material particulado (poeira), provenientes da circulação destes veículos, variam conforme as operações e o ritmo desenvolvido na implantação da UAS, bem como das condições meteorológicas. Tal aspecto será minimizado, conforme condições meteorológicas, com atividades de umectação das vias de acesso, além de medidas como a proteção com lona das cargas transportadas por caminhões.

A Sistemática de Controle das Emissões Atmosféricas da construtora, para que evite ou reduza os impactos provocados pela queima de combustíveis, deverá manter o controle da emissão de fumaça emanada por estes, através das seguintes ações de controle:

- Operação adequada e manutenção preventiva dos veículos, máquinas e equipamentos movidos a diesel;
- Monitoramento e avaliação periódica da emissão de fumaça com base na Portaria IBAMA nº 85, de 17 de outubro de 1996.

d. *Jazidas Comerciais*

No que se refere ao fornecimento de areia e brita e outros insumos, estes serão adquiridos de fornecedores qualificados e licenciados, sendo as Licenças Ambientais e Cadastro Técnico Federal requeridos no período do processo licitatório quando da aquisição destes materiais.

e. *Áreas de Empréstimo e Geração de Bota-Foras*

Como não está previsto a execução de obras que envolvam significativos movimentos de terra, para a execução de reaterros não serão utilizados materiais de áreas de empréstimo. Dentro do possível, para a execução desses reaterros, serão reutilizados os materiais provenientes das escavações locais (reaterro com material local).

Conforme supracitado, os volumes oriundos de escavações, principalmente os materiais de 3ª categoria, serão armazenados em local adequado e posteriormente reutilizados nas obras da linha de praia entre Angra 2 e Angra 3 da CNAAA, não estando previstos volumes para lançamento em bota-fora.

#### 4.4.4.1.4 Estruturas/Edificações

##### a. Estruturas/Instalações de Apoio

Para a implantação da UAS, será necessária a execução de escavação em rocha e solo até ser atingida a cota de fundação das estruturas. A fundação da laje da área de estocagem, em concreto armado, será feita, preferencialmente, sobre rocha.

As lajes de piso e a estrutura da Guarita e do Almojarifado serão construídas em piso estrutural a ser definido no Projeto Executivo. As paredes de vedação das edificações serão executadas em alvenaria de blocos de concreto.

A UAS será provida de instalações prediais convencionais de água potável, esgoto sanitário e doméstico, para atender às necessidades dos ocupantes do Almojarifado e da Guarita, além de instalações de drenagem pluvial das coberturas.

A área externa à UAS será adequada ao Plano Diretor da CNAAA, disponibilizando vias de acesso, adequações das redes de drenagem de águas pluviais, e demais serviços de infraestrutura.

##### b. Fluxo de Veículos e Equipamentos

As obras civis necessárias à implantação do empreendimento exigirão a movimentação de veículos leves e pesados e equipamentos, sendo os principais descritos abaixo:

Veículos - utilizados no transporte de trabalhadores e materiais:

- Motocicletas;
- Automóveis;
- Ônibus.

Equipamentos Pesados - utilizados no transporte de materiais, construção e montagens:

- Guindastes;

- Retroescavadeiras;
- Caminhões (Munck, Caçamba, Comboio);
- Pás carregadeiras;
- Carretas;
- Empilhadeiras;
- Gruas, etc.

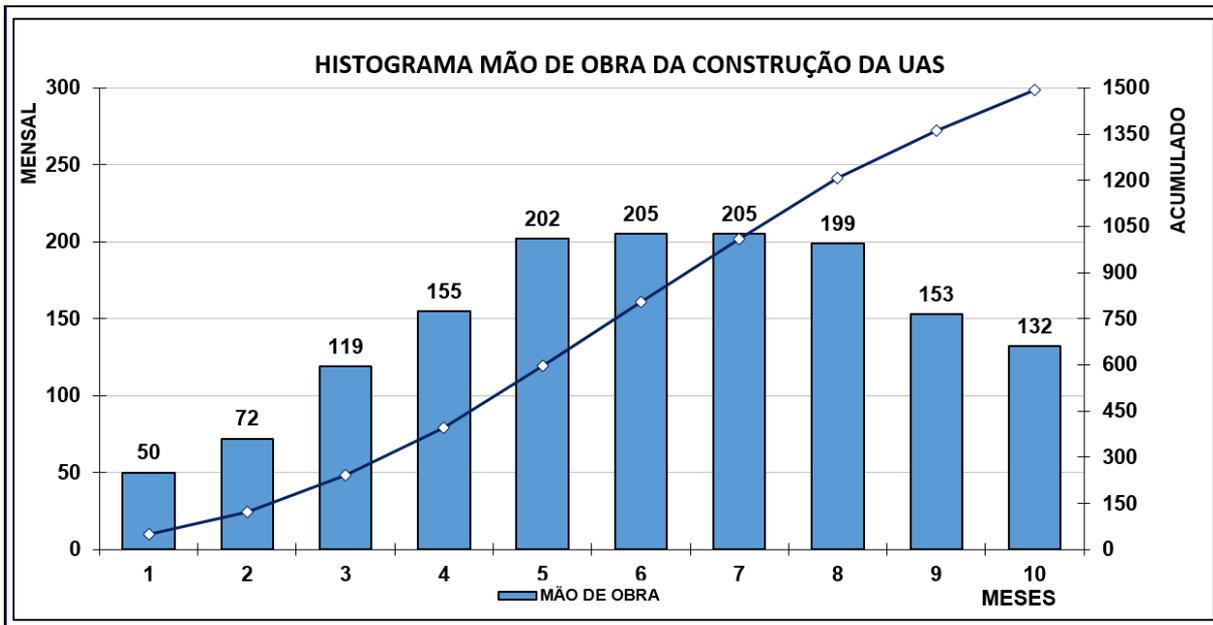
A movimentação de veículos será maior na BR-101 e nos caminhos de serviço existentes no interior da CNAAA. Atualmente, já se conhece o histórico de trânsito de veículos leves e pesados nestas vias, devido às obras de construção da usina de Angra 3. Porém, o aumento de veículos decorrente da construção da UAS será pequeno, pois o número estimado de veículos é baixo.

#### *4.4.4.2 Metodologia de Trabalho e Mão de Obra Para Atividades de Implantação do Empreendimento*

As metodologias de trabalho, voltadas à execução das atividades que influem na qualidade dos itens importantes à segurança e/ou qualidade dos serviços de construção da UAS, conforme estabelecido em projetos, especificações, instruções técnicas e normas, serão desenvolvidas obedecendo aos procedimentos executivos elaborados pela Empresa Contratada, e liberados pela Eletronuclear, e farão parte de um Sistema de Garantia da Qualidade.

Durante o período de implantação do empreendimento é estimado um número máximo aproximado de 178 (cento e setenta e oito) trabalhadores diretos (pico) e 27 (vinte e sete) trabalhadores indiretos (pico), perfazendo um total de 205 (duzentos e cinco) trabalhadores, conforme histograma apresentado na Figura 4-97. A qualificação dos colaboradores é apresentada na Tabela 4-9.

Figura 4-97 – Histograma de Mão de Obra na Fase de Implantação da UAS.



Fonte: Eletronuclear, 2018.

Tabela 4-9 - Classificação e Qualificação da Mão de Obra da UAS

UAS CLASSIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA Construção Civil + Montagem e Comissionamento												
EFETIVO MENSAL ESTIMADO POR CATEGORIA DE TRABALHADOR												TOTAL PERÍODO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<b>MÃO DE OBRA INDIRETA</b>	17	25	26	26	27	27	27	27	27	26	255	
1 Gerente de Construção	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
2 Engenheiro	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	28	
5 Mestre de Obra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
6 Encarregado	0	1	1	1	2	2	2	2	2	2	15	
8 Técnico	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36	
11 Topógrafo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
12 Auxiliar	4	6	6	6	6	6	6	6	6	5	57	
15 Enfermeiro	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	
16 Vigia	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	60	
17 Servente	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	
<b>MÃO DE OBRA DIRETA</b>	33	47	93	129	175	178	178	172	126	106	1237	
1 Servente	15	16	30	50	82	82	82	82	50	50	539	
2 Marroeiro	1	3	3	3	3	1	0	0	2	0	16	
3 Operador	4	9	13	14	10	10	10	10	6	6	92	
4 Carpinteiro	3	5	7	8	11	11	11	9	7	7	79	
5 Cavoqueiro	1	1	2	2	2	1	0	0	0	0	9	

UAS												
CLASSIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA												
Construção Civil + Montagem e Comissionamento												
EFETIVO MENSAL ESTIMADO POR CATEGORIA DE TRABALHADOR												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL PERÍODO
6	Pedreiro	2	4	8	10	10	10	10	10	6	6	76
7	Armador	0	3	10	20	20	20	20	20	14	7	134
8	Instalador	3	3	9	9	12	17	26	26	26	20	151
9	Locksmith	1	1	3	3	5	5	5	5	5	2	35
11	Pintor	0	0	0	2	4	5	6	6	5	3	31
12	Montador	0	0	8	8	16	16	8	4	2	2	64
13	Calceteiro	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	6
14	Eletricista	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
15	Bombeiro	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
TOTAL		50	72	119	155	202	205	205	199	153	132	1492

Fonte: Adaptado de Eletronuclear, 2018.

#### 4.4.4.3 Atendimento à Saúde, Emergências Médicas e Transporte

O atendimento à saúde e emergência médica das frentes de trabalho será suprido pelo ambulatório médico de Itaorna, que conta com ambulâncias e equipe móvel para emergências.

O transporte de funcionários será suprido por locação pela contratada de transporte coletivo para atendimento à execução da obra.

A estimativa de utilização de serviços públicos locais no período de obras para moradia, escola, lazer e segurança será a própria existente no local, pois será dada prioridade para a contratação de mão de obra local.

#### 4.4.4.4 Normas Técnicas Aplicáveis na Implantação do Empreendimento

Na implantação do empreendimento serão obedecidas e utilizadas todas as Normas Técnicas cabíveis a segurança e a execução da construção, levando-se em conta o sistema estrutural do empreendimento, tendo como procedimento a utilização das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR) relativas ao Cimento *Portland* nas suas qualificações, ao Concreto Armado, Argamassas, Agregados, suas especificações, resistências - compressão e tração do concreto, os aditivos, da fabricação do concreto, os testes de concreto *in loco*-amostragens, etc. Da mesma forma, serão utilizados os métodos de ensaio e testes de materiais construtivos existentes na *American Society for Testing and Materials* (ASTM). Quanto à qualidade da construção de instalações nucleares, serão ainda observadas normas do *Deutsches Institut Für Normung* (DIN) e do *American Concrete Institute* (ACI).

É importante saber que todos os desdobramentos ou complementos das normas utilizadas para esta obra, sejam aplicadas às conveniências construtivas em pauta, levando em conta ser esta construção de especificidade radioativa. Em linhas gerais, podem ser usadas algumas das normas abaixo citadas, todas de caráter construtivos, relativas ao concreto armado, argamassas e etc.

##### a. Cimento Portland

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5732**: Cimento Portland comum, 1991;

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5733:**  
Cimento Portland de alta resistência inicial, 1991;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5735:**  
Cimento Portland de alto-forno, 1991;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5736:**  
Cimento Portland pozolânico, 1991. Versão Corrigida: 1999;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5737:**  
Cimentos Portland resistentes a sulfatos, 1992;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738:**  
Concreto: Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739:**  
Concreto: Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5741:**  
Extração e preparação de amostras de cimentos, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5753:**  
Cimento Portland: Ensaio de pozolanicidade para cimento Portland pozolânico, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5754:**  
Cimento Portland: Determinação do teor de escória granulada de alto-forno por microscopia, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215:**  
Cimento Portland: Determinação da resistência à compressão, 1996. Versão Corrigida: 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11578:**  
Cimento Portland composto: Especificação, 1991. Versão Corrigida: 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11579:**  
Cimento Portland: Determinação do índice de finura por meio da peneira 75 µm (nº 200), 2012. Versão Corrigida: 2013.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 76:** Cimento Portland: Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (Método de Blaine), 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 11-2:** Cimento Portland: Análise química: Determinação de óxidos principais por complexometria. Parte 2: Método ABNT, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 13:** Cimento Portland: Análise química: Determinação de óxido de cálcio livre pelo etileno glicol, 2012. Versão Corrigida: 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 14:** Cimento Portland: Análise química: Método de arbitragem para determinação de dióxido de silício, óxido férrico, óxido de alumínio, óxido de cálcio e óxido de magnésio, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 15:** Cimento Portland: Análise química: Determinação de resíduo insolúvel, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 16:** Cimento Portland: Análise química: Determinação de anidrido sulfúrico, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 17:** Cimento Portland: Análise química: Método de arbitragem para a determinação de óxido de sódio e óxido de potássio por fotometria de chama, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 18:** Cimento Portland: Análise química: Determinação de perda ao fogo, 2012.

**b. Projeto de Estrutura de Concreto/ Agregados/Procedimentos**

- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **214.3R:** Prática recomendada para avaliação dos resultados dos ensaios de resistência do concreto (*Recommended practice for evaluation of strength test results of concrete*), 1988;

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931:**  
Execução de estruturas de concreto: Procedimento, 2004;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15530:**  
Fibras de aço para concreto: Especificação, 2007;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118:**  
Projeto de estruturas de concreto: Procedimento, 2007;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6467:**  
Agregados: Determinação do inchamento de agregado miúdo: Método de ensaio, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211:**  
Agregados para concreto: Especificação, 2009;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7212:**  
Execução de concreto dosado em central: Procedimento, 2012;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7218:**  
Agregados: Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7221:**  
Agregado: Índice de desempenho de agregado miúdo contendo impurezas orgânicas: Método de ensaio, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7389-1:**  
Agregados: Análise petrográfica de agregado para concreto. Parte 1: Agregado miúdo, 2009;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7389-2:**  
Agregados: Análise petrográfica de agregado para concreto. Parte 2: Agregado graúdo, 2009;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8953:**  
Concreto para fins estruturais: Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência, 2009. Versão Corrigida: 2011;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062:**  
Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado, 2006;

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**: Agregados: Determinação da composição granulométrica, 2003;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 26**: Agregados: Amostragem, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 33**: Concreto: Amostragem de concreto fresco, 1998;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 45**: Agregados: Determinação da massa unitária e do volume de vazios, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 46**: Agregados: Determinação do material fino que passa através da peneira 75 um, por lavagem, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 49**: Agregado miúdo: Determinação de impurezas orgânicas, 2001
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 51**: Agregado graúdo: Ensaio de abrasão "Los Angeles", 2001
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67**: Concreto: Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone, 1998.

c. Aditivos para argamassa /concreto

- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **214.3R**: Prática recomendada para avaliação dos resultados dos ensaios de resistência do concreto (*Recommended practice for evaluation of strength test results of concrete*), 1988;
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 1017**: Especificação padrão para aditivos químicos para uso na produção de concreto fluido (*Standard Specification for Chemical Admixtures for Use in Producing Flowing Concrete*), 2007;
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 1240**: Especificação padrão para microssilica para uso como adição mineral em concreto, argamassa e graute de cimento hidráulico.

- (*Standard Specification for Silica Fume Used in Cementitious Mixtures*), 2012;
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 260**: Especificação padrão para mistura de aditivos incorporadores de ar (*Standard Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete*), 2010a;
  - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 494**: Especificação padrão para mistura de aditivos químicos para o concreto (*Specification for Chemical Admixtures for Concrete*), 2013;
  - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 937**: Especificação padrão para fluidificantes para grautes para concreto com agregados previamente colocados (*Standard Specification for Grout Fluidifier for Preplaced-Aggregate Concrete*), 2010;
  - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10908**: Aditivos para argamassa e concreto: Ensaios de caracterização, 2008;
  - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11768**: Aditivos químicos para concreto de cimento Portland: Requisitos, 2011.
  - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15900-2**: Água para amassamento do concreto. Parte 2: Coleta de amostras de ensaios, 2009.
  - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15900-3**: Água para amassamento do concreto. Parte 3: Avaliação preliminar, 2009.
  - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15900-4**: Água para amassamento do concreto. Parte 4: Análise química: Determinação de zinco solúvel em água, 2009.
  - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15900-5**: Água para amassamento do concreto. Parte 5: Análise química: Determinação de chumbo solúvel em água, 2009.
  - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15900-6**: Água para amassamento do concreto. Parte 6: Análise química: Determinação de cloreto solúvel em água, 2009;

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15900-7**: Água para amassamento do concreto. Parte 7: Análise química: Determinação de sulfato solúvel em água, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15900-8**: Água para amassamento do concreto. Parte 8: Análise química: Determinação de fosfato solúvel em água, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15900-9**: Água para amassamento do concreto. Parte 9: Análise química: Determinação de álcalis solúveis em água, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7222**: Concreto e argamassa: Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos, 2011.

d. Normas relativas aos aspectos nucleares - concreto

- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **349M-76**: *Code Requirements for Nuclear Safety-Related Concrete Structures & Commentary (Metric)*, 2008;
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 637**: Especificação padrão para agregados para concreto de blindagem radiológica (*Standard Specification for Aggregates for Radiation-Shielding Concrete*), 2009;
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 638**: Nomenclatura descritiva padrão para constituintes de agregados para concreto de blindagem radiológica (*Standard Descriptive Nonmenclature of Constituents of Aggregates for Radiation-Shielding Concrete*), 2009;
- COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **CNEN-NE-1.28**: Qualificação e Atuação de Órgãos de Supervisão Técnica Independente em Usinas Nucleoelétricas e Outras Instalações, 1999;
- DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **DIN 1045-1**: Concreto simples, armado e protendido. Parte 1: Projeto (*Tragwerke aus Beton*,

*Stahlbeton und Spannbeton. Teil 1: Bemessung und Konstruktion*), 2001-07;

- DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **DIN 25449**: Elementos Estruturais de Concreto Armado e Concreto Protendido em Instalações Nucleares - Conceito de Segurança, Ações, Projetos e Construção (*Bauteile aus Stahl und Spannbeton in Kerntechnischen Anlagen – Sicherheitskonzept, Einwirkungen, Bemessung und Konstruktion*), 2008-02;

#### 4.4.4.5 Impactos Ambientais na Fase de Implantação do Empreendimento

Os principais impactos da fase de construção são apresentados no Capítulo 6 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais. Os impactos mais recorrentes das atividades construtivas serão mitigados por meio do Programa Ambiental de Construção-PAC (apresentado no capítulo 7). Este Programa apresenta as diretrizes e orientações a serem seguidas pelo empreendedor e seus contratados durante a fase de construção e montagem do empreendimento. Além disso, o programa indicará os cuidados a serem tomados, com o objetivo de preservar a qualidade ambiental das áreas que irão sofrer intervenção antrópica e minimizar os impactos sobre as comunidades vizinhas e os trabalhadores.

O PAC relaciona-se principalmente com o Programa de Gerenciamento de Resíduos, Programa de Comunicação Social, Programa de Educação Ambiental e Programa de Controle de Impactos Geológicos e Geomorfológicos - Monitoração das Encostas de Itaorna.

## **5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

### **5.1 Áreas de Influência do Empreendimento**

As áreas de influência do empreendimento podem ser descritas como aquelas passíveis de sofrer alterações e normalmente são definidas em função do tipo do empreendimento, além das características locais e regionais de inserção do mesmo. Segundo o inciso III do Art. 5º da Resolução CONAMA nº 1/1986, a área de influência é definida como o limite da área geográfica a ser afetada pelos impactos do projeto, considerando a bacia hidrográfica na qual se localiza, sendo essa região impactada direta ou indiretamente. A delimitação das Áreas de Influência se constitui de grande importância para o direcionamento do diagnóstico ambiental da região. Para a definição dessas áreas, são consideradas possíveis alterações nos meios físico, biótico e socioeconômico, nas diferentes fases do empreendimento: planejamento, implantação, operação e descomissionamento.

A adequada delimitação das áreas de influência de um empreendimento permite definir a região para o levantamento e análise de informações que conduzirão a caracterização da situação física, biológica, socioeconômica, cultural e regional. A partir desse diagnóstico, é possível localizar onde as consequências, positivas ou negativas, de sua implantação, operação e descomissionamento no cotidiano da região irão ocorrer.

Para a elaboração do Relatório Ambiental Simplificado (RAS), relativo à implantação da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado (UAS) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), localizada em Angra dos Reis, Estado do Rio de Janeiro, foi considerada a instalação de área de armazenagem, guarita e almoxarifado, compreendendo uma área total de 15.010,31 m<sup>2</sup>:

Os limites das áreas de influência que servirão de base para este Relatório Ambiental foram divididos em: Área de Influência Indireta (AII), Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA). Cada uma dessas áreas pode receber diferentes impactos nos meios físico, biótico e socioeconômico, nas fases de planejamento, implantação, operação e descomissionamento do empreendimento, sendo esses diretos ou indiretos.

O meio físico engloba os aspectos geológicos, geomorfológicos, geotécnicos, pedológicos, hidrológicos, de clima e condições meteorológicas, recursos minerais e sismológicos. O meio biótico envolve os aspectos biológicos, ou seja, flora, fauna e ecossistemas locais. No Apêndice 5.1.1-1 é apresentado o Mapa das Áreas de Influência dos Meios Físico e Biótico. Já o meio Socioeconômico (Mapa apresentado no Apêndice 5.1.1-2) engloba os aspectos sociais e econômicos da região, além de costumes, características culturais e históricas das comunidades que vivem, trabalham ou circulam no entorno do empreendimento.

A seguir são descritas as áreas de influência indireta, direta e área diretamente afetada, bem como suas abrangências espaciais, para os três meios, nas quais, *a priori*, os diferentes impactos poderão se manifestar.

### **5.1.1 Área de Influência Indireta**

A Área de Influência Indireta (AII) geralmente é uma área ampla, de abrangência regional, sendo aquela real ou potencialmente afetada pelos impactos da implantação, operação e descomissionamento do empreendimento, onde as ações podem ocorrer por uma sequência de alterações na área de influência direta, sendo áreas susceptíveis de serem impactadas de forma secundária.

#### **5.1.1.1 Meios Físico e Biótico**

Baseando-se na Resolução CONAMA nº 1/1986 e considerando-se o empreendimento em análise, a complexidade de suas variáveis e dos aspectos ambientais, os impactos potenciais durante o planejamento, a implantação, operação e descomissionamento do mesmo e a sua interferência na qualidade ambiental do meio onde será implantado, sua área de influência indireta foi definida em um raio de 5 km a partir do centro da CNAAA. Para o estudo das Unidades de Conservação, foram consideradas todas em um raio de 3 km em torno do empreendimento. No Quadro 5-1 e Figura 5-1 a seguir são apresentadas as áreas de influência indireta para os meios físico e biótico.

#### *5.1.1.2 Meio Socioeconômico*

Para a definição das Áreas de Influência do meio socioeconômico, foram considerados aspectos relativos à gestão territorial e possíveis impactos que podem ocorrer com a implantação, operação e descomissionamento do empreendimento.

Considerando a região do empreendimento, os requisitos legais e os impactos potenciais durante o planejamento, a implantação, operação e descomissionamento do mesmo, a área de influência indireta para o meio socioeconômico foi definida como a totalidade dos municípios de Angra dos Reis, Paraty e Rio Claro. O Quadro 5-1 e a Figura 5-2 apresentam as áreas de influência indireta para esse meio.

#### **5.1.2 Área de Influência Direta**

A Área de Influência Direta (AID) é aquela real ou potencialmente sujeita a maior parte dos impactos gerados da implantação, operação e descomissionamento do empreendimento. São consideradas as ações a serem desenvolvidas no empreendimento, que poderão ter reflexo direto nos diversos fatores ambientais que compõem a área de influência e que podem ter a sua extensão estimada.

##### *5.1.2.1 Meios Físico e Biótico*

Para a área de influência direta dos meios físico e biótico, foi considerada toda a área da propriedade da Eletrobras/Eletronuclear, onde está instalada a CNAAA, englobando inclusive as áreas de acessos, armazenamento e canteiro(s) de obras que serão utilizados para o empreendimento e dentro da qual os potenciais impactos diretos deste empreendimento se manifestarão.

O Quadro 5-1 e a Figura 5-1 apresentam as áreas de influência direta para os meios físico e biótico.

##### *5.1.2.2 Meio Socioeconômico*

Como área de influência direta do referido empreendimento em relação ao meio socioeconômico, foram analisadas realidades socioambientais das localidades próximas à propriedade da CNAAA. Estas localidades estão nos distritos de Cunhambebe e Mambucaba. No distrito de Cunhambebe a análise foi realizada nos Bairros Porto Frade e Frade, distantes aproximadamente, 2,9 km e 4,0 km, respectivamente. No distrito de Mambucaba a análise foi realizada para os Bairros Praia Brava (constituída pela vila residencial de funcionários da Eletronuclear), localizada dentro da área de propriedade da CNAAA; Praia Vermelha (4,4 km); Vila

Histórica de Mambucaba (5,0 km); Parque Perequê (7,0 km) e Parque Mambucaba (7,1 km). A escolha dessas localidades tem estreita relação com os processos de ocupação histórica do solo junto ao entorno da CNAAA. No Quadro 5-1 e na Figura 5-2 é apresentada a área de influência direta para o meio socioeconômico.

### 5.1.3 Área Diretamente Afetada

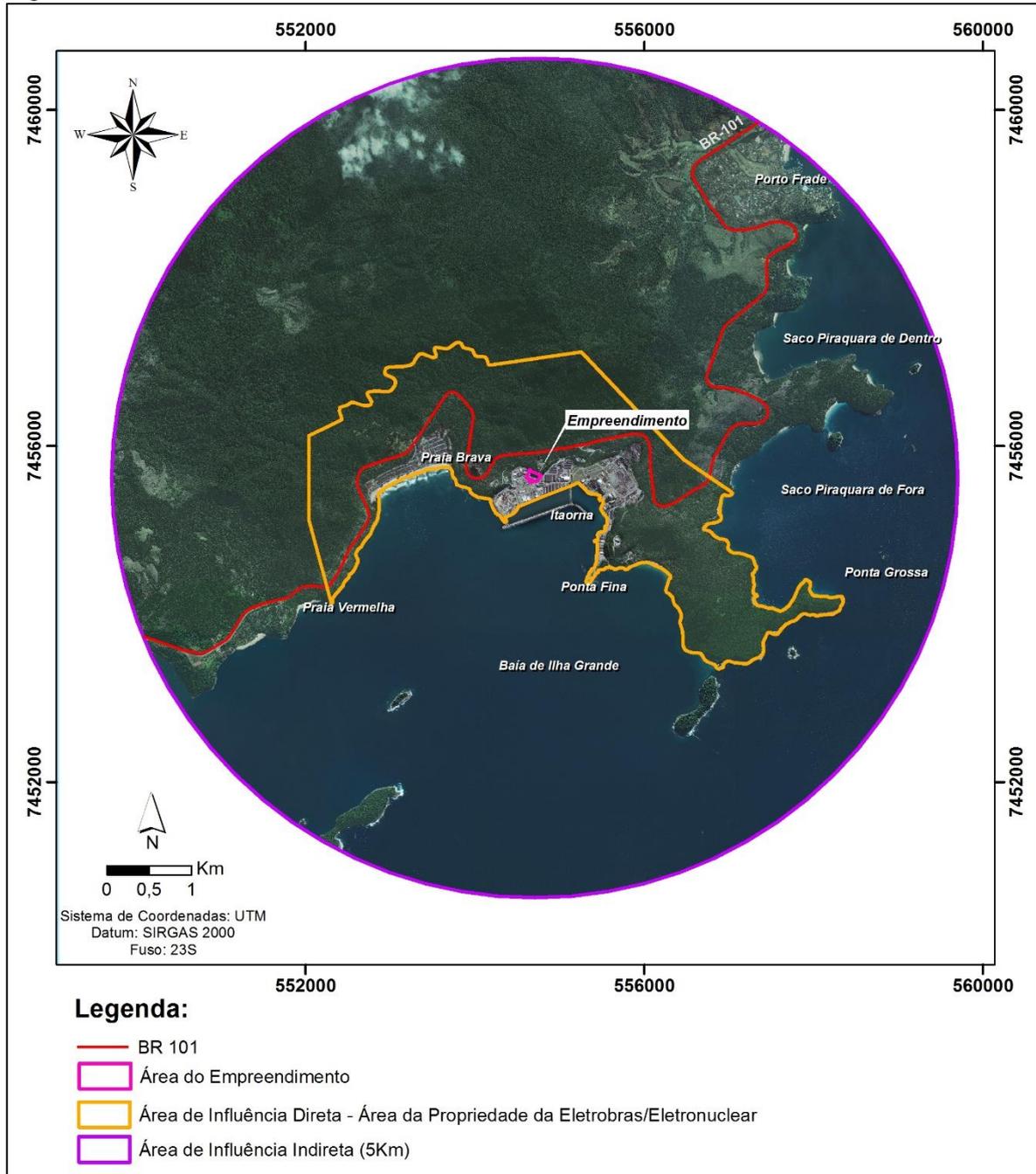
A Área Diretamente Afetada (ADA) corresponde aos locais onde serão realizadas efetivamente as obras e intervenções do projeto. A área total do terreno destinada à implantação do futuro empreendimento é de aproximadamente 15.010,31 m<sup>2</sup>. Na ADA será implantada a área de armazenagem em concreto armado (cerca de 13.180,15 m<sup>2</sup>, onde destes, 3.173,56m<sup>2</sup> é para a estocagem dos *overpecks*, e o restante para área de segurança e cercas), a guarita de controle de acesso e patrimonial (cerca de 168,27 m<sup>2</sup>), o almoxarifado (cerca de 773,59 m<sup>2</sup>) e áreas pavimentadas entre as estruturas (cerca de 889,3 m<sup>2</sup>). Os canteiros de obras previstos para serem utilizados neste empreendimento são as estruturas já existentes do canteiro de obras da Usina de Angra 3 e que serão reaproveitadas.

Quadro 5-1 – Áreas de Influência predefinidas para o empreendimento.

Meios	Área de Influência	Abrangência
Socioeconômico	AID	Localidades identificadas nos distritos de Cunhambebe e Mambucaba
	AII	Municípios de Angra dos Reis, Paraty e Rio Claro
Físico e Biótico	AID	Propriedade da Eletrobras/Eletronuclear
	AII	5 km de raio a partir do centro da CNAAA

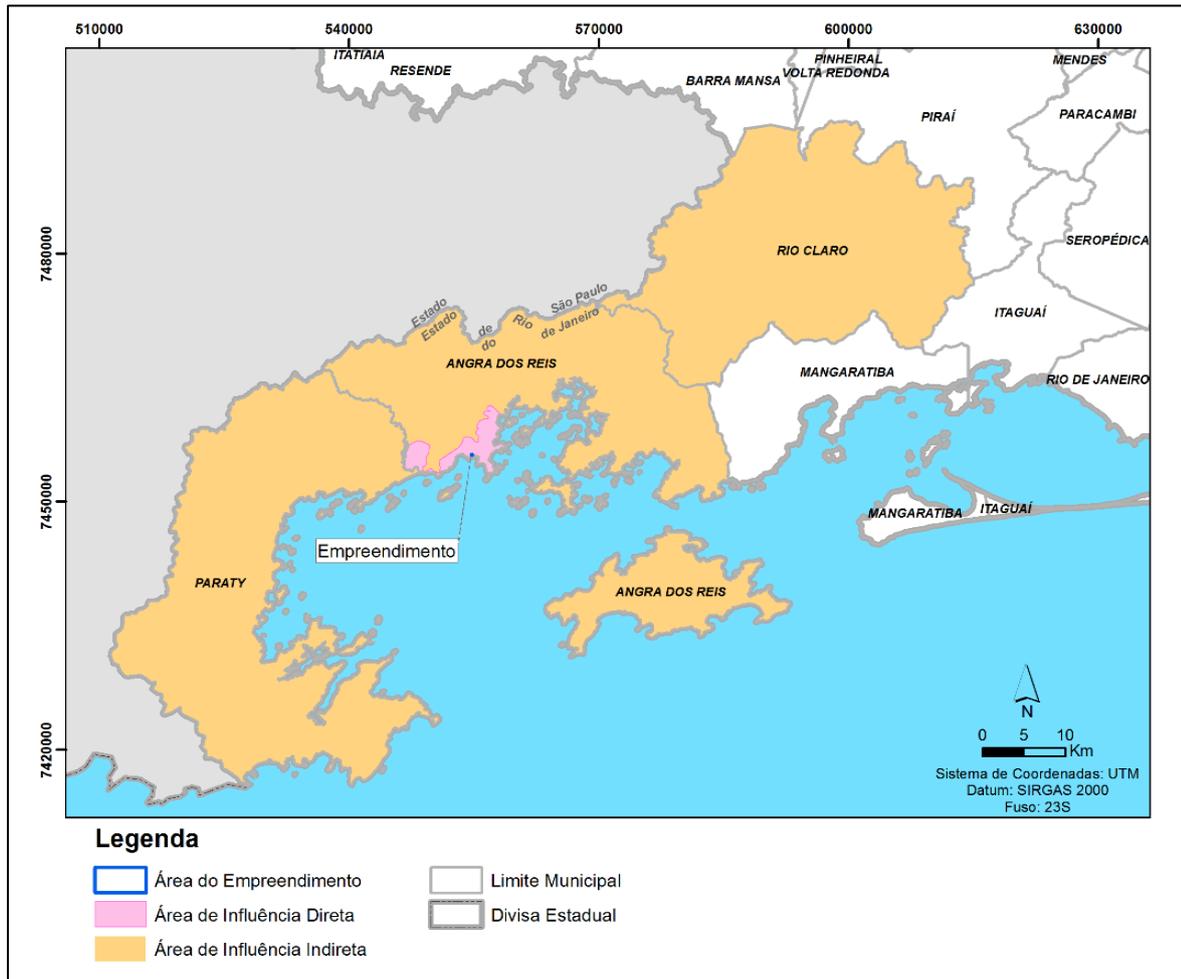
Fonte: Bourscheid, 2017.

Figura 5-1 – Área de Influência direta e indireta do meio físico e meio biótico.



Fonte: Bourscheid, 2017.

Figura 5-2 – Área de influência direta e indireta do meio socioeconômico.



Fonte: Bourscheid, 2017.

## **5.2 Meio Físico**

Esta caracterização do meio físico foi elaborada para o licenciamento ambiental da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado (UAS) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), a ser implantada no município de Angra dos Reis/RJ. O empreendimento é de responsabilidade da empresa Eletrobras Eletronuclear (Eletrobrás Termonuclear S.A.) e este diagnóstico é parte integrante do Relatório Ambiental Simplificado (RAS) elaborado pela empresa Bourscheid Engenharia e Meio Ambiente.

O diagnóstico do Meio Físico do presente estudo teve por base os estudos elaborados para o licenciamento ambiental da Unidade UFC, realizados pela Bourscheid Engenharia e Meio Ambiente em 2014, além de dados do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) elaborado pela empresa MRS – Estudos Ambientais Ltda. em 2005 para o processo de licenciamento da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – Angra 3. O Relatório do Local (BP – U – 1500 – 160035) de 2016 também foi utilizado, particularmente, no item de Geotecnia. Especificamente para o item de Clima e Condições Meteorológicas o diagnóstico levou em consideração o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) elaborado pela empresa MRS – Estudos Ambientais Ltda. (2005), os dados do Relatório Técnico, denominado “Apoio Técnico na Área de Meteorologia para a Eletronuclear; Seção 3.3 – Meteorologia e Climatologia da instalação UFC da CNAAA – Resumo” (ELETRONUCLEAR/IPEN, 2014) além dos dados do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN constantes no Relatório do Local – UAS (documento nº BP – U – 1500 – 160035, revisão 0, de 08/08/2016), e no Relatório de Dados Meteorológicos Médios na CNAAA para Estudo de Análise de Risco (IPEN-CEN-PSE-ETN-211-00, de 10/09/2017), elaborados pela Eletronuclear.

### **5.2.1 Clima e Condições Meteorológicas**

#### **5.2.1.1 Considerações Gerais**

O conceito de clima se refere a um conjunto das condições atmosféricas que ocorrem com maior frequência em um local da superfície terrestre. No senso estreito, é geralmente definido como a “média do tempo” ou, mais rigorosamente,

como a descrição estatística em termos de média e variabilidade de quantidades relevantes sobre o período de tempo numa distância de meses a milhares de anos (MARENGO, 2007).

O regime do clima na América do Sul apresenta características distintas, devido a sua extensão territorial, ao posicionamento geográfico e ao relevo e principalmente quanto a variação da distribuição das chuvas e temperaturas. Essa variabilidade climática está diretamente relacionada com as condições atmosféricas decorrentes da interação entre fenômenos pertencentes a várias escalas de tempo e espaço, que vão desde a planetária até a escala local.

#### *5.2.1.2 Caracterização Climatológica da Região Litorânea do Rio de Janeiro*

A Região Sudeste caracteriza-se por ser uma região de transição entre os climas tropicais quentes e os climas do tipo temperado das latitudes médias (FRANÇA & MAIA, 2003).

O Estado do Rio de Janeiro é afetado sob a influência do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) na maior parte do tempo. Esse sistema é responsável pelas condições de céu claro ou com pouca nebulosidade e ventos de direção nordeste de fraca intensidade que predominam no nordeste do Estado (FIDERJ, 1978).

De acordo com Eletronuclear/MRS (2005) as temperaturas médias ocorrentes no estado são influenciadas pela combinação relevo-altitude, assim como o regime e a distribuição dos totais pluviométricos, que também depende da posição do local em relação à advecção de umidade. Considera-se como elemento importante para a caracterização climática do Estado do Rio de Janeiro, a presença do Oceano Atlântico ao longo dos seus limites meridionais e orientais, sendo que o oceano atua como regulador térmico promovendo ampla suavização das temperaturas nas porções mais litorâneas.

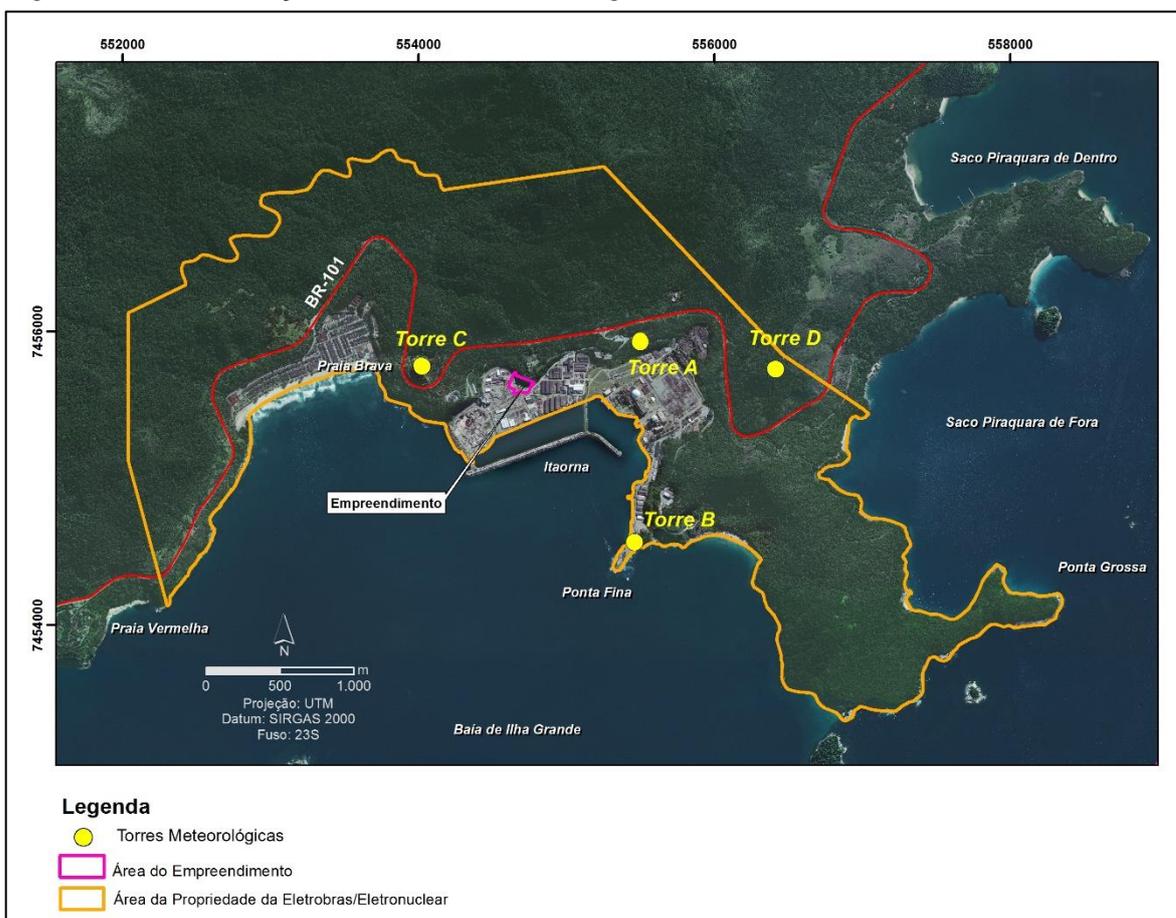
#### *5.2.1.3 Caracterização Climatológica na Área de Influência do Empreendimento*

De acordo com Eletronuclear/MRS (2005) a área onde se localiza a CNAAA fica ao sul do Estado do Rio de Janeiro, possuindo um microclima típico de região litorânea tropical, tendo influência de fatores como latitude e longitude, proximidade do mar, topografia, natureza da cobertura vegetal e, sobretudo, as ações das

circulações atmosféricas de larga e meso escalas, como frentes frias, brisas marítimas/terrestres, respectivamente.

Os parâmetros utilizados para a caracterização climatológica de Angra dos Reis-RJ, foram os seguintes: direção e velocidade do vento, temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, precipitação pluviométrica, baseados em dados obtidos pela Torre A na CNAAA (Figura 5-3), apresentados a seguir. Os parâmetros referentes à evaporação, insolação, radiação solar e nebulosidade, apresentados a seguir foram obtidos a partir de dados secundários.

Figura 5-3 – Localização das torres meteorológicas da CNAAA.



Fonte: Bourscheid, 2017.

### 5.2.1.3.1 Pressão Atmosférica

A pressão exercida pela atmosfera sobre um dado ponto é uma força que atua em todas as direções, devido ao seu peso total considerado acima desse ponto. O peso da atmosfera, sobre um dado local fixo, varia constantemente devido aos movimentos complexos do ar, das variações de temperatura e da variabilidade do seu teor de vapor d'água. Portanto a pressão se constitui em um importante

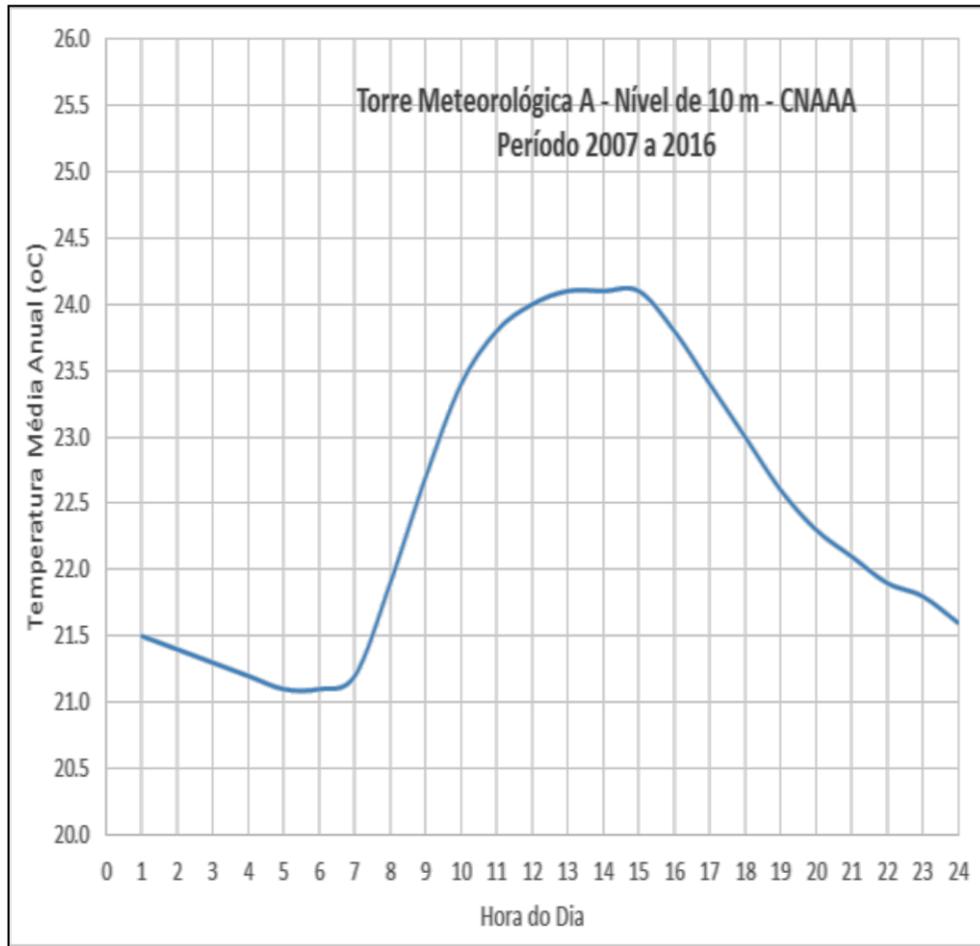
indicador de mudanças do tempo, pelas relações que apresentam com a variabilidade das condições meteorológicas.

Tendo como base o estudo Eletronuclear/MRS (2005), os resultados obtidos para esse parâmetro foram de 1011-1012 hectoPascais para os meses de verão, 1012,5-1016,5 hectoPascais no outono, 1017,5-1019,5 hectoPascais no inverno e 1012,5-1017 hectoPascais na primavera para o município de Angra dos Reis – RJ. Os maiores valores de pressão atmosférica registrados no inverno são devidos às incursões de massas polares mais intensas nesta época do ano em comparação as demais.

#### 5.2.1.3.2 Temperatura do Ar

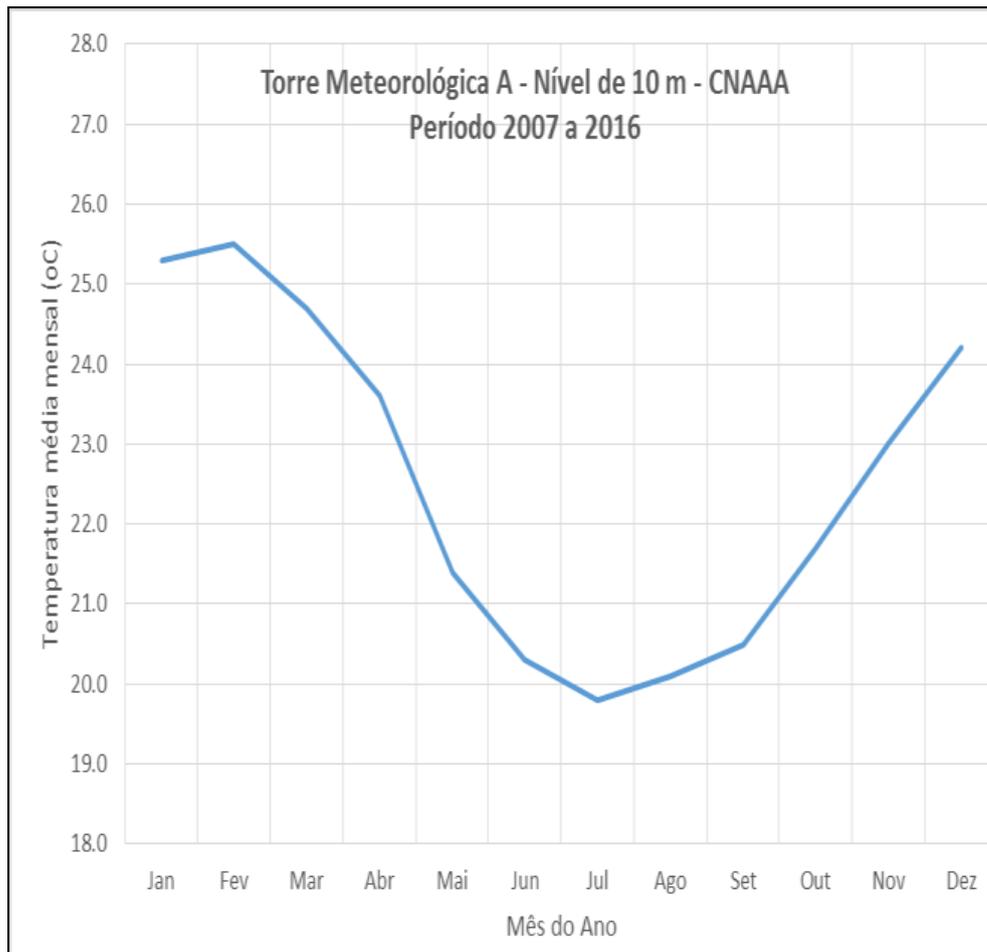
A temperatura do ar é um parâmetro fundamental para dispersão de poluentes por ser um dos indicadores da estabilidade atmosférica. Além disso, atua na atmosfera como a cinética de reação fotoquímica dos poluentes oxidantes a partir dos gases precursores emitidos pelos diversos tipos de fontes móveis e fixas. De acordo com Eletronuclear/IPEN (2017), a temperatura média para o sítio da CNAAA, no período de 2007 a 2016, foi de 23,3<sup>o</sup> para o período diurno e 21,7<sup>o</sup> para o período noturno. A temperatura média horária mínima foi de 21,1<sup>o</sup>C e a temperatura média horária máxima foi de 24,1<sup>o</sup>C (Figura 5-4). Na Figura 5-5, onde são apresentadas as temperaturas médias mensais do mesmo período, pode-se observar uma variação média de aproximadamente 5<sup>o</sup>C dos meses de verão para os meses do inverno.

Figura 5-4 – Distribuição da temperatura média em função da hora do dia. Torre A – Nível de 10m. CNAAA. Período 2007 a 2016.



Fonte: Eletronuclear/IPEN, 2017.

Figura 5-5 – Distribuição da temperatura em função do mês do ano. Torre A – Nível de 10m. CNAAA. Período 2007 a 2016.



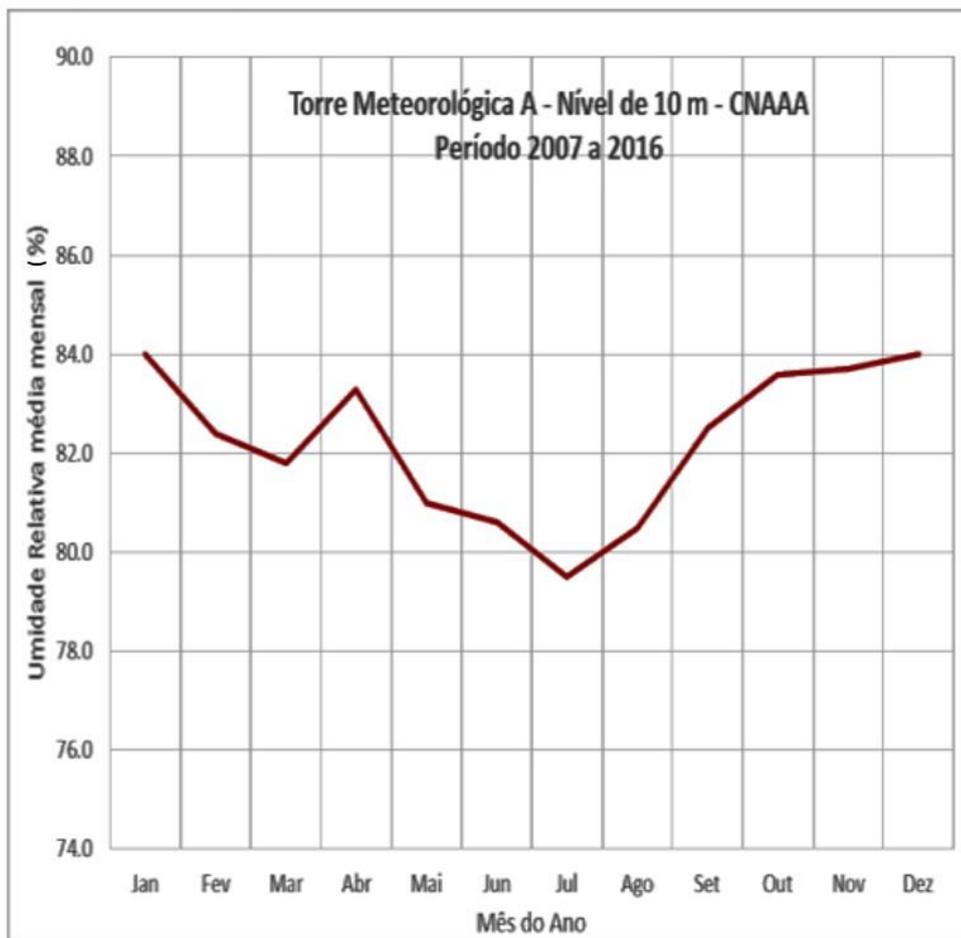
Fonte: Eletronuclear/IPEN, 2017.

### 5.2.1.3.3 Umidade Relativa

A umidade relativa é uma grandeza termodinâmica que expressa o teor de vapor d'água em suspensão na atmosfera. A umidade relativa pode ser definida como sendo a razão entre a quantidade de vapor d'água presente no ar e a quantidade necessária para atingir a saturação do ar, sob condições de pressão e temperatura constante, sendo a sua unidade expressa em porcentagem.

Com base no Relatório Técnico Eletronuclear/IPEN (2017), para o período de 2007 a 2016, as maiores umidades foram observadas nos meses de verão, alcançando valores médios compreendidos entre 82,4% e 84%. Já para os meses de inverno observou-se valores de umidade compreendidos entre 79,5% e 80,6% (Figura 5-6).

Figura 5-6 – Distribuição da umidade relativa do ar na Torre A (nível 10m) em função do mês do ano (2007 a 2016).



Fonte: Eletronuclear/IPEN, 2017.

Seguindo a tendência apresentada por Eletronuclear/IPEN (2017), e de acordo com os dados do Programa de Observação das Condições Climáticas – Aquisição de Dados Meteorológicos (ELETROBRAS/ELETRONUCLEAR, 2011) e de Eletronuclear/IPEN (2014), as médias mensais do parâmetro de umidade relativa do ar apresentaram os menores valores nos meses de inverno (junho, julho e agosto). De acordo com Eletronuclear/MRS (2005), a redução da umidade nesses meses é devido à entrada de intensas massas de ar frio, passando a umidade atmosférica a ser conduzida por circulações com ou sem precipitações associadas aos sistemas frontais frios atuantes frequentemente na região.

#### 5.2.1.3.4 Precipitação Pluviométrica

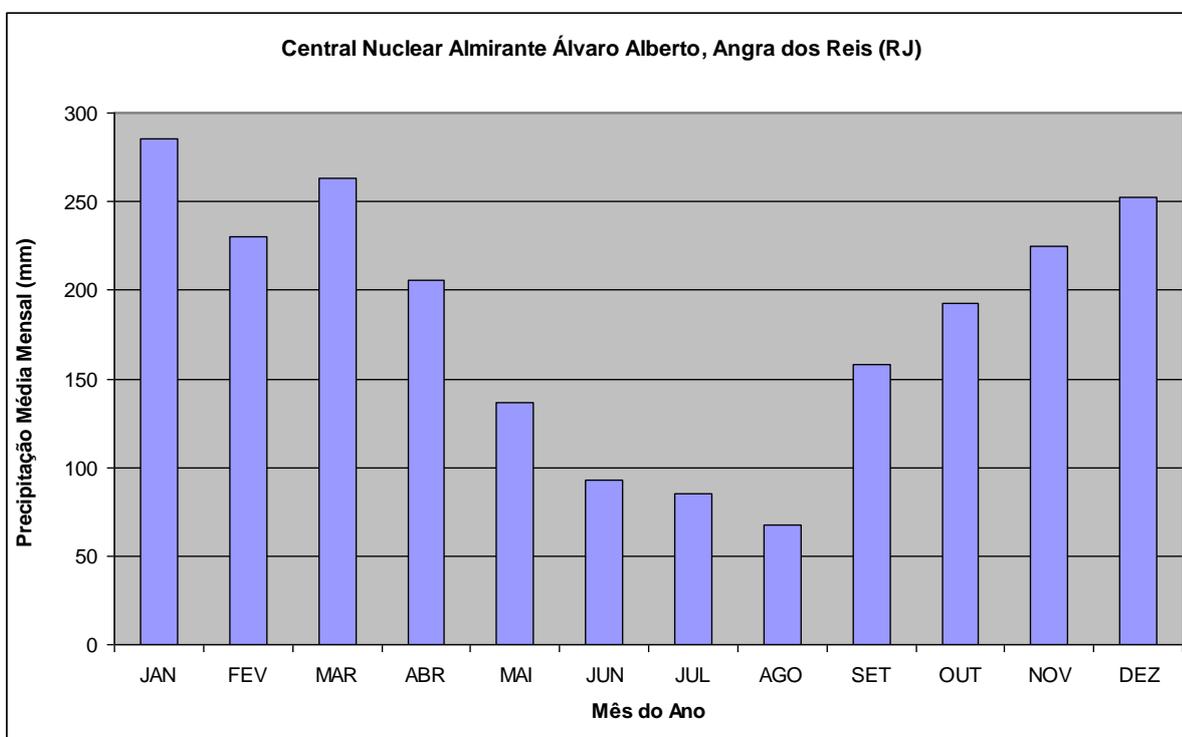
O regime de chuvas deve quase que exclusivamente aos sistemas de instabilidade atmosféricas regionais, os quais são associados aos efeitos da circulação atmosférica. De acordo com Eletronuclear/MRS (2005), para a área em

estudo as precipitações estão associadas principalmente às perturbações de frentes frias e linhas de instabilidade, promovendo a intensificação dos ventos regionais e locais, o que gera turbulência e mistura na camada de ar mais próximo à superfície.

Na Figura 5-7 constam as médias mensais de precipitação, no período entre 1982 a 2013, que revelam uma variação sazonal bastante marcante. Com base nos dados do Relatório Técnico Eletronuclear/IPEN (2014), os meses considerados mais chuvosos são compreendidos entre os meses de verão, com valores médios mensais superiores a 230 mm. Já os meses representativos para o inverno apresentam as menores médias de precipitação do período, ficando em torno de 60 mm mensais (Figura 5-7).

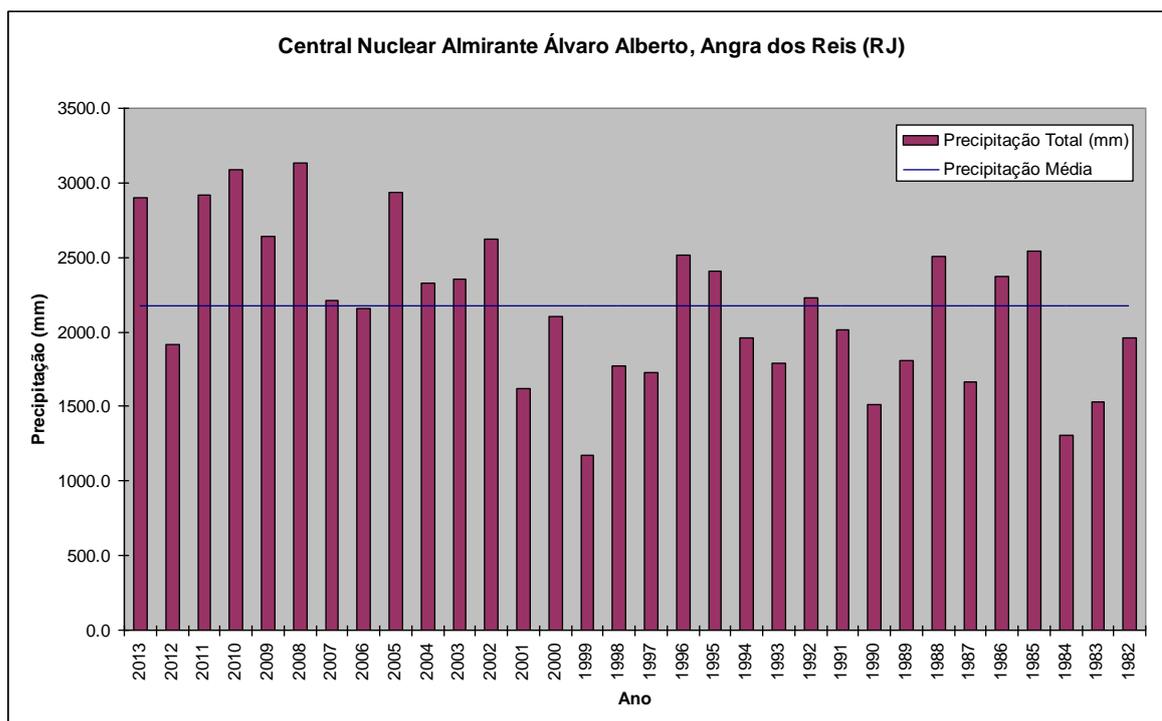
A distribuição dos totais anuais da precipitação, no mesmo período, é apresentada na Figura 5-8. De acordo com Eletronuclear/IPEN (2014) a precipitação média anual é da ordem de 2178,4 mm, já a precipitação anual máxima nesse período foi de 3134,4 mm. Dentre a média histórica apresentada, os anos com maior precipitação registrada foram: 2005, 2008, 2010, 2011 e 2013. Nos últimos dez anos apenas o ano de 2012 obteve precipitação abaixo da média.

Figura 5-7 – Distribuição da precipitação pluviométrica média mensal no período de 1982 a 2013.



Fonte: Eletronuclear/IPEN, 2017.

Figura 5-8 – Distribuição dos totais anuais de precipitação pluviométrica no período de 1982 a 2013. A linha azul representa a precipitação média anual.



Fonte: Eletronuclear/IPEN, 2017.

### 5.2.1.3.5 Nebulosidade

A nuvem é um fenômeno que é resultante da condensação do vapor d'água em suspensão na atmosfera, a qual é constituída de gotículas ou cristais de gelo. Além disso, para formação da nuvem depende da ascensão por convecção e do resfriamento adiabático do ar das gotículas de vapor d'água. As nuvens são facilmente sustentadas e transportadas pelo ar em movimento, mesmo em condições de velocidade fracas de vento. Elas se dividem em médias, baixas e altas. O agrupamento das nuvens é chamado de nebulosidade.

Com base em Eletronuclear/MRS (2005) a variação de nebulosidade média ao longo do ano apresenta uma sazonalidade, associadas com as variações de precipitação. Foi verificado que o período de menor nebulosidade compreende os meses de junho e julho, que apresentam também a maior estabilidade e menor precipitação. Constatou-se que de outubro a dezembro os valores de nebulosidade são máximos, chegando a 8/10, o que reflete a maior evaporação continental e também o forçamento dos sistemas transientes na formação e manutenção de nuvens na região.

#### 5.2.1.3.6 Insolação

A insolação representa a proporção em que a energia solar direta atinge uma superfície horizontal na Terra, a qual é expressa em número de horas de brilho solar detectada pelo equipamento heliógrafo. Essa não é função apenas da nebulosidade existente, mas também da duração dos dias (mais longos no verão e mais curtos no inverno). De acordo com Eletronuclear/MRS (2005), o município de Angra dos Reis apresenta características médias de insolação, segundo as Normais Climatológicas do período 1961-90 sendo: No verão 478,4 horas; outono 477,6 horas, inverno 456,2 horas e na primavera 369,5 horas. Tendo um número total médio de brilho solar de 1.781,7 horas.

#### 5.2.1.3.7 Radiação Solar

De acordo com Eletronuclear/MRS (2005) o monitoramento da radiação solar diz respeito à energia solar direta e difusa incidentes sobre uma superfície unitária ao nível do solo. Para o município de Angra dos Reis foram considerados os dados referentes ao Porto de Sepetiba do ano de 2000, sendo que no mês de janeiro, a intensidade máxima de energia radiante (radiação solar global) atingiu valores de 1.000 W/m<sup>2</sup>, em abril esses máximos se reduziram a cerca de 800 W/m<sup>2</sup>; em julho a 700 W/m<sup>2</sup>; retomando uma elevação a 900 W/m<sup>2</sup> em outubro.

#### 5.2.1.3.8 Evaporação Total

A evaporação é de grande interesse meteorológico, por ser a fonte de vapor d'água da atmosfera. A evaporação ocorre na medida em que a temperatura se eleva e aumenta a velocidade de escape das moléculas para o ar e a proporção com que elas se libertam das superfícies líquidas. Desta maneira, o vapor d'água se junta ao ar, oriundo das superfícies líquidas da umidade do solo e das plantas, o que caracteriza efetivamente a evaporação.

Com base nos dados obtidos por Eletronuclear/MRS (2005) a evaporação total estimada para Angra dos Reis, de acordo com as informações do NCEP, apresenta valores, ao longo do ano, superiores a 40mm e apresentam uma marcante sazonalidade.

#### 5.2.1.3.9 Vento: Direção e Velocidade

O vento representa o ar em movimento em relação à superfície e é resultante do movimento rotacional da terra. Por ser um fluido atmosférico em movimento, o vento é uma entidade física vetorial com sentido direção e velocidade. Portanto, o vento deve ser analisado considerando a direção e a velocidade.

De acordo com Eletronuclear/IPEN (2017), na região do sítio da CNAAA as velocidades médias do vento possuem valores em torno de 1,0 m/s durante o período de transição do período noturno para o período diurno (entre 05 e 07 horas local). Durante as demais horas do dia a velocidade média oscila em torno de 1,5 m/s. No decorrer do ano, as velocidades médias são da ordem de 1,5 m/s sem variações significativas entre os meses do ano. Essa característica mostra a predominância da circulação local (principalmente devido à configuração da Serra do Mar sobre a circulação de grande escala na região da CNAAA).

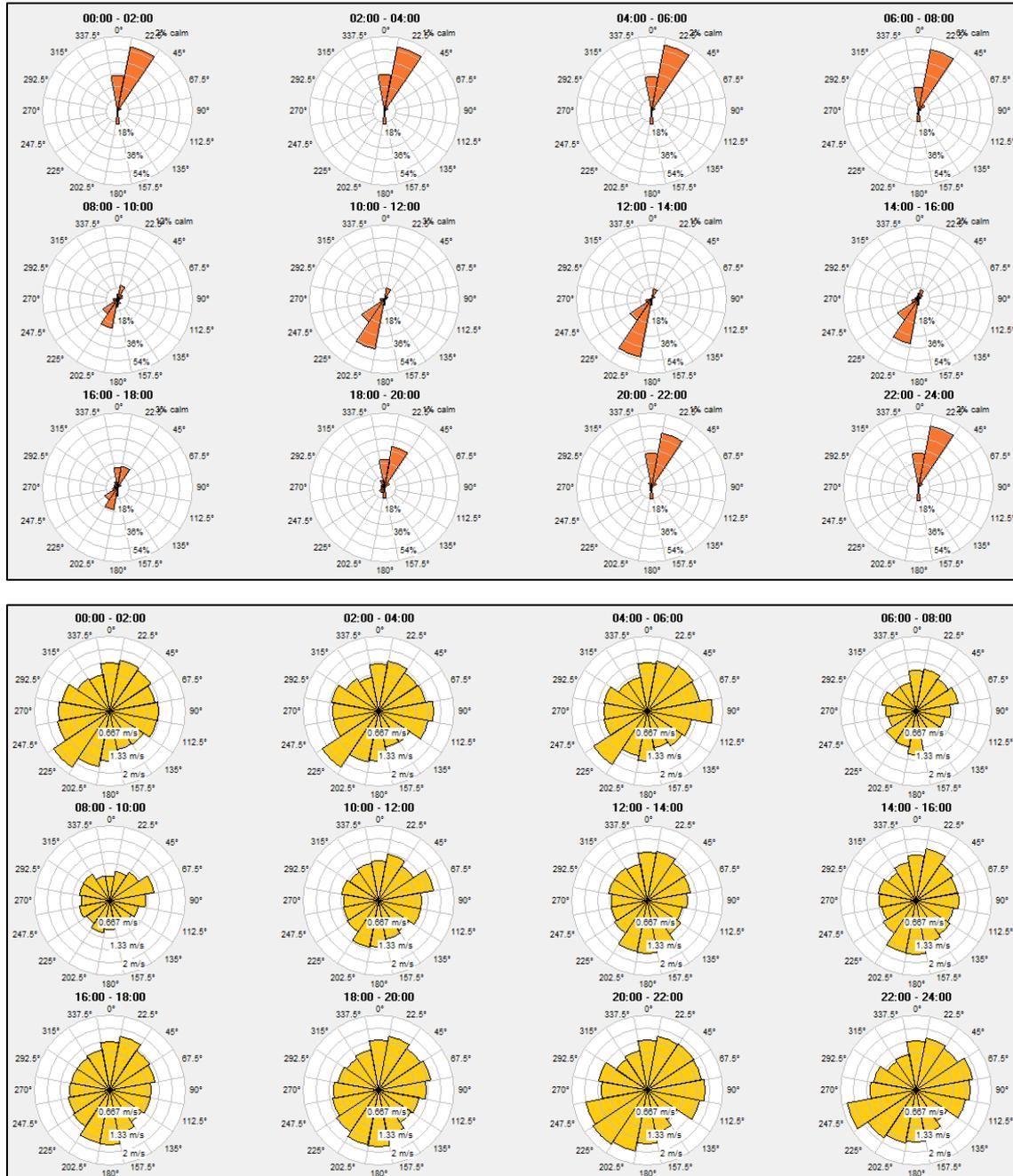
A análise dos dados do Programa de Observação das Condições Climáticas – Aquisição de Dados Meteorológicos (2011), que analisou os parâmetros de velocidade e direção do vento obtidos pela Torre A (Figura 5-3) no período de 2007 a 2011, mostrou a predominância dos ventos vindos do quadrante Norte. Este padrão também foi verificado no Relatório Técnico Eletronuclear/IPEN 2017, seguidos pelos ventos de Sudoeste. Assim, as direções predominantes no período diurno e noturno são para as direções de SSW (sudoeste) a WNW (oeste-noroeste). No período noturno as direções de NNE (norte-nordeste) a ENE (este-nordeste) também são intensificadas em virtude da descida do ar mais frio através da Serra do Mar em direção das unidades da CNAAA. O índice de calmaria no período é de apenas 3% próximo à superfície.

A Figura 5-9 apresenta a distribuição da direção e velocidade do vento em função da hora do dia. As direções predominantes são de NNE durante o período noturno mostrando a influência do mecanismo de circulação do ar proveniente da serra do mar em direção ao sítio da CNAAA. As direções predominantes de SSW são observadas no decorrer do período diurno quando devido ao aquecimento da atmosfera existe uma maior mistura turbulenta da camada próxima da superfície e o alinhamento ao fluxo predominante do sistema de circulação de grande escala sobre a região.

A Figura 5 - 10 apresenta a distribuição da direção e velocidade do vento em função do mês do ano. Para todos os meses do ano é observado o padrão de

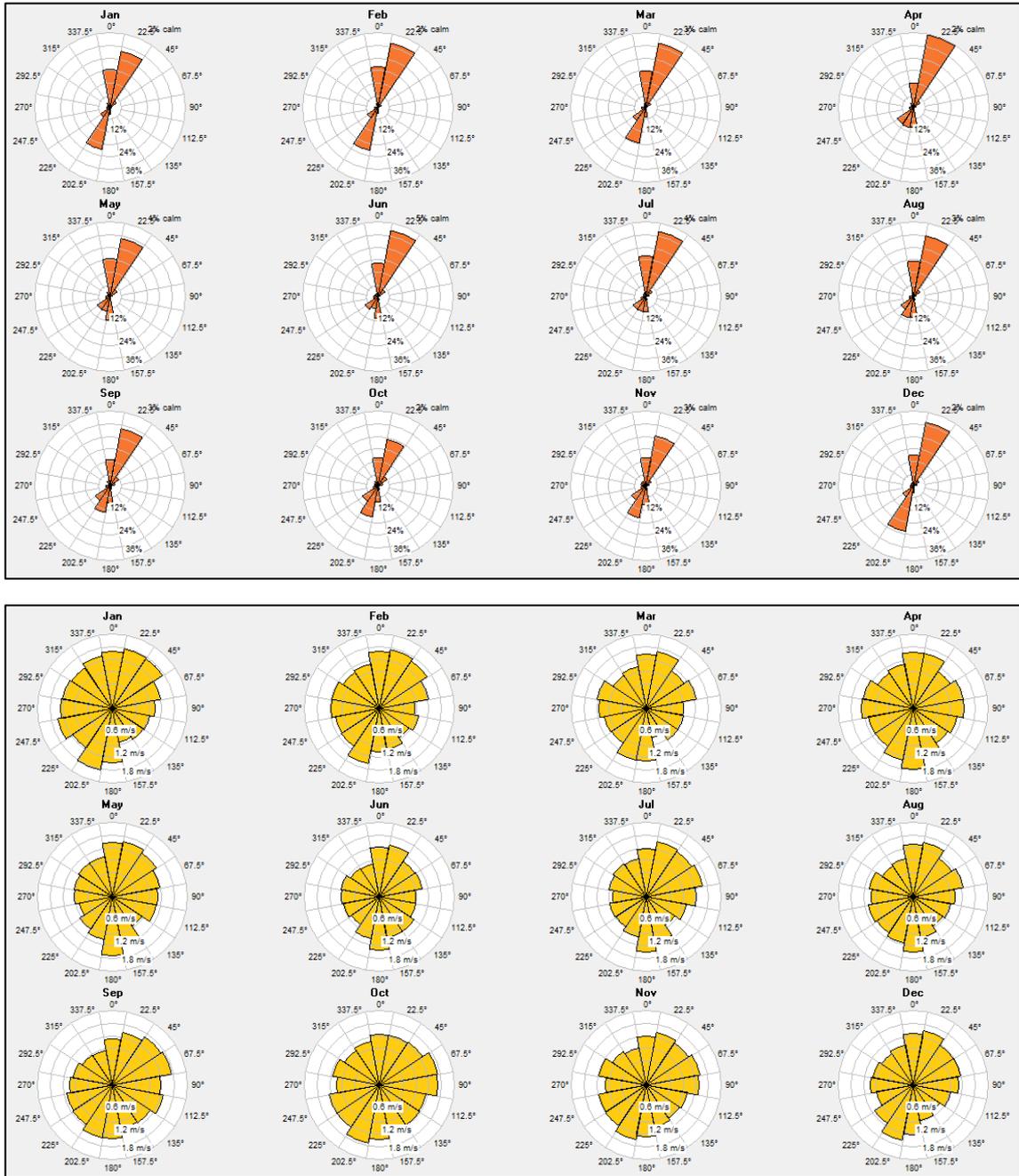
distribuição da direção observado na distribuição anual da direção do vento (Figura 5-11). Isso reforça o claro comportamento da circulação do ar nas camadas próximas da superfície no sítio da CNAAA, ou seja, ventos predominantes do quadrante norte no período noturno e ventos predominantes do quadrante Sul-Oeste.

Figura 5-9 - Distribuição da direção e velocidade do vento em função da hora do dia. CNAAA. Torre A – Nível de 10m. Período 2013 a 2017.



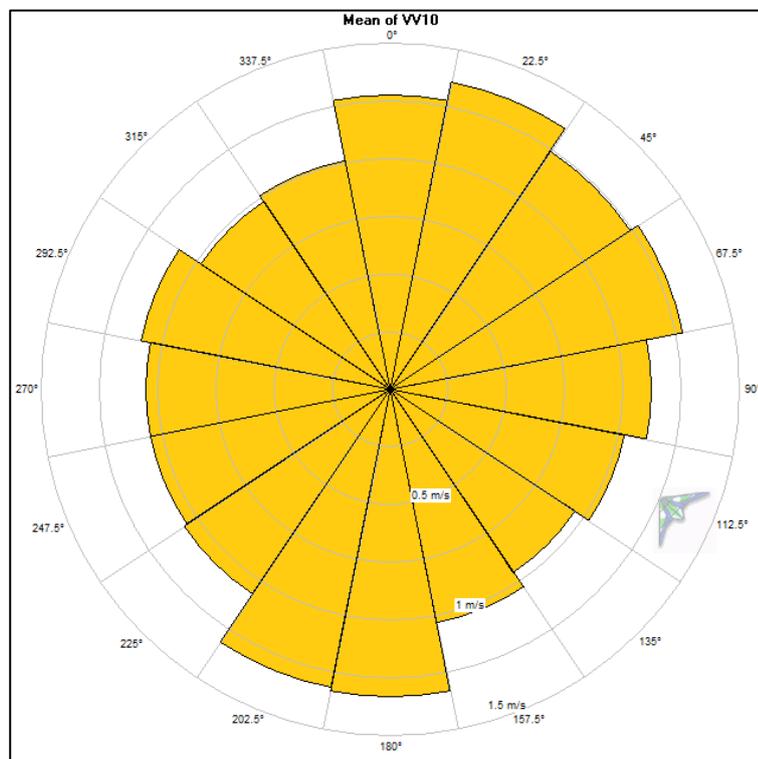
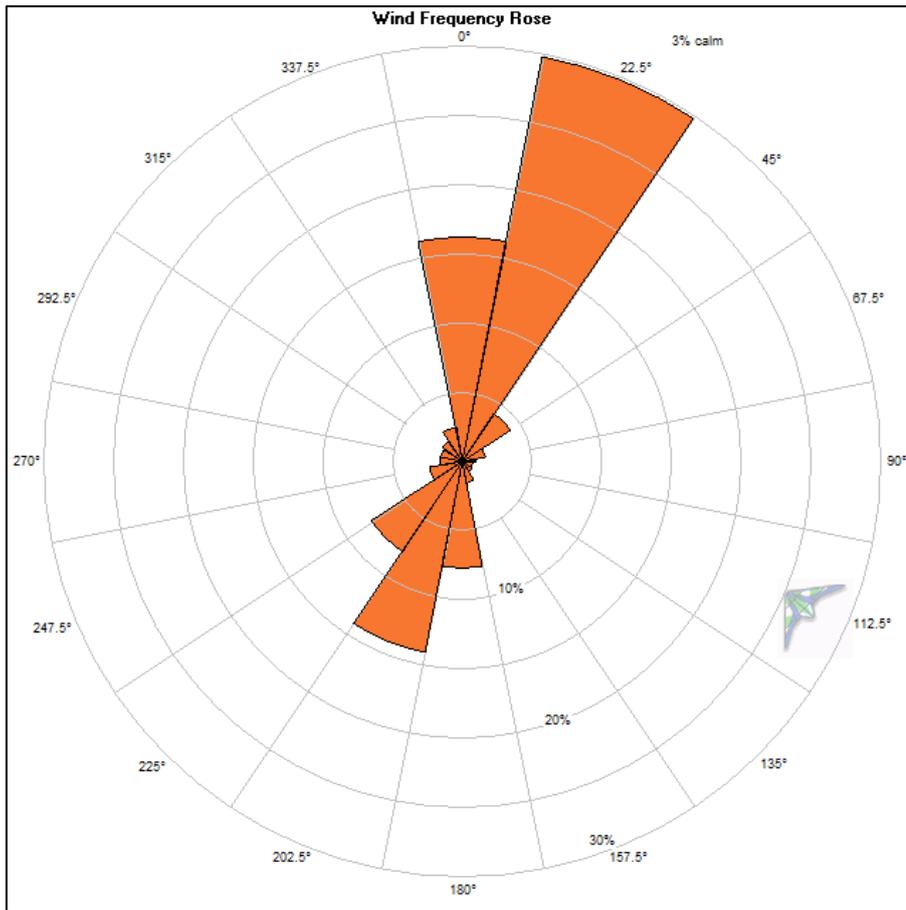
Fonte: Eletronuclear, 2017.

Figura 5 - 10 - Distribuição da direção e velocidade do vento em função do mês do ano. CNAEA. Torre A – Nível de 10m. Período 2013 a 2017.



Fonte: Eletronuclear, 2017.

Figura 5-11 - Distribuição da direção e velocidade média do vento. CNAAA. Torre A – Nível de 10m. Período 2013 a 2017.



Fonte: Eletronuclear, 2017.

## 5.2.2 Geomorfologia

### 5.2.2.1 Área Terrestre

O mapeamento geomorfológico elaborado por CPRM (2000), na escala 1:250.000, compartimentou o estado do Rio de Janeiro em duas unidades morfoestruturais: o Cinturão Orogênico do Atlântico e as Bacias Sedimentares Cenozoicas. Cada Unidade Morfoestrutural foi dividida em Unidades Morfoesculturais, que por sua vez foram subdivididas em diversas Unidades Geomorfológicas.

O Cinturão Orogênico do Atlântico compreende um conjunto diversificado de rochas metamórficas e ígneas de idade pré-cambriana a eopaleozóica. Essas rochas, incluídas na Faixa de Dobramentos Ribeira, foram submetidas a diferentes ciclos orogênicos, culminando, no final do Proterozóico, com o Evento Brasileiro. Já as Bacias Sedimentares Cenozoicas correspondem a rochas sedimentares, pouco litificadas, de idade eoceno-zóica, e sedimentos inconsolidados, neoceno-zóicos. As rochas sedimentares estão armazenadas em bacias tafrogênicas continentais, resultantes da tectônica extensional gerada no início do Cenozóico.

O Quadro 5-2 apresenta a subdivisão das Unidades existentes nas áreas de influência do empreendimento (AID e AII) em nível regional e o Apêndice 5.2.2-1 apresenta o respectivo mapa geomorfológico em escala de maior detalhe, quando comparado ao mapeamento geomorfológico elaborado pela CPRM (2000).

Quadro 5-2 – Hierarquia das Unidades Morfoestruturais, Morfoesculturais e Geomorfológicas presentes na área do empreendimento.

Unidades Morfoestruturais	Unidades Morfoesculturais	Unidades Geomorfológicas
Cinturão Orogênico Atlântico	Escarpas Serranas	Escarpas das Serras da Bocaina, Mangaratiba e Mazomba
Bacias Sedimentares Cenozoicas	Planícies Fluviomarinhas (Baixadas)	Baixadas da Baía da Ilha Grande

Fonte: CPRM, 2000.

A Unidade Geomorfológica Escarpas das Serras da Bocaina, Mangaratiba e Mazomba, consiste num alinhamento serrano que se notabiliza como uma muralha montanhosa, elevada por tectônica a mais de 1.000m de altitude e que mergulha diretamente sobre as águas das baías da Ilha Grande e de Sepetiba através de

costões rochosos, produzindo uma paisagem de ilhas, cabos, sacos e enseadas que configuram o litoral sul fluminense. Esse escarpamento prolonga-se desde a serra de Paraty – um grande esporão que parte da escarpa principal da Serra da Bocaina e demarca a divisa com o estado de São Paulo – até a escarpa da serra do Mazomba, alcançando a baixada de Sepetiba. Consiste num importante segmento da cadeia montanhosa da Serra do Mar, que prossegue a oeste, no litoral norte do Estado de São Paulo (CPRM, *op. cit.*).

A escarpa da Serra da Bocaina, unidade presente na área em estudo, caracteriza-se, de acordo com CPRM (*op. cit.*), como um relevo de transição entre os terrenos planos das exíguas baixadas fluviomarinhas que ocupam as reentrâncias do litoral recortado do sul fluminense e a zona colinosa a montanhosa do planalto da Bocaina. Os rios do planalto descem vertiginosamente a escarpa em direção aos fundos de enseadas e embaiamentos da baía da Ilha Grande, tais como os rios do Funil, Mambucaba, Bracuí-Paca Grande e Ariró. Os rios menores drenam exclusivamente a escarpa da Serra da Bocaina, tais como os rios Paraty-Mirim, Perequê-Açu, da Barra Grande e do Frade, dentre outros. Essa unidade é caracterizada por uma majestosa barreira orográfica, sendo que sua linha de cumeada sustenta altitudes entre 1.400 e 1.700m, a oeste do rio Mambucaba, e em torno de 1.000 a 1.200m, entre o rio Mambucaba e o colo da estrada Angra dos Reis-Lídice (CPRM, *op. cit.*).

A vista panorâmica da região é apresentada na Figura 5-12 a seguir.

Figura 5-12 – Vista panorâmica da região evidenciando costões rochosos, ilhas, enseada e o relevo plano da exígua baixada fluviomarinha, configuração presente no litoral fluminense.



Fonte: Bourscheid, 2013.

A Unidade Geomorfológica Baixadas da Baía da Ilha Grande consiste em pequenas áreas de acumulação fluviomarinha situadas no recôncavo de enseadas e reentrâncias do litoral recortado do sul fluminense, geralmente associado a desembocaduras fluviais (Figura 5-12). Ocorrem como estreitas planícies frequentemente interrompidas por extensos costões rochosos e geralmente apresentam junto à linha de costa significativas áreas de mangue e, na retaguarda dos manguezais, extensas áreas de brejos e baixadas aluviais. Também são encontrados nessas áreas pequenos cordões arenosos. Com a implantação da rodovia Rio-Santos (BR 101) verificou-se um acelerado incremento da expansão da malha urbana sobre essas baixadas, e de empreendimentos imobiliários (CPRM, *op. cit.*).

De acordo com Eletronuclear/MRS (2005), as morfologias mais marcantes nas regiões das Serras da Bocaina e da Mantiqueira, que sugerem falhas normais, são as escarpas voltadas para o litoral, ao longo das quais se desenvolveram degraus e frentes lineares e escalonados, sendo as linhas de cristas orientadas preferencialmente para NNE, NE, E-W, NNW, NW e WNW (Figura 5-13). Associadas aos processos de dissecação das escarpas, de direções preferenciais NE e NW, desenvolvem-se feições tipo *spur ridges* com terminações abruptas no fronte da escarpa na forma de facetas triangulares, que delimitam vales suspensos tipo

*gullies*. A ocorrência de lineamentos que sugerem falhas com componentes direcionais imprimem ao relevo feições de vales lineares, ao longo do traço dos lineamentos, feições do tipo *shutter ridges*, formadas onde a falha desloca feições topográficas, movendo lateralmente uma sequência de cristas; *offset* ou deslocamentos de canais. Na base das escarpas ocorrem quedas de blocos, tipo tálus e outros depósitos de fluxos gravitacionais e colúvios, que geralmente interdigitam com os depósitos fluviais e/ou fluviomarinhos.

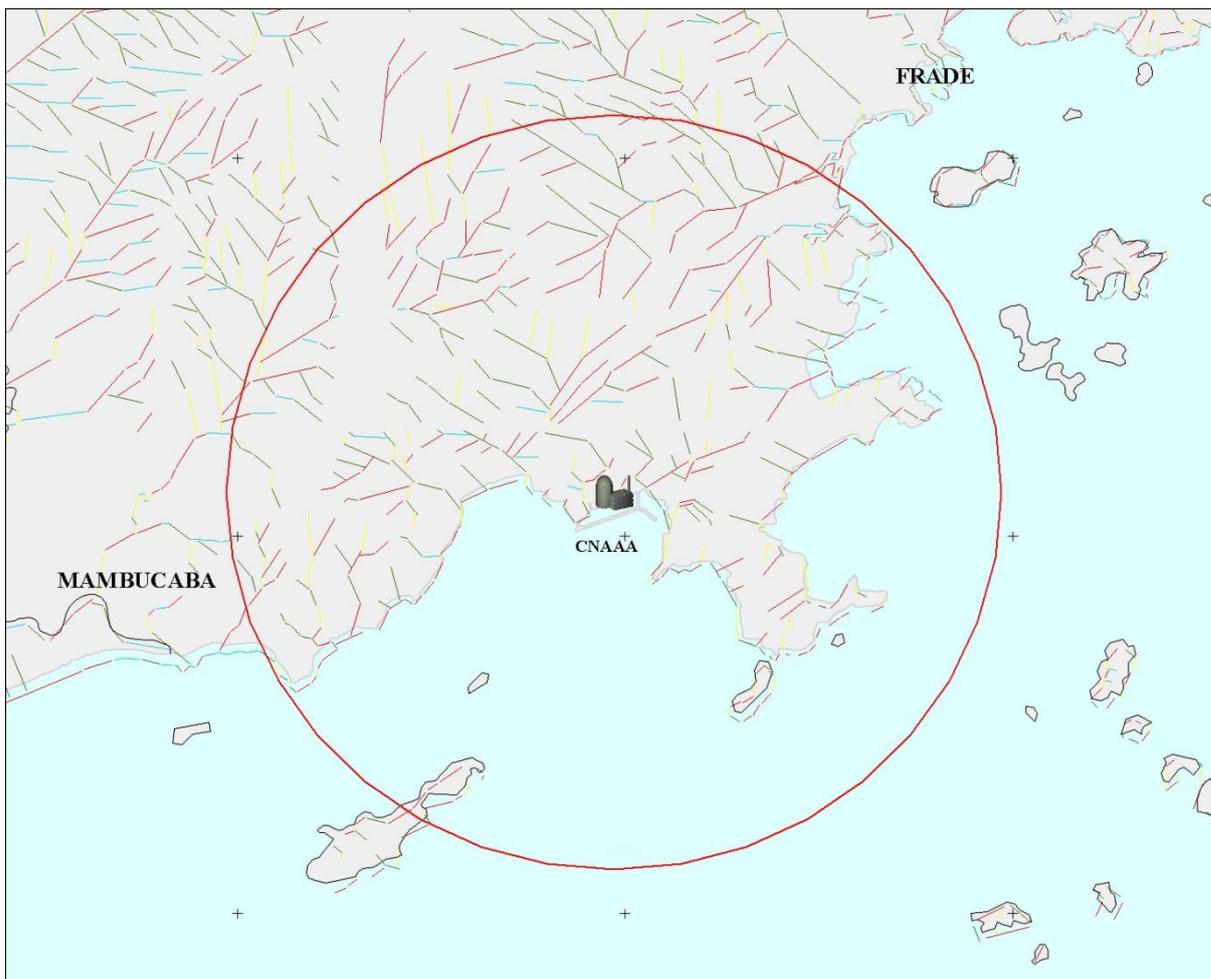
*Figura 5-13 – Escarpas escalonadas em direção ao litoral. Ao fundo observam-se as cúpulas dos reatores das Usinas Angra 2 e 1 (mais à direita).*



Fonte: Bourscheid, 2013.

Os lineamentos de drenagem mapeados por Eletronuclear/MRS (2005) tanto para a porção continental quanto para a linha de costa e identificados na AII da área em estudo, apresentaram direções que variam entre os quadrantes NE, N-S, E-W e NW. As orientações preferenciais para as drenagens da porção continental, segundo os autores antes citados, encontram-se no quadrante NE-SW, cujas frequências variam entre E-W e NNE, coincidentes com as estruturas do embasamento Pré-cambriano, entre N-S e WNW. Os lineamentos costeiros caracterizam-se por serem bem definidos, com frequência acumulada preferencialmente nas direções NE-SW, E-W, N-S e NW-SE. Esta marcante concentração de orientações confere uma forte influência da estrutura subjacente na dinâmica dos processos erosivos costeiros (Figura 5-14).

Figura 5-14 – Lineamentos de drenagens (s/ escala).



Fonte: modificado de Eletrobras/MRS, 2005.

De acordo com Eletronuclear/MRS (2005) a região da AII é caracterizada pelo forte contraste dos compartimentos que demarcam a borda escarpada e as planícies fluviomarinhas. Esta significativa variação de declividade, somada aos elevados índices de pluviosidade típicos da região, além da rasa cobertura de manto intemperizado sobre corpos rochosos em pequena profundidade, propiciam uma descontinuidade hidrodinâmica acentuada entre estes materiais e constituem elementos-chaves para um elevado escoamento superficial e subsuperficial das encostas produzindo nos segmentos de fundo de vale eventos de cheias e enchentes. Nas encostas declivosas há o predomínio de movimentos gravitacionais de massa, que caracterizam o mecanismo evolutivo destes segmentos morfológicos nas bacias de drenagem. Ressaltam os autores que as estradas pavimentadas ou não, cortam em diversos trechos estes segmentos morfológicos, constituindo-se em mais um elemento de criticidade à ocorrência de movimentos de massa em períodos de elevados índices pluviométricos.

A Unidade Geomorfológica Baixadas da Baía da Ilha Grande consiste em pequenas áreas de acumulação flúvio-marinha espremidas pelas vertentes íngremes da scarpa da serra da Bocaina, situando-se no recôncavo de enseadas e reentrâncias do litoral recortado do sul fluminense, geralmente associado a desembocaduras fluviais. Essas planícies flúvio-marinhas geralmente apresentam, junto à linha de costa, significativas áreas de mangues e, na retaguarda dos manguezais, extensas áreas de brejos e baixadas aluviais.

#### 5.2.2.2 Área Marinha

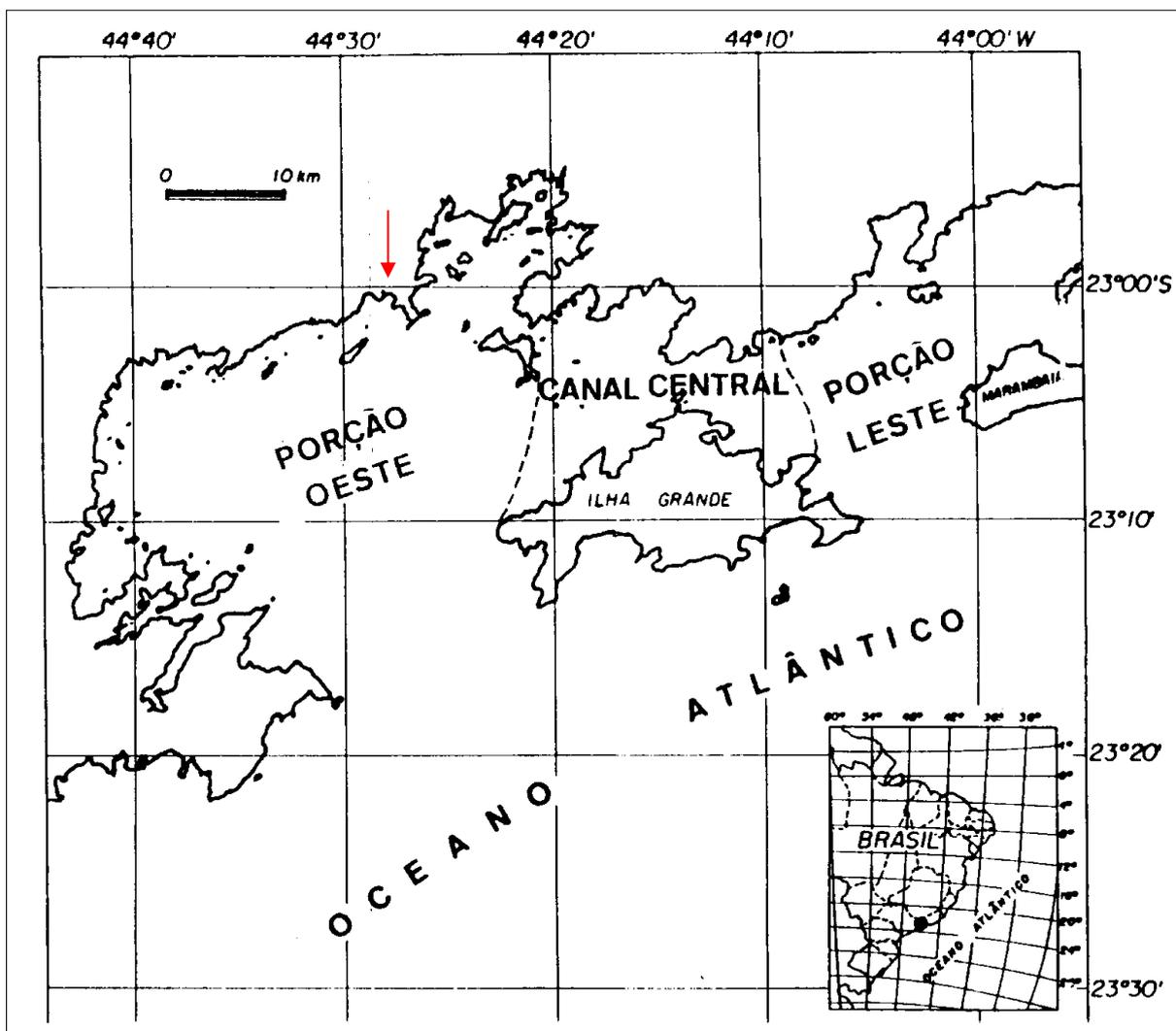
De acordo com Eletronuclear/MRS (2005) a Baía de Angra dos Reis, porção marinha da área de estudo (AID e AII), consiste de um corpo semiconfinado de água salgada devido à presença da Ilha Grande. Esta Ilha é separada do continente por um marcante estreitamento e uma grande depressão batimétrica (Canal Central).

Segundo Dias *et al. apud* Eletronuclear/MRS (2005), a baía possui diversas feições marcantes em seu relevo submarino, entre elas um banco arenoso com forma circular localizado na barra oeste da baía e diversos canais naturais e artificiais ao longo de toda a região. Estes canais artificiais foram dragados para possibilitar o acesso ao terminal petrolífero da Petrobras e também ao porto localizado no interior da Baía de Sepetiba.

As profundidades na parte externa da Ilha Grande estão em torno de 40 metros, aprofundando de forma suave em direção à quebra da plataforma (SILVA, 2001). Segundo Zembruski *apud* Silva (2001), a plataforma na altura da Ilha Grande, tem largura de cerca de 90 quilômetros e apresenta a quebra em uma profundidade de 140 metros.

Mahiques *apud* Silva (2001) propôs a divisão fisiográfica da Baía da Ilha Grande em porção oeste, leste e Canal Central; parte da porção oeste faz parte da AII deste trabalho. A porção oeste é a mais profunda, tendo profundidades de 20 a 30 metros, enquanto a porção leste apresenta de 10 a 25 metros. O Canal Central localizado entre o continente e a Ilha Grande apresenta as maiores profundidades do interior da Baía, superiores a 25 metros, podendo chegar localmente até 55 metros (Figura 5-15).

Figura 5-15 – Divisão fisiográfica da Baía da Ilha Grande proposta por Mahiques apud Silva (2001). A seta vermelha indica a posição do empreendimento.



Fonte: modificado de Mahiques apud Silva (2001).

Segundo Signorini apud Eletronuclear/MRS (2005) a Baía da Ilha Grande é um sistema estuarino parcialmente misturado, onde a baía está conectada com o Oceano Atlântico através de seus extremos leste e oeste e o aporte de água doce é oriundo da Baía de Sepetiba.

A circulação do sistema estuarino formado pelas duas baías é resultante de efeitos de maré, ventos e diferenças de densidade. No aspecto geral, o contato entre a água doce e a água oceânica que se misturam sob o efeito das marés, gera um movimento no sentido horário, quase estático em torno da Ilha Grande, com velocidades em torno de 10cm/s atribuídas a diferenças de densidade (ELETRONUCLEAR/MRS, 2005).

A cobertura sedimentar da Baía da Ilha Grande apresenta-se de forma bastante heterogênea, mostrando que a sua hidrodinâmica é bastante complexa. De

maneira geral, pode ser dito que na porção leste (mais rasa) se concentram areias médias e grossas; na porção oeste (mais profunda) podem ser encontradas areias finas, típicas de plataforma continental e características da última transgressão, e no canal central se encontram as maiores concentrações de lama, que correspondem às áreas mais profundas e, teoricamente, de menor energia desta região (ELETRONUCLEAR/MRS, 2005).

A porção oeste, parcialmente inserida na All, é composta por areias muito finas e imaturas que indicam a baixa condição de retrabalhamento. Estes sedimentos têm características similares aos encontrados na plataforma continental interna, o que indica o transporte de sedimentos em direção ao interior da Baía da Ilha Grande, sendo denominados de areias transgressivas (ELETRONUCLEAR/MRS, 2005).

### **5.2.3 Geologia**

O diagnóstico sobre a geologia da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irradiado (UAS) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) está baseado no EIA-RIMA elaborado pela empresa MRS – Estudos Ambientais Ltda. (2005), para licenciamento da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – Angra 3 e também no levantamento de campo realizado para o processo de licenciamento ambiental da Unidade UFC, efetuado pela Bourscheid Engenharia e Meio Ambiente, no ano de 2014, em que foi realizada a checagem e integração dos dados secundários obtidos através desse texto. O Apêndice 5.2.3-1 apresenta o Mapa das Unidades Geológicas. As litologias presentes na área de estudo são representadas por rochas metamórficas de médio a alto grau, gnáissicas, com diversos padrões de dobramento e diferentes níveis de deformação dúctil/rúptil, refletidos nos gnaisses cataclásticos ou miloníticos, às vezes migmatizados em vários graus, inclusive evoluindo para anatexitos, além de granitoides intrusivos com diferentes texturas e estruturas na forma de batólitos, *stocks* e diques, diques de diabásios e restritas áreas de sedimentos inconsolidados recentes (ELETRONUCLEAR/MRS, 2005).

As unidades geológicas presentes na área do empreendimento são apresentadas a seguir, transcritas parcialmente de Eletronuclear/MRS (2005):

### 5.2.3.1 Unidades do Meso/Neoproterozoico (1.600 Ma a 650 Ma)

#### 5.2.3.1.1 Unidade PGn – Paragneisses do Complexo Paraíba do Sul

Esta unidade está presente apenas na porção norte-noroeste da AII, não tendo sido identificada sua ocorrência na AID. Em direção ao sul ela desaparece através dos contatos tectônicos com as rochas do Complexo Rio Negro ou devido à presença de corpos granitoides litorâneos, que lhes interceptam por intrusão.

Uma extensa e importante faixa de cisalhamento de direção NE-SW denominada Zona de Cisalhamento Areal-Arcádia-Paracambi ou Limite Tectônico Central (CTB) demarca estas rochas das litologias do Complexo Rio Negro.

Essa Unidade é representada por litotipos gnáissicos muito semelhantes, que invariavelmente denotam a sua origem parametamórfica, além de estilos deformacionais similares em grande parte da área em questão. Em algumas zonas, apresenta faixas cataclásticas que mascaram a sua configuração peculiar e individualizante. Da mesma forma as rochas do Complexo Paraíba do Sul estão invariavelmente associadas ou transformadas em milonitos e/ou cataclasitos, exibindo diversos graus de deformação. Não existe uma estratigrafia típica para o Complexo Paraíba do Sul. As rochas metassedimentares são as mais freqüentes. Os tipos mais característicos são os gnaisses granatíferos, provenientes de pelitos, grauvacas e arcósios, além de quartzitos, mármore, dolomitos e calcissilicáticas.

### 5.2.3.2 Unidades do Neoproterozoico (655 Ma – 560 Ma)

#### 5.2.3.2.1 Unidade bGnp – Biotita-gnaiss Porfiroblástico Bandado e Estromático do Complexo Rio Negro.

Esta unidade é composta por ortognaisses biotíticos, de granulação média a grossa, acinzentados, bem laminados em alguns trechos, geralmente bandados, aspecto conferido pela maior ou menor concentração de matriz e porfiroblastos/pórfiros de feldspato alinhados segundo a foliação. Esses cristais, por vezes tabulares são euédricos a subédricos, brancos ou rosados e chegam até três centímetros de dimensão. Produtos neossomáticos quartzo-feldspáticos e remobilizações de matriz permeiam essas rochas, produzindo em alguns pontos feições bandadas a estromáticas, dando um aspecto migmático ao conjunto rochoso.

Em outros pontos a rocha toma um aspecto oftalmítico ou sub-facoidal face à disposição textural porfiroblástica dada pelos cristais de microclina.

Intercalações localizadas e enclaves de rochas meso a melanocráticas de composição gabroide a diorítica, por vezes metamorfizadas (anfíbolitos) e deformadas são observadas, além de algumas injeções leucossomáticas granatíferas, comuns por todo o Complexo Rio Negro.

Essa unidade é atravessada por intrusões graníticas de diferentes volumes, veios de quartzo e pegmatoides, além dos diques de diabásio do Mesozoico.

Ainda, pode-se se dizer que é formada por gnaisses leuco a mesocráticos, de granulação média a grossa, exibindo estruturas migmatíticas variadas (metatexitos e diatexitos associados), com porções mais diferenciadas (zonas granitoides homogêneas), passando a tipos de caráter nitidamente granítico. Os migmatitos do Complexo Rio Negro incluem localmente corpos e lentes anfíbolíticas, provenientes de antigos diques máficos anfíbolitizados. As estruturas mais comuns nos migmatitos heterogêneos são a estromática, flebítica, schollen e agmatítica, sendo o paleossoma constituído de um biotita-gnaiss ou biotita-hornblenda-gnaiss, de coloração cinza-escuro e granulação fina a média. Nos tipos homogêneos a estrutura predominante é a nebulítica. Os migmatitos são constituídos essencialmente de quartzo, microclina, plagioclásio, biotita e hornblenda, com ou sem granada subordinada.

#### 5.2.3.2.2 Unidade bGnm – Biotita-gnaiss migmatítico do Complexo Rio Negro

Corresponde a feições migmatíticas estromáticas onde bandas melanocráticas biotíticas se alternam com bandas leucocráticas quartzo-feldspáticas, de espessura que variam de centimétricas a decimétricas, sucessivas e contínuas, de grão grosso a médio, em associação com os gnaisses porfiroblásticos da unidade descrita anteriormente (Figura 5-16 e Figura 5-17).

*Figura 5-16 – Aspecto de litótipos evidenciado no talude existente na ADA.*



Fonte: Bourscheid, 2013.

*Figura 5-17 – Aspecto de litótipos evidenciado na ADA.*



Fonte: Bourscheid, 2013.

### *5.2.3.3 Unidades do Cambro Ordoviciano (560 – 439 Ma)*

#### 5.2.3.3.1 Unidade GRmb – Granito Mambucaba

Sob a forma de pequenos *stocks* e diques agrupados principalmente na região de Mambucaba, Tarituba, Itaorna e Frade, onde estão intrudindo rochas do Complexo Rio Negro e Paraíba do Sul, presentes na AII e AID do estudo.

Apresenta, em geral, coloração cinza clara a rosada, estrutura maciça de grão médio a grosso, que em corpos menores varia de médio a fino. São granitos

biotíticos, nitidamente intrusivos em níveis crustais mais rasos, epizonais, com a presença de xenólitos facetados das encaixantes, onde se introduz ao longo de fraturas e planos de foliação, oferecendo contatos nítidos e bruscos com as rochas envolventes.

#### 5.2.3.4 Unidades do Juro-Cretáceo (135 – 123 Ma)

##### 5.2.3.4.1 Unidade db-diques de Rocha Básica (diabásio)

Esta unidade está relacionada ao magmatismo básico mesozoico associado ao processo de abertura do Oceano Atlântico, que formou os derrames basálticos da bacia do Paraná. Aqui na região sudeste são conhecidos centenas de diques básicos formados nessa época, durante os processos de quebra e separação dos continentes africano e sul-americano, que aproveitaram a estruturação geral herdada do evento Brasileiro.

Ocorrem por toda a área de interesse, do planalto da Bocaina à região litorânea, assim como as ilhas, com diferentes espessuras que variam de centimétricas até dezenas de metros, normalmente contínuos por dezenas de quilômetros, às vezes deslocados por falhas mais jovens e, via de regra, direcionada na direção NE-SW, principalmente N 45° E, verticais a subverticais, podendo localmente apresentar direções N-S e NW-SE. Sistemas expressivos são observados na praia de Itaorna, localizada na AID do estudo.

Esses diques se alojam preferencialmente ao longo de fraturas pré-existentes, com contatos nítidos com as encaixantes, podendo se apresentar falhados tanto internamente como ao longo dos contatos, indicando atividades tectônicas posteriores à sua instalação. Apresentam internamente sistemas de juntas ortogonais características, que podem servir de conduto para águas freáticas ou hidrotermais originados de eventos magmáticos posteriores. Em afloramentos mostram textura típica dos diabásios, equigranular ou ofítica, definida por uma disposição entrecruzada de ripas de plagioclásio. Mineralogicamente são rochas formadas por piroxênio, normalmente augita, plagioclásio cálcico (labradorita), podendo ter olivina em alguns termos. A magnetita é um acessório comum nessas rochas básicas hipoabissais.

Quando ocorrente em diques de pouca espessura, o resfriamento rápido do magma básico injetado na fratura produz uma rocha de grão muito fino, de textura

afanítica, semelhante à sua representante extrusiva, o basalto. São denominados então diques de basalto. Por outro lado, quando o dique é mais espesso, a textura e a granulometria refletem as características de gabro, a representante intrusiva de magmas dessa composição, como observado na localidade de Alto da Bocaina, em potente dique que pode ser seguido por dezenas de quilômetros.

Em alguns pontos observam-se diques de outra rocha escura, os lamprófiros, que em alguns pontos cortam os diabásios, sendo, portanto, mais jovens; possivelmente associadas ao magmatismo alcalino terciário, último evento magmático conhecido nesta parte da plataforma Brasileira. O lamprófiro é uma rocha que se apresenta na forma de diques, normalmente não muito espessos, de coloração cinza escura a negra, de grão médio a fino, às vezes grosso formado principalmente por biotita, e subordinadamente olivina e plagioclásio.

Diques de lamprófiros são encontrados na Praia de Itaorna preenchendo zonas de fraturas orientadas segundo a direção N 70° – 80° W, com espessura às vezes métrica.

#### 5.2.3.5 Unidades do Quaternário (holoceno)

As Unidades do Quaternário estão presentes na AII e AID do estudo.

##### 5.2.3.5.1 Depósitos Aluvionares

São sedimentos associados à rede de drenagem atual e pré-atual, constituídos por cascalhos, areias finas e médias, silte e argila, incluindo os depósitos de terraços e as várzeas.

Esses depósitos estão sendo explorados legalmente ou não por toda a área litorânea avaliada, particularmente na região compreendida entre Bracuí e Mambucaba.

##### 5.2.3.5.2 Depósitos Fluviomarinhos e Marinhos

São sedimentos atuais e pré-atuais, que representam depósitos de ambiente de transição continental-marinho, passando a essencialmente marinhos. Os sedimentos fluviomarinhos e marinhos consistem em geral de camadas de areia fina, média e grossa, alternadas por níveis de argila e silte.

## 5.2.4 Geotecnia

### 5.2.4.1 Características Gerais

O diagnóstico sobre os aspectos geotécnicos da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado (UAS) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) está baseado principalmente no EIA-RIMA elaborado pela empresa MRS – Estudos Ambientais Ltda. (2005), para licenciamento da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – Angra 3, no Relatório do Local (BP - U – 1500 – 160035) e da execução de trincheiras na área da implantação da UAS e no levantamento de campo para checagem e integração dos dados secundários obtidos, realizado para o processo de licenciamento ambiental da Unidade UFC, efetuado pela Bourscheid Engenharia e Meio Ambiente, no ano de 2014.

Pelas informações obtidas no trabalho antes citado, as áreas de influência do empreendimento caracterizam-se por apresentar um terreno acidentado – geomorfologia típica da Serra do Mar – com encostas íngremes e grandes alturas (desníveis superando 800 metros) onde predominam gnaisses e granitos recobertos por manto de solos residuais e coluviais/tálus. A presença de falhamentos e fraturamentos por toda a região é um fator de contribuição à instabilidade de taludes e encostas, aliado às condições climatológicas, tais como as chuvas, que superam os 2000 mm anuais e ocorrem principalmente nos meses de verão (novembro a março). Nos sopés das escarpas rochosas, com taludes quase verticais, também se observam depósitos de tálus/colúvios e solos residuais.

De acordo com Eletronuclear/MRS (2005), os problemas de estabilidade de taludes, estavam ligados a três fatores: a heterogeneidade litológica e produtos de alteração decorrentes; a geomorfologia, fruto de um relevo muito jovem; e a altas precipitações pluviométricas.

A espessura de solo é controlada pela geomorfologia, observando-se desde o adelgaçamento nas encostas mais íngremes até a ausência do solo residual quando então os depósitos das vertentes assentam-se diretamente sobre o embasamento rochoso ou este embasamento aflora. Nas áreas abatidas, constituindo formas em anfiteatros, são grandes as espessuras de solo residual (dezenas de metros) em virtude da concentração de água, bem como de coberturas depositadas. Nesses anfiteatros, as elevações circundantes e, em particular, os paredões rochosos de

fundo, são fontes permanentes de fornecimento de materiais de granulometria extremamente variada que resulta na existência dos depósitos de talus.

Os escorregamentos superficiais são frequentes em toda a área e encontram-se ligados aos depósitos coluviais ou aos locais de bota-fora da BR-101. No caso dos depósitos coluviais o escorregamento está predominantemente associado aos cortes das estradas existentes, mas são limitados e não possuem, normalmente, grande extensão em área. Na maioria das vezes este tipo de escorregamento está restrito ao solo coluvial, embora possa alcançar o embasamento rochoso alterado e fraturado, quando a espessura do solo residual é delgada. Os escorregamentos associados aos locais de bota-fora situam-se, naturalmente, a jusante das estradas a que estão associados, sendo do tipo *debris flow*, podendo aprofundar-se até 1 ou 2m no solo coluvial sotoposto. Mostram cicatrizes alongadas, vestígios de reativação e tem o efeito de descalçarem inúmeros blocos a meia encosta. A construção da BR-101 criou áreas de corte e aterro suscetíveis a deslizamentos ao longo de toda a rodovia, sendo imprescindível a manutenção do sistema de drenagem.

#### 5.2.4.2 Geotecnia – Área de Influência Direta

Em termos geotécnicos, nas encostas adjacentes ao sítio da CNAAA superficialmente ocorrem os solos originados do intemperismo da rocha subjacente constituindo-se de solos residuais em diversas fases de maturidade que, ao serem mobilizados pela dinâmica superficial deslocam-se e degradam-se em solos coluvionares, talus e depósitos aluviais, concentrando-se nos vales mais planos e de cotas inferiores, originando os depósitos recentes (Quaternário) de materiais granulares.

Na área da CNAAA, as encostas consideradas críticas foram estabilizadas e são monitoradas mensalmente através de inclinômetros, piezômetros, células de carga, pinos de deslocamento e marcos superficiais. Desta forma, não há a possibilidade de deslocamento de massas de solos importantes. Os outros eventos estão ligados a rastejos lentos (massas coluvionares) e transporte de sedimentos junto aos vales das drenagens e nas praias.

De acordo com o Relatório do Local BP – U – 1500 – 160035 (2016), as encostas monitoradas apresentam as seguintes condições:

- Encosta situada a jusante da BR-101, próximo ao deslizamento do km 520,36: O deslocamento máximo registrado pelo inclinômetro SI-3 desde

a sua instalação é de 10 mm. Segundo o Relatório por este valor apresentado é possível concluir que essa encosta praticamente não se movimenta, apresentando uma velocidade muito baixa e imperceptível (< 1 mm/ano), com valores bem inferiores ao limite da velocidade considerada como “extremamente lenta” na escala de Varnes, 60 mm/ano. Dessa forma, não apresenta perigo para a rodovia ou para as instalações da CNAAA. O Relatório conclui também que o deslizamento no corte do km 520,36 da BR-101 foi localizado e não influencia o comportamento da encosta a jusante da BR-101, onde está instalado o inclinômetro SI-3.

- Encosta situada junto à antiga central de concreto, km 520,06 da BR-101: Conclui o Relatório dizendo que após a execução do sistema de drenagem em novembro/1997 não foi registrada nenhuma movimentação significativa nessa encosta, entretanto, os movimentos não apresentam sinal nem de estabilização nem de aceleração. Por isso foi contratado um estudo para análise da estabilidade que constatou que a encosta estava com um fator de segurança próximo da unidade, havendo, portanto, a necessidade de execução de uma obra de contenção. A estabilização da encosta, realizada entre novembro/2009 a junho/2010, contemplou a construção de uma berma de enrocamento associada à continuidade do monitoramento. Houve um ligeiro acréscimo na movimentação da encosta durante a época da construção da berma, devido à precipitação intensa ocorrida no dia 01/01/10 (97mm em 8h), porém no período de 6 anos, de /2010 a 2016 não foi observada uma aceleração na movimentação da encosta. De acordo com o relatório a monitoração da encosta da Central de Concreto continuará sendo efetuada, incluindo os novos instrumentos instalados durante e após a construção da berma de equilíbrio.
- Encosta noroeste, no km 521,56 da BR-101, junto ao acesso ao sítio da CNAAA: Com base na instrumentação de campo o relatório conclui que esta encosta se encontra em um processo de movimentação. A maior velocidade mensal (velocidade pontual) na profundidade da superfície de ruptura dentre todos os inclinômetros é de 22 mm/mês, registrada pelo inclinômetro SL-19B no período entre 30/11/2004 e 16/12/2004. De acordo com a escala de Varnes, essa movimentação, apesar de não

apresentar tendência à estabilização, é considerada extremamente lenta e em processo de “creep”, não apresentando perigo para a rodovia BR-101 ou para o acesso a CNAAA. Prossegue o relatório dizendo que a segurança da Encosta Noroeste está garantida, porque não houve um aumento significativo da velocidade de deslocamento, e isto demonstra, aparentemente, uma tendência à estabilização da movimentação dessa encosta.

- Encosta do km 520,76 da BR-101: Atualmente a maior velocidade média apresentada com base na instrumentação de campo, foi da ordem de 3 mm/ano no período de janeiro/2007 a novembro/2014, registrada pelo inclinômetro I-A6. Considerando o período de novembro/2007 a dezembro/2016, verifica-se uma redução na velocidade média neste inclinômetro para 2,0 mm/ano. Os maiores deslocamentos nos inclinômetros IA-5 e IA-6 foram registrados em 31/10/2003 e 19/01/2004, respectivamente. Portanto, de acordo com o relatório é possível concluir que essa encosta praticamente não se movimenta, apresentando uma velocidade muito baixa e imperceptível, com valores bem inferiores ao limite da velocidade considerada como “extremamente lenta” (60 mm/ano) pela escala de Varnes. Dessa forma, não representa perigo para a rodovia ou para as instalações da CNAAA.
- Monitoração das cortinas atirantadas do acesso ao CNAAA: As cortinas em número de quatro, estão localizadas no km 521,56 da BR-101. De acordo com o relatório as leituras da instrumentação indicam um comportamento adequado dessas cortinas atirantadas, não apresentando riscos ao acesso a CNAAA, apesar de existirem 21 tirantes rompidos (12% do total de tirantes dentro da área de deslizamento) de um total de 168 tirantes. Segundo o relatório, a monitoração dessas cortinas não deve ser interrompida e em outubro/2012 a ETN instalou 4 células de carga novas nas cortinas. As leituras da instrumentação instalada indicam um comportamento adequado das cortinas e corroboram os valores de deslocamento e de variação do nível d’água da Encosta Noroeste (km 521,56 da BR-101). Cortinas atirantadas do km 520,26 da BR-101: De acordo com o relatório, antes da realização do reforço em 2001, as cortinas apresentavam condições bastante precárias, mas como o fator

de segurança global foi restabelecido, reduziram-se os potenciais riscos de interdição da BR-101 e de danos às instalações da CNAAA. No período de janeiro/2010 a dezembro/2016 não foram observadas variações significativas nas leituras da instrumentação instalada.

- Encosta adjacente ao Centro de Gerenciamento de Rejeitos: Segundo o relatório, pelas vistorias realizadas mensalmente na encosta, pode ser concluído que as obras de contenção e proteção do paredão rochoso executadas se encontram em bom estado e garantem a integridade do Centro de Gerenciamento de Rejeito. Porém, visando aumentar a segurança da área, a ETN executou em 2016 a complementação da tela de aço para proteção contra queda de blocos, numa área aproximada de 2800 m<sup>2</sup>, além de serviços de mapeamento de eventuais blocos soltos, seguido de sua retirada ou ancoragem dos mesmos, a depender do caso.

No EIA-RIMA elaborado por Eletronuclear/MRS (2005) para a Usina de Angra 3, os autores descrevem o seu local de instalação (Ponta Grande), nas proximidades da área escolhida para instalação da UAS, como um platô de aproximadamente 40.000m<sup>2</sup>, decorrente do desmonte a fogo do morro de Ponta Grande.

Em termos litológicos predomina nesta área um gnaisse lenticular de estrutura migmatítica, de idade Pré-Cambriana, de atitude N 70° E/80° N, de cor cinza claro, com pórfiros de feldspatos lenticulares. Ocorrem ainda lentes de rocha de granulação fina e bandada, com alternâncias de leitos biotíticos e leitos de quartzo e feldspato. A transição entre estas duas litologias é gradativa, sem contato nítido entre ambas. Ocorrem ainda uma série de diques básicos e de lamprófiros, ambos de idade Mesozóica, com direção NE, enquanto que os lamprófiros têm orientação espacial de N67°E /58° NW e apresentam evidências de falhamento. Há a presença de uma falha na área com direção N22°E e alguma evidência de catáclase próxima ao limite oeste da área.

A baixada sedimentar de Saco Fundo, contígua a Ponta Grande, originalmente uma enseada, foi aterrada com material proveniente do desmonte do maciço de Ponta Grande. O terreno é plano da linha de praia até o sopé da encosta, onde o talude que alcança a rodovia BR-101 tem inclinação entre 30° e 35°. É caracterizada por sedimentos marinhos recentes, os quais são recobertos por uma

camada de aterro com espessura variando entre 8 e 12m. Na base desse pacote ocorrem o solo residual, rochas alteradas e sãs.

Prosseguem os autores dizendo que a sequência sedimentar de Saco Fundo é constituída por uma camada mais superficial de areia com valor médio NSPT de 19 golpes. Abaixo dessa camada ocorre uma segunda camada de areia fina, que apresenta grande dispersão dos valores de compacidade ( $4 < \text{NSPT} < 50$ ). Sotoposto a esse pacote arenoso ocorre uma camada de argila orgânica mole, cujo valor representativo de NSPT é de 4 golpes. A espessura desse pacote sedimentar está por volta de 15m.

Na região de Itaorninha o perfil estratigráfico é semelhante ao de Saco Fundo. Diferencia-se a camada de aterro superficial, com espessura média de 4,5 metros, cujo material é proveniente da escavação de Angra 1. Abaixo desta camada de aterro é encontrada uma camada de 10 a 12 metros de espessura de areia siltosa micácea, que na sua parte superior varia de fina a média e possui poucos fragmentos de conchas. Na parte inferior é composto por uma areia fina e com muitos fragmentos de conchas, e uma camada de argila arenosa orgânica intercalada com lentes de areias argilosas.

#### 5.2.4.1 Geotecnia – Área Diretamente Afetada (ADA)

Em estudos mais recentes, a Eletronuclear elaborou o Relatório do Local BP-U-1500-160035 (2016), que caracteriza a área específica de localização da UAS.

O local da implantação da UAS é caracterizado pela existência de um maciço rochoso que mergulha em direção ao mar. Esse maciço rochoso, localizado entre as áreas denominadas de Itaorninha e Saco Fundo, foi cortado e toda a área no seu entorno foi posteriormente aterrada.

Em termos geotécnicos, o maciço rochoso é recoberto, no topo do talude, por uma espessura de solo residual ou coluvionar de espessura inferior a 1 m. Na área inferior do maciço, ou seja, no platô remanescente do corte do maciço rochoso, a cobertura de solo é muito pequena.

A obtenção de informações para o projeto da UAS baseou-se em duas ações. A primeira consistiu da realização de investigação geotécnica de campo através da execução de 7 trincheiras, numa provável área de instalação desta Unidade. A segunda ação adotou a estratégia de consulta ao amplo programa de investigações geotécnicas e ensaios de campo e de laboratório, além de investigações geofísicas

e do mapeamento geológico-geotécnico de semi-detulhe do paredão rochoso realizados no período de 2007 a 2013 para a Unidade UFC (cuja área é contígua à da UAS). A UAS está locada em área prevista para a UFC. De forma geral, e considerando as particularidades de implantação da UAS, os resultados das investigações geológico-geotécnicas realizadas para a UFC serão adotados para a UAS.

As investigações geotécnicas e ensaios de campo consistiram na execução de:

- 13 sondagens mistas e rotativas, verticais, com obtenção de testemunhos, localizadas na base e na encosta do maciço rochoso;
- 2 sondagens mistas profundas, com obtenção de testemunhos, localizadas na base do maciço rochoso;
- 3 sondagens mistas e rotativas inclinadas, com obtenção de testemunhos, localizadas no topo do maciço rochoso;
- 4 ensaios de *cross-hole*;
- 2 televisamentos dos furos de sondagem.

De acordo com o relatório antes citado, os ensaios de perda d'água sob pressão e medidores de nível d'água programados, não foram executados porque não ocorreu perda d'água durante a perfuração. Os boletins de sondagens e o televisionamento não indicaram fraturas.

Os ensaios de laboratório englobaram:

- Rocha: caracterização com determinação das propriedades-índice, petrografia e determinação dos parâmetros de resistência e deformabilidade das rochas em testemunhos obtidos nas sondagens mecânicas;
- Solo: Os ensaios em solo programados (caracterização e determinação dos parâmetros de resistência) não foram executados devido à impossibilidade de retirar as amostras indeformadas dos poços de inspeção localizados no topo do paredão rochoso, face à alta resistência do terreno.

As investigações geofísicas compreendem a realização de 10 linhas de imageamento geoeletrico e de 5 sondagens elétricas verticais na área prevista para a implantação da UAS.

O mapeamento geológico-geotécnico de detalhe do paredão rochoso foi realizado em janeiro de 2013 e compreendeu a identificação megascópica dos litotipos existentes e o levantamento de estruturas geológicas por meio de bússola de geólogo, através da observação visual das seções verticais com 5 m de largura espaçadas a cada 5 m.

As sondagens realizadas em 2012 tiveram como objetivo principal identificar o contorno do topo rochoso.

A área de implantação da UAS consiste em um platô na elevação média +7,0 m CNG. Na área próxima ao talude rochoso e na região central do platô as sondagens indicaram a presença de rocha sã na elevação média +4,3 CNG, já as sondagens localizadas na região periférica indicaram um mergulho do maciço rochoso e a elevação média -2,0 CNG da rocha sã.

Os resultados das sondagens confirmaram o mergulho do maciço rochoso em direção ao mar e da profundidade do horizonte rochoso, além de corroborar a possibilidade de implantação da UAS em rocha sã.

Em relação à geologia, o mapeamento geológico-geotécnico indicou que a litologia predominante do talude rochoso é um gnaisse facoidal com textura porfiroblástica e granulometria entre fina e grossa, além de apresentar a existência de um corpo de granito fino discordante na parte central do talude. A continuidade do corpo granítico é interrompida por uma falha normal com um deslocamento relativo de blocos de 11 m.

Esta falha gerou uma faixa de alteração ao longo do seu plano, onde ocorrem as principais concentrações de água que drenam do maciço. A presença da alteração e percolação se deve ao fato de a falha ter sua localização subsuperficial, com pequena cobertura de rocha, faixa mais alterada do maciço. À medida que se aprofunda no terreno, o corte exposto indica, na região da falha, estreitamento do dique granítico e rocha sã pouco fraturada na parte inferior do talude. Trata-se de uma falha inativa, consolidada, de pequena expressão, marcada pela penetração do dique granítico dispensando-se qualquer tratamento especial devido a sua presença.

O mapeamento delimitou o talude rochoso em quatro setores distintos, classificados através dos índices geomecânicos do método de Bieniawski (1989), a seguir descritos.

Setor 1 → Classe I – rocha sã com boas características geomecânicas e poucas fraturas e lascas dispersas;

Setor 2 → Classe II – rocha sã, porém com maior número de fraturas;

Setor 3 → Classe II/III – dique de granito e rocha alterada na falha, com elevada presença de água;

Setor 4 → Classe IV – interface rocha muito alterada/solo localizada na camada mais superior do talude.

Em relação ao bloco solto, o mapeamento recomendou sua fixação ou remoção.

A Figura 5-18 apresenta o Mapa de Classificação do Maciço e na Figura 5-19 é apresentado o Mapa Geológico-Geotécnico de Detalhe.

Ainda como parte dos estudos mais recentes para a implantação da UAS e com o propósito de confirmar “*in situ*” as informações dos estudos anteriores, a Eletronuclear executou, em março de 2016, investigação geotécnica de campo através da execução de 7 trincheiras na área de instalação desta Unidade. A locação das trincheiras se encontra indicada na Figura 5-20.

A execução das trincheiras foi realizada com o emprego de retroescavadeira e os resultados indicaram mergulho da rocha no sentido da encosta para o mar. Não houve ensaios de campo ou de laboratório, sendo a classificação feita através de critério tátil-visual. A avaliação das trincheiras realizadas concluiu que na lateral da UAS voltada para Angra 3, o topo rochoso possui de 0,30 a 1,90 m, indicando um mergulho significativo do maciço em direção ao mar. Já as trincheiras localizadas na direção de Angra 2, a escavação não atingiu o topo rochoso e os valores máximos alcançados pela retroescavadeira variaram entre 2,40 e 3,30 m em relação à superfície do terreno. Estes resultados indicam um mergulho do maciço rochoso na direção do mar e de Angra 2, corroborando os resultados das investigações realizadas anteriormente.

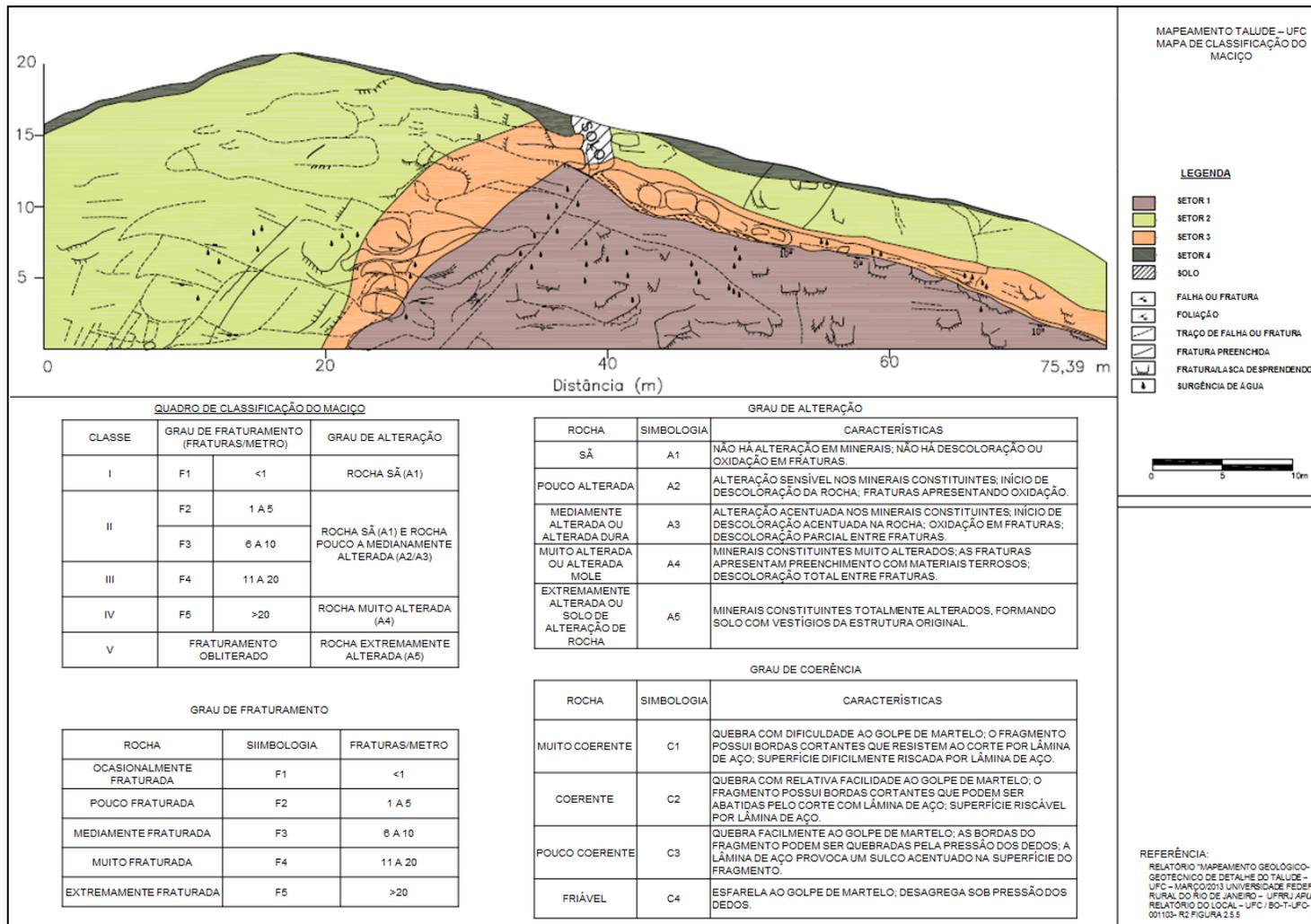
De forma a reunir tanto as informações relativas às trincheiras quanto as relativas às investigações da Unidade UFC, preteritamente realizadas, elaboraram-se a Figura 5-21 e Figura 5-22. A primeira explicita o tipo e a posição das investigações já efetuadas e a segunda indica seções geotécnicas através das quais pode-se extrapolar perfis geotécnicos do subsolo do local no entorno da UAS. Esses perfis idealizados estão mostrados da Figura 5-23 à Figura 5-25.

É importante destacar que toda informação elencada acima compreende, também, a caracterização de um talude o qual não estará presente quando da

implantação da UAS, pois o mesmo tem seu desmonte vinculado a outro empreendimento da Eletronuclear - Angra 2 – com processo administrativo frente ao IBAMA sob o número 02001.003272/2011-48, Parecer Técnico nº 4/2017-DENEF/COHID/CGTEF/DILIC (Anexo 4.4.4-1). Neste raciocínio, a área deverá estar liberada, sem necessidade de desmonte de rocha, quando da implantação do empreendimento em tela (UAS).

Nada obstante, é importante salientar que o item 3.3 do Parecer Técnico nº 4/2017-DENEF/COHID/CGTEF/DILIC (Anexo 4.4.4-1) solicita que após o corte do talude rochoso, a ser realizado no âmbito do Projeto da UTN Angra 2 (Processo IBAMA nº 02001.003272/2011-48), deverá ser executado um estudo de estabilidade do maciço rochoso sobre a qual o empreendedor pretende instalar a UAS, cujas informações deverão ser encaminhadas ao IBAMA enquanto complemento deste RAS do empreendimento (UAS), para definir a necessidade de medidas de engenharia para a proteção da UAS.

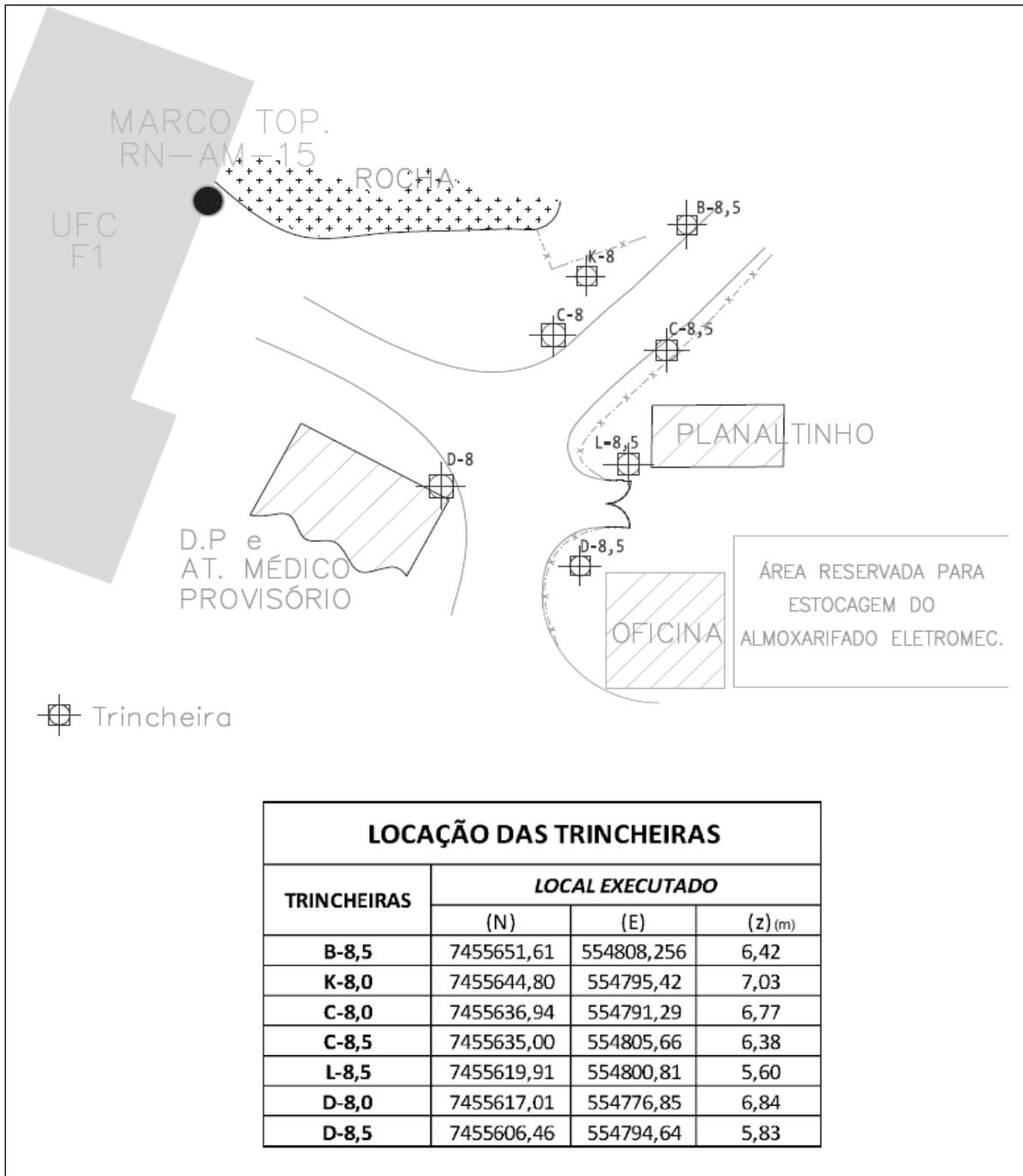
Figura 5-18 – Mapa de Classificação do Maciço junto a Unidade UAS.



Fonte: Eletrobras/Eletronuclear, 2013.

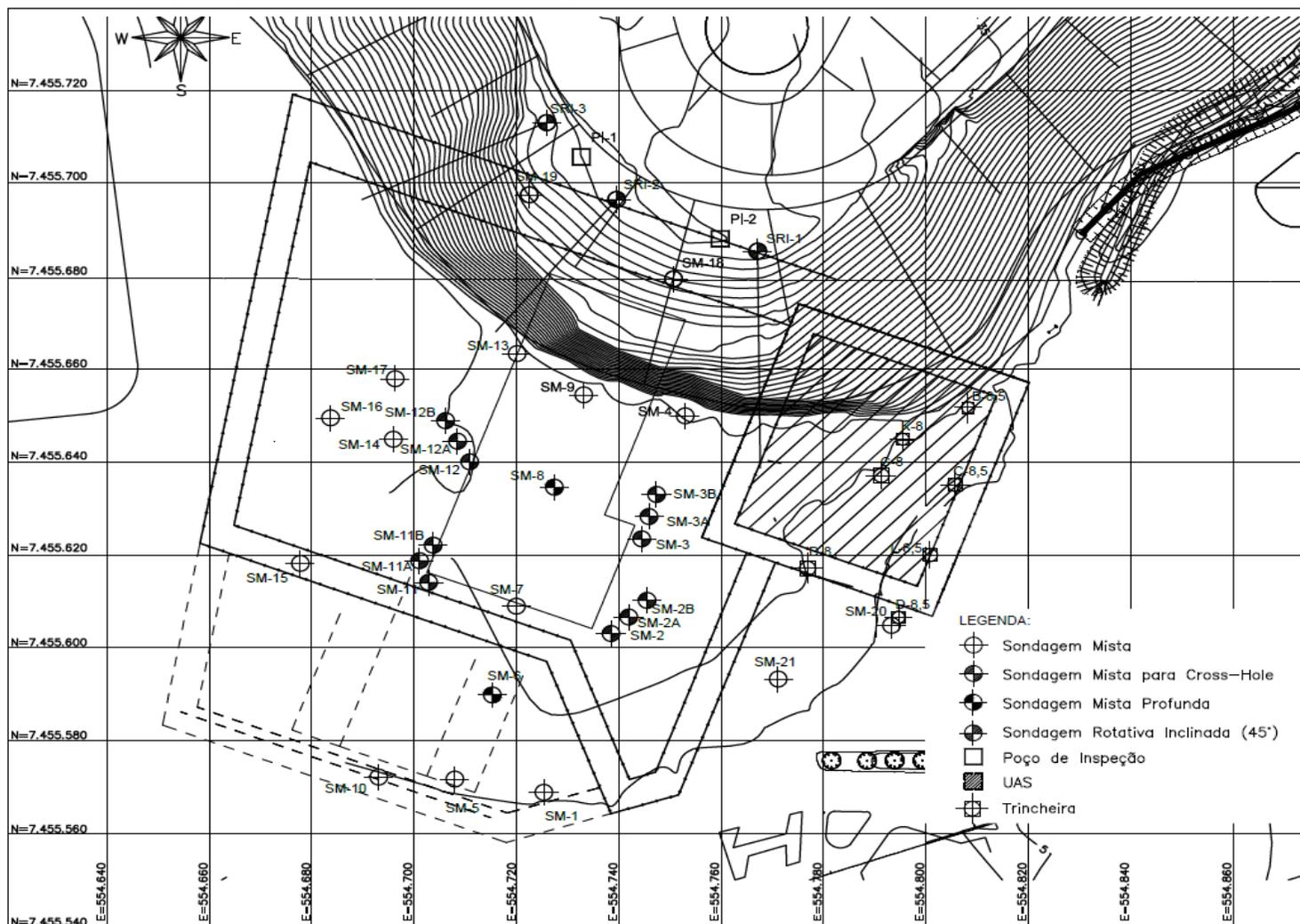


Figura 5-20 – Localização de trincheiras executadas na região da UAS.



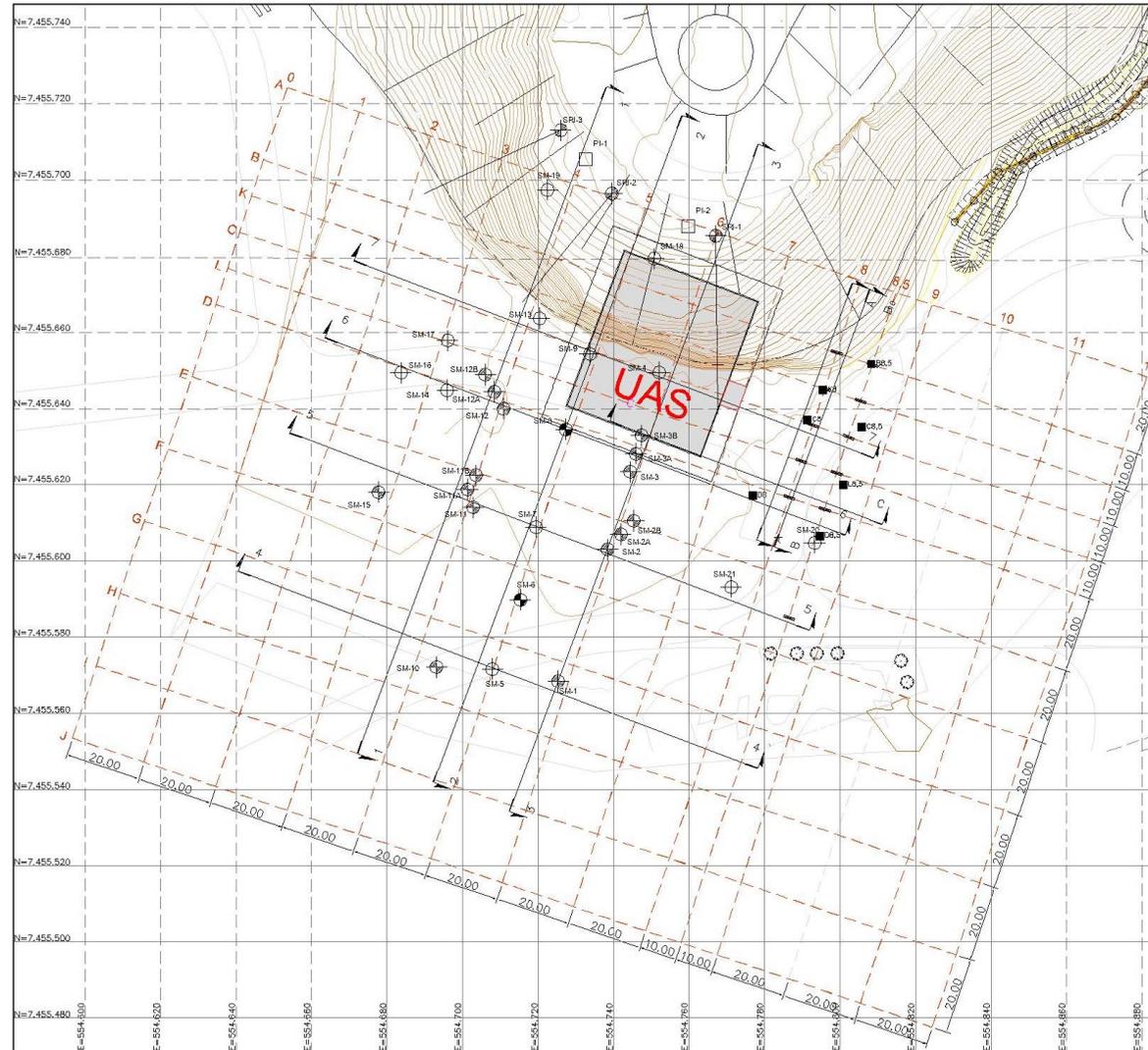
Fonte: Eletrobras/Eletronuclear, 2013.

Figura 5-21 – Locação das investigações geotécnicas realizadas na região da UAS.



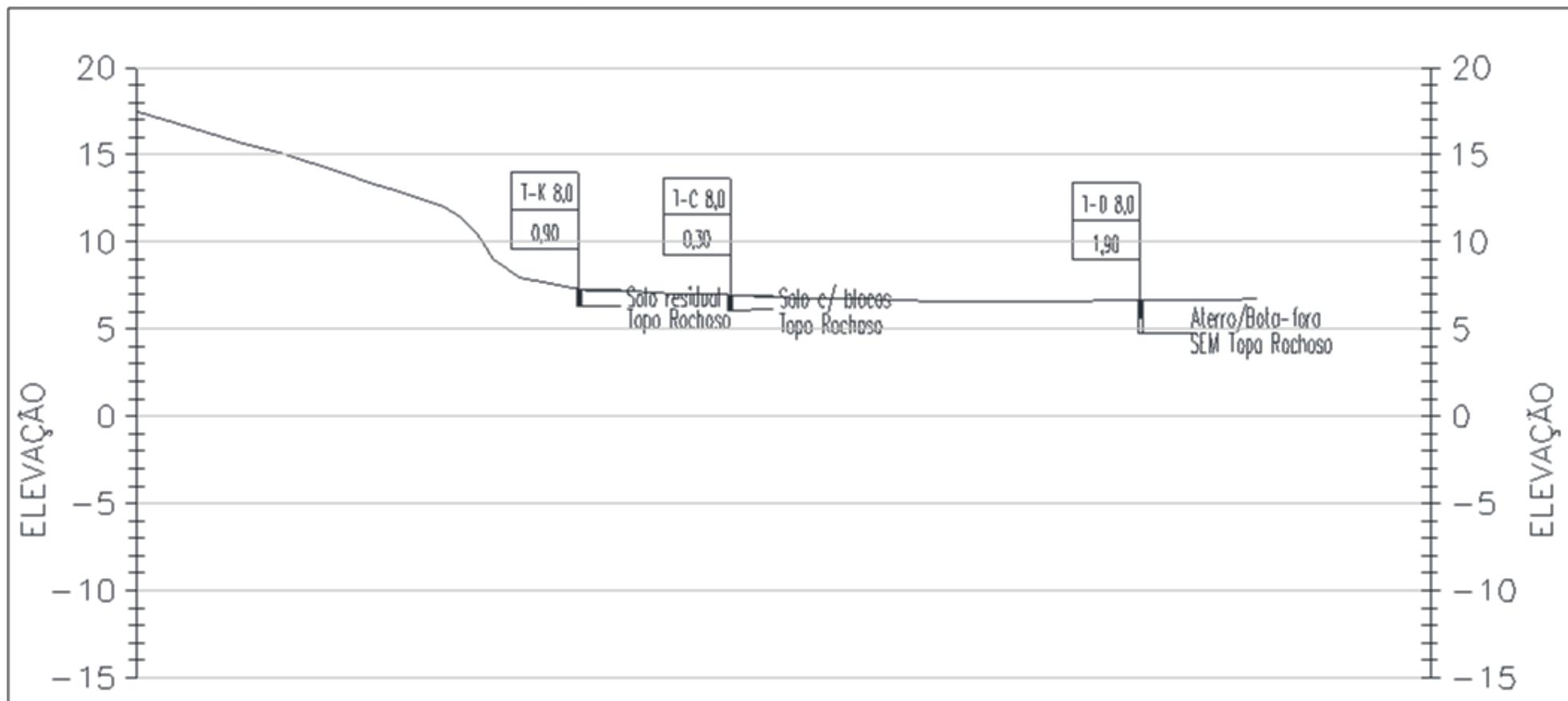
Fonte: Eletrobras/Eletronuclear, 2013.

Figura 5-22 – Indicação das seções geotécnicas para elaboração de perfis.



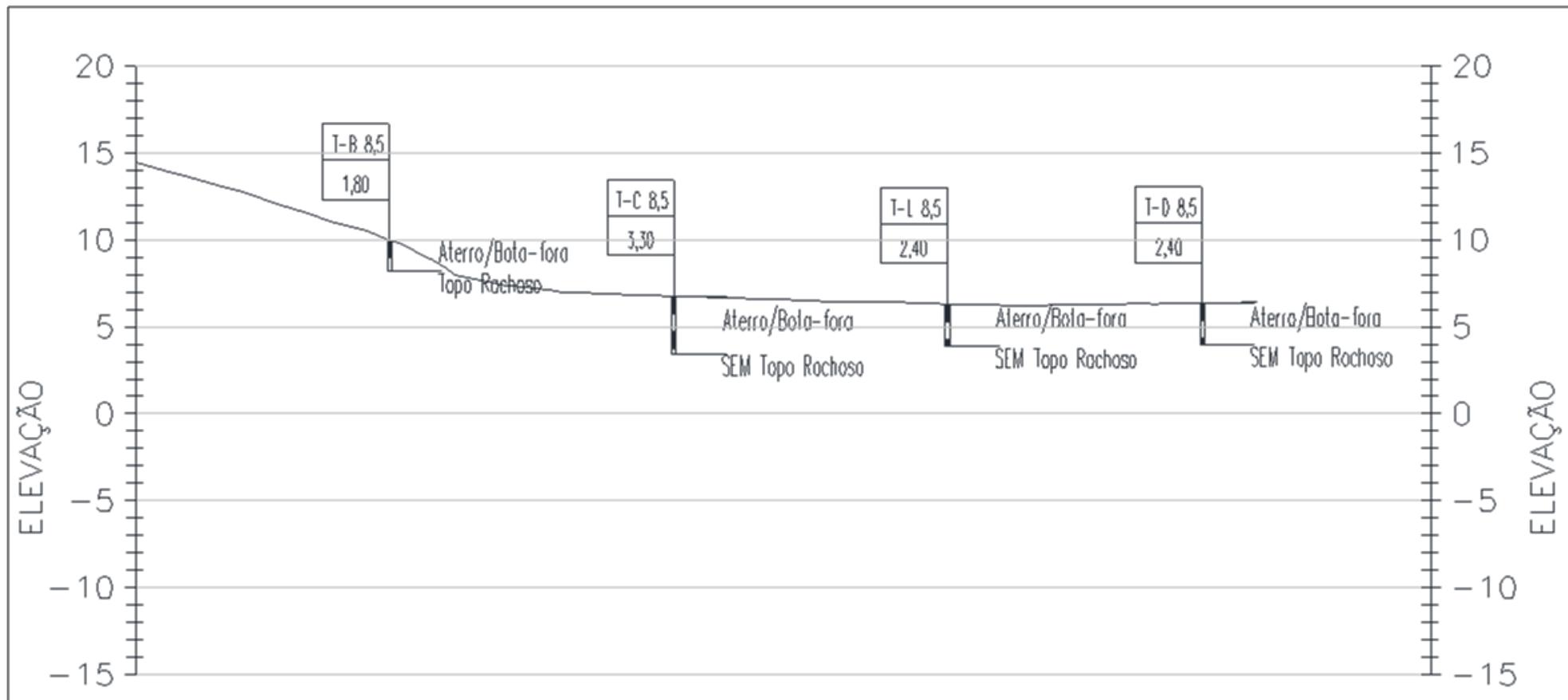
Fonte: Eletrobras/Eletronuclear, 2013.

Figura 5-23 – Perfil extrapolado para a área de implantação da UAS – Seção A-A.



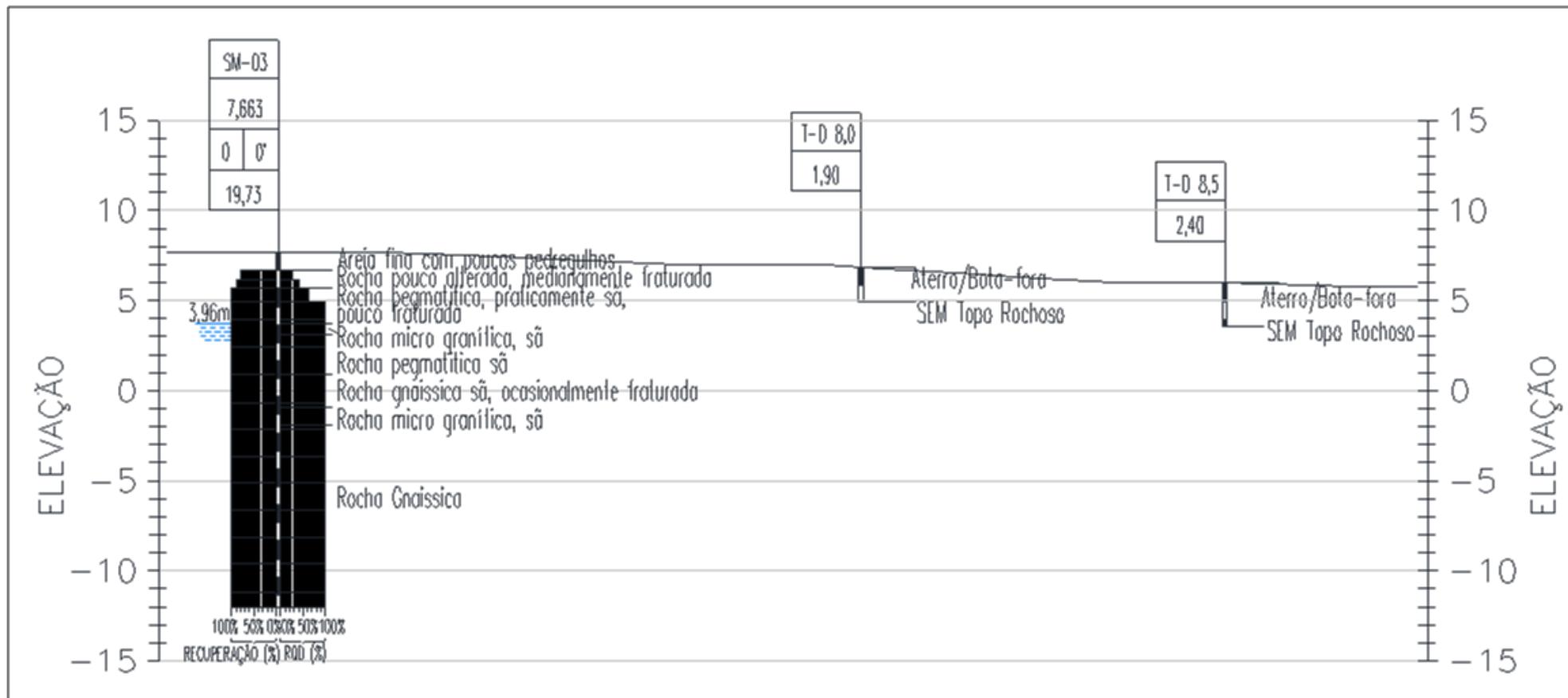
Fonte: Eletrobras/Eletronuclear, 2013.

Figura 5-24 – Perfil extrapolado para a área de implantação da UAS – Seção B-B.



Fonte: Eletrobras/Eletronuclear, 2013

Figura 5-25 – Perfil extrapolado para a área de implantação da UAS – Seção C-C.



Fonte: Eletrobras/Eletronuclear, 2013

## 5.2.5 Hidrogeologia

### 5.2.5.1 Caracterização Regional

#### 5.2.5.1.1 Caracterização Hidrogeológica

O EIA-RIMA elaborado por Eletronuclear/Natrontec (1999) para a Usina Nucleoelétrica Angra 2, com base no Mapa Hidrogeológico do Brasil elaborado pelo DNPM em 1983 em escala 1:5.000.000, apresenta dois tipos distintos de aquífero para a região: aquíferos fraturados e aquíferos intergranulares e que estão presentes na área em estudo.

De acordo com os autores do trabalho antes citado há uma predominância de aquíferos livres, localmente restritos a zonas fraturadas, ampliados em certos trechos devido à associação com rochas porosas do manto de intemperismo. As rochas possuem permeabilidade relativamente baixa, o que proporciona aquíferos de boa qualidade química, mas de pouca importância hidrogeológica. Na região de Cunhambembe, inclusa parcialmente na All da área em estudo, existe um aquífero livre contínuo, de extensão e permeabilidade variável, que corresponde a formações de sedimentos não consolidados, com possibilidade de exploração de poços rasos (profundidade inferior a 50 m) de importância hidrogeológica relativamente grande e, geralmente de boa qualidade química de suas águas. Como um todo, a produtividade deste aquífero varia de média a fraca, o que corresponde a poços com capacidade específica entre 0,13 e 1 m<sup>3</sup>/h/m e vazão entre 3,25 e 25 m<sup>3</sup>/h, para um rebaixamento do nível d'água de 25 m.

#### 5.2.5.1.2 Caracterização Hidrogeoquímica

A caracterização hidrogeoquímica realizada por Eletronuclear/MRS (2005) no EIA-RIMA para o processo de licenciamento da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – Angra 3, consistiu na análise de dados físico-químicos de 11 poços distribuídos na região.

Esses estudos, através de diagramas de Piper, apresentam a classificação das águas a partir dos elementos maiores: Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> e observaram que existem três grupos distintos de águas: o primeiro grupo é formado pelas águas com características Na-Cl (cloretadas sódicas), assemelhando-se às

características das águas de chuva (Um subgrupo de amostras, bem próximo ao primeiro grupo, mas com concentrações relativas de cálcio um pouco maiores, formando as águas  $\text{Ca}^{+2}$  -  $\text{Na}^{+}$  -  $\text{Cl}^{-}$ , provavelmente resultantes de alguma interação de troca de elementos, ou alteração da matriz sólida). O segundo grupo de amostras são amostras de poços tubulares profundos que apresentam características  $\text{Ca}^{+2}$  -  $\text{Na}^{+}$  -  $\text{HCO}_3^{-}$  -  $\text{Cl}^{-}$  (bicarbonatadas, cloretadas, cálcio-sódicas), resultantes de uma interação mais efetiva das águas com a zona não saturada e a matriz sólida. Um terceiro grupo, formado por uma única amostra, apresentou características bem diferentes das anteriores,  $\text{Ca} - \text{HCO}_3$  (bicarbonatada-cálcica), sugerindo uma evolução mais acentuada, com substituição do sódio pelo cálcio nas argilas e, provavelmente, dissolução de calcita, de modo que os íons predominantes foram o cálcio e o bicarbonato.

#### 5.2.5.2 Caracterização Local

De acordo com Eletronuclear/MRS (2005) o fluxo de água subterrânea local está de acordo com a superfície topográfica, no sentido de Itaorna. O nível freático está em torno de 2 m abaixo da superfície, com gradiente de cerca de 0,5%, seguindo com um aumento da declividade na direção do mar, até alcançar o gradiente de 1%.

Os autores antes citados dizem que dois sistemas de juntas verticais, aproximadamente perpendiculares entre si, ocorrem nas rochas do local e um sistema de juntas sub-horizontais, ou de alívio. Apesar de a maioria das juntas estar aberta nas proximidades das superfícies das rochas, estas são fechadas no interior do maciço rochoso. As falhas também ocorrem em dois sistemas verticais perpendiculares entre si, tendo os planos de falhas preenchidos com material de falha moído ou material de origem secundária, o que dificulta a percolação de água. Esta característica foi confirmada através de testes de perda de água conduzidos em perfurações na região. Em todas as perfurações o nível do lençol freático estava contido dentro ou pouco acima da superfície da rocha onde existiam juntas de alívio, locais onde as juntas são mais abertas. Em profundidades maiores, os testes registraram menores perdas de água, pois aí as juntas são mais fechadas. As fissuras superficiais do maciço rochosos possuem boa intercomunicação nesta região.

Em uma perfuração que interceptou junta de alívio situada a cerca de 7m abaixo do contato solo-rocha, verificaram-se características de artesianismo e uma vazão de 1000 l/h foi observada nos primeiros momentos do teste, decrescendo após algumas horas, até se tornar insignificante em poucos dias. Esta situação evidencia a pequena capacidade de armazenamento associada às rochas cristalinas nas quais poços com vazões próximas a 4.000l/h geralmente não existem, sendo mais comuns aqueles com descarga nula ou de produção insignificante (ELETRONUCLEAR/NATRONTEC, 1999).

O fato das fissuras ocorrerem principalmente nas partes superficiais das rochas determina um esgotamento relativamente rápido das águas armazenadas, decorrente da pequena capacidade dos reservatórios. Esse fato é exemplificado pela ocorrência de inúmeras fontes de água nas encostas durante os períodos de chuva que desaparecem nos períodos de seca, indicando péssimas condições de armazenamento (ELETROBRAS/ELETRONUCLEAR, 2013).

A caracterização hidrogeológica efetuada por Eletronuclear/MRS (2005) para analisar as trocas de águas subterrâneas e as disponibilidades hídricas na área de encosta reforçou a hipótese da existência de dois subsistemas aquíferos, um mais raso, com maior armazenamento (meio poroso), que responde diretamente às variações meteorológicas, compreendendo a fração de solo vegetal/húmico mais o solo residual subjacente, e outro mais profundo, com as fraturas interconectadas hidráulicamente interagindo a partir da interface solo residual – rocha alterada para baixo. O sistema inferior apresenta um caráter bastante errático, quanto às variações piezométricas e ao tipo de resposta aos pulsos de recarga, típico desse tipo de aquífero.

As sondagens realizadas nas areias marinhas indicaram que o nível de água situa-se a poucos metros abaixo da superfície e a obtenção de água estaria condicionada: a localização da interface água doce-salgada; ao efeito que o bombeamento contínuo causaria a esta interface; as condições de recarga do aquífero, que para o local seria prejudicada dada a pequena área da bacia de captação; e as propriedades hidráulicas do aquífero como transmissibilidade, coeficiente de armazenamento, etc. (PROMON *apud* ELETRONUCLEAR/NATRONTEC, 1999).

As informações disponíveis no *site* da CPRM/SIAGAS permitiram elencar 01 poço tubular situado na área de influência direta, cujas informações coletadas estão

apresentadas no Quadro 5-3 e a localização em relação ao empreendimento encontra-se na Figura 5-26.

Quadro 5-3 – Dados do poço existente na área de estudo (CPRM/SIAGAS, 2017).

Dados	Poço
	3100002629
<b>GERAIS</b>	
Nome:	ANG-6
Data de instalação:	
Proprietário:	GEOTECNICA S/A
Natureza do Ponto:	Poço tubular
Uso da Água:	
Cota do terreno (m):	
<b>LOCALIZAÇÃO</b>	
Localidade:	ANGRA DOS REIS
UTM (Norte/Sul):	7.454.981
UTM (Leste/Oeste):	552.624
Latitude (GGMMSS):	230045
Longitude (GGMMSS):	442911
Bacia Hidrográfica:	Atlântico Sul-Leste
Sub-bacia Hidrográfica:	Rios Macaé, São João e outros
<b>SITUAÇÃO</b>	
Data:	
Situação:	
<b>CONSTRUTIVOS</b>	
<b>Perfuração</b>	
Data:	05/01/1996
Profundidade inicial (m):	0.00
Profundidade final (m):	16.00
Perfurador:	ACQUASERV

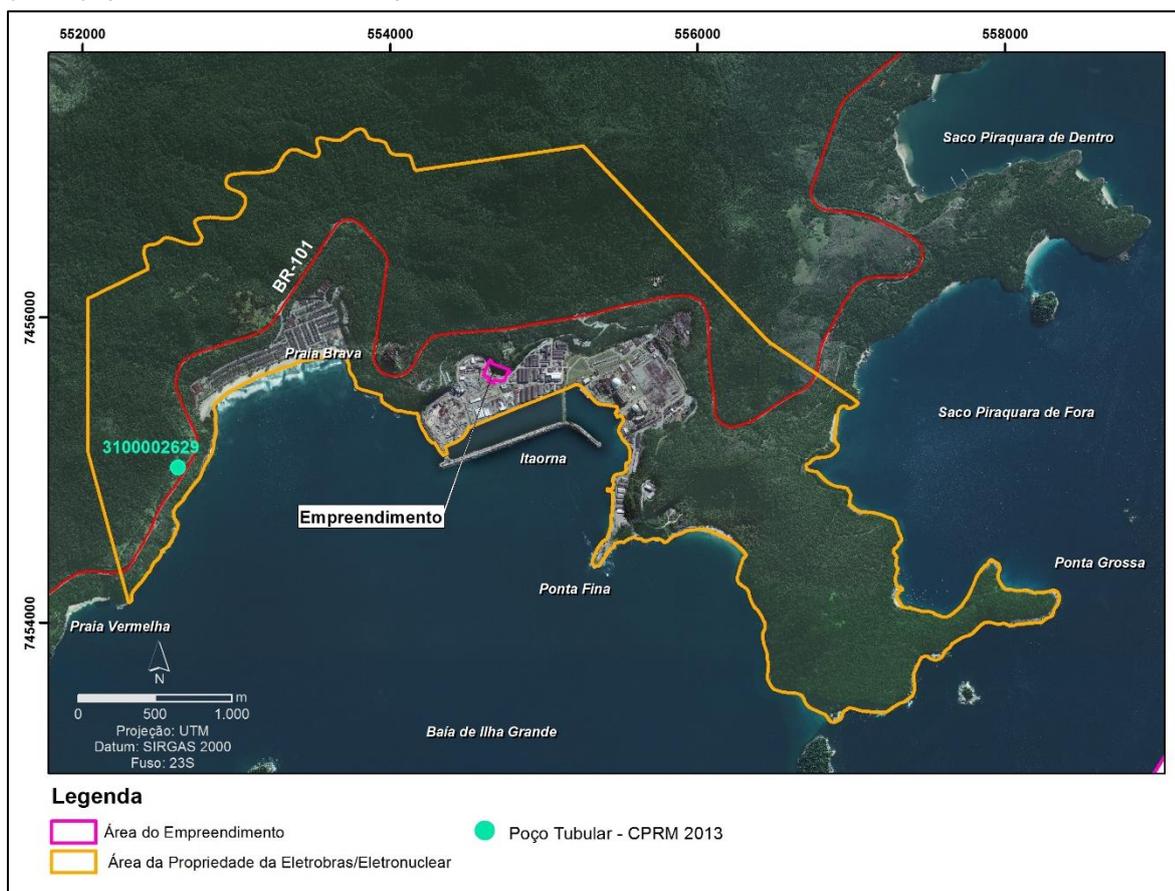
<b>Dados</b>		<b>Poço</b>		
		<b>3100002629</b>		
Método:		Roto-percussão		
<b>Diâmetro</b>				
De (m) Até (m)		0.00 – 4.50	4.50 – 8.00	8.00 – 16.00
Polegadas		13	9	8
Milímetros		330.2000	228.6000	203.2000
<b>Revestimento</b>				
De (m) Até (m)		0 - 4.00	8.00 -12.00	
Material		Plástico geomecânico	Plástico geomecânico	
Diâmetro (pol.)		6	6	
Diâmetro (mm)		152.4000	152.4000	
<b>Filtro</b>				
De (m) Até (m)		4.00 – 8.00		
Material		Plástico geomecânico		
Diâmetro (pol.)		6		
Diâmetro (mm)		152.4000		
<b>Espaço Anular</b>				
De (m) Até (m)		0.00 – 4.00		
Material		Cimentação		
<b>Boca do tubo</b>				
Diâmetro (pol.)		6		
Diâmetro (mm)		152.4000		
<b>GEOLÓGICOS</b>				
<b>Dados Litológicos</b>				
De (m)	Até (m)	Litologia	Descrição Litológica	
0	4	Cascalho	Cascalho grosso c/ seixos de comp. Variada subangulosos na matriz arenosa	
4	7	Solo	Solo de alteração (regolito) c/ frag. líticos completamente alterados	

Dados		Poço	
		3100002629	
7	8	Rocha cristalina não identificada	Rocha muito alt. Inconsistente, text. Microfanerítica e interc. veio qtz.- felds.
8	10	Rocha cristalina não identificada	Rocha pouco alt. levemente inconsistente, c/ qtz. felds. biot. Máficos com aces.
10	16	Rocha cristalina não identificada	Rocha muito alterada, inconsistente, textura microfanerítica, veio qtz. – felds.
<b>HIDROGEOLÓGICOS</b>			
Aquífero:		Fissural	
Topo(m):		0.00	
Base(m):		8.00	
Captação:		Única	
Condição:		Livre	
Penetração:		Parcial	
<b>TESTE DE BOMBEAMENTO</b>			
Data:			
Surgência:		N	
Nível Estático (m):		12.00	
Duração do Teste (h):			
Nível Dinâmico (m):		45.00	
Vazão Específica (m³/h/m):			
Transmissividade (m²/s):			
Vazão após a estabilização (m³/h):		1.3	
Tipo de Teste:			
Unidade:			
<b>ANÁLISE QUÍMICA</b>			
Amostra:			
Data da coleta:			

Dados	Poço
	3100002629
Condutividade Elétrica (µS/cm):	
Qualidade da água (PT/CO):	
Turbidez (NTU):	
pH	

Fonte: CPRM/SIAGAS, 2017.

Figura 5-26 – Localização do poço tubular nº 3100002629, de acordo com CPRM/SIAGAS (2017), próximo à área do empreendimento, destacado na cor verde.



Fonte: Bourscheid, 2017.

### 5.2.6 Pedologia

Com base no trabalho de Eletronuclear/MRS (2005) e em Carvalho Filho *et al.* (2000) são elencados para a área de estudo as classes de solos. O Apêndice 5.2.6-1 apresenta o Mapa Pedológico da AII e AID do estudo.

Segundo Eletronuclear/MRS (2005), as classes de solo encontradas na área de estudo encontram-se diretamente associadas à geologia e à geomorfologia local. Nas encostas íngremes das porções mais elevadas da escarpa da Serra do Mar,

onde a vegetação de floresta ainda se encontra preservada, predominam solos das classes de Neossolos Litólicos e dos Cambissolos. Na base da escarpa, onde o relevo torna-se mais suave e a vegetação de floresta já foi removida (parcial ou totalmente), predominam solos das classes dos Latossolos e dos Argissolos. Nas baixadas litorâneas, formadas basicamente por sedimentos de origem fluvial e marinha, onde o relevo é praticamente plano e o lençol freático encontra-se próximo à superfície, predominam solos hidromórficos das classes Neossolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos e Gleissolos.

#### 5.2.6.1 Cambissolos

Os Cambissolos são um grupamento de solos pouco desenvolvidos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente (Bi). O horizonte Bi é um horizonte diagnóstico em sequência a horizonte superficial de qualquer natureza, inclusive o horizonte A chernozêmico, quando o B incipiente deverá apresentar argila de atividade baixa e/ou saturação por bases baixa. Apresenta pedogênese pouco avançada evidenciada pelo desenvolvimento da estrutura do solo, alteração do material de origem expressa pela quase ausência da estrutura da rocha ou da estratificação dos sedimentos (SANTOS *et al.*, 2006).

São solos de características bastante variáveis, mas em geral pouco profundos ou rasos e com teores de silte relativamente elevados. Devido a seu desenvolvimento ainda incipiente, as características desses solos são em geral bastante influenciadas pelo material de origem. São solos dominantes nas regiões serranas do estado do Rio de Janeiro desde a terminação norte da Serra do Mar ao extremo sul, na divisa com São Paulo. Em geral estão associados aos Latossolos Vermelho-Amarelos, dos quais se diferenciam basicamente pela pouca espessura do horizonte B dos Cambissolos, em relevo montanhosos e forte ondulado; ou ainda associados a Solos Litólicos e afloramentos de rocha, nas áreas de relevo mais acidentado das escarpas serranas (CARVALHO FILHO *et al.*, 2000).

Esse grupo de solos possui severas restrições quanto ao uso agrícola e os situados em terrenos escarpados possuem também severas limitações ao uso pastoril e florestal devido a sua elevada capacidade de degradação. Apresentam ainda elevada erodibilidade e forte a muito forte limitação à trafegabilidade.

Os Cambissolos Háplicos Tb distróficos mapeados na AII e AID de estudo apresentam contato lítico entre 50 cm e 100 cm da superfície do solo, de acordo com Santos *et al.* (2006).

A remoção da vegetação original nesses solos é expressiva, não apenas para uso agrícola com culturas de subsistência, mas para o próprio desenvolvimento urbano das populações ribeirinhas e caiçaras desde o início da ocupação da região. Existem poucos remanescentes de mata ciliar, que, segundo o Código Florestal, deveriam ser preservados, e os mesmos estão sob ameaça de desaparecimento pela expansão urbana e industrial.

#### 5.2.6.2 Latossolo Vermelho-Amarelo

Os Latossolos são solos minerais geralmente espessos apresentando horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais que 150cm de espessura (SANTOS *et al.*, 2006). Sua cor pode variar entre tons mais avermelhados e tons mais amarelados, a textura é diversificada e a estrutura é, em geral, muito pequena, do tipo granular. Esses solos têm pouco incremento de argila com a profundidade e apresentam transição difusa ou gradual entre os horizontes; por isso mostram um perfil homogêneo em que é difícil diferenciar os horizontes. Diante de suas propriedades físicas (profundos, bem drenados, muito porosos, friáveis, bem estruturados) e condições de relevo suave ondulado, os Latossolos possuem aptidão agrícola, desde que corrigida a fertilidade química (STRECK *et al.*, 2002).

Os Latossolos Vermelho-Amarelos são solos de cores vermelho-amareladas, que não se enquadram como Latossolos Brunos, Amarelos ou Vermelhos. Nesta classe podem estar associados Argissolos. São encontradas na All do estudo.

#### 5.2.6.3 Neossolos

Neossolos são solos pouco evoluídos constituídos por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Horizontes glei, plíntico, vértico e A chernozêmico, quando presentes, não ocorrem em condição diagnóstica para as classes Gleissolos, Plintossolos, Vertissolos e Chernossolos, respectivamente (SANTOS *et al.*, 2006). São identificados na área Neossolos Flúvicos e Neossolos Litólicos, podendo estar associados Neossolos Quartzarênicos e Gleissolos.

Os Neossolos Flúvicos são solos originados de sedimentos aluviais e que apresentam caráter flúvico. Horizonte glei, ou horizontes de coloração pálida,

variegada ou com mosqueados abundantes ou comuns de redução, se ocorrerem abaixo do horizonte A, devem estar a profundidades superiores a 150cm (SANTOS *et al.*, 2006).

Os Neossolos Flúvicos Tb distróficos mapeados na AII de estudo, são solos com argila de atividade baixa ( $T < 27 \text{ cmol}_d/\text{kg}$  de argila) e saturação por bases baixa ( $V < 50\%$ ) na maior parte dos primeiros 120cm da superfície do solo, de acordo com Santos *et al.* (*op. cit.*). Neossolos Flúvicos, formados a partir de sedimentos aluvionais, ocupam as áreas de baixadas, em associação com gleissolos, e com neossolos quartzarênicos, nas áreas deltaicas. Esses solos são jovens e apresentam seqüência de horizontes AC, onde o C é o próprio material de origem. A fertilidade natural e a textura são variáveis em função da natureza química e granulométrica dos sedimentos de origem.

Os Neossolos Litólicos são solos rasos, com horizonte A ou hístico assentes diretamente sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2mm, que apresentam um contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50 cm da superfície do solo (SANTOS *et al.*, 2006). Sua reduzida profundidade efetiva limita seu uso com agricultura devido ao pouco volume de terra disponível para o ancoramento das plantas e para a retenção de umidade. Ocorrem em relevo forte ondulado ou montanhoso sendo muito suscetíveis à erosão e apresentam limitações à trafegabilidade (OLIVEIRA, 1999). São mapeados na AII de estudo, podendo ser encontrados também na AID em estudos mais detalhados.

## **5.2.7 Sismologia**

### **5.2.7.1 Região Sudeste Brasileira**

A Região Sudeste Brasileira, onde está localizado o empreendimento, é composta pela Região Sismotectônica do Sudeste e pela Região Sismotectônica Oceânica do Sudeste, de acordo com Berrocal *et al.* (1984). Salienta o autor, entretanto, que esta é uma regionalização preliminar.

A Região Sismotectônica do Sudeste está constituída pela faixa de Dobramentos Brasileiros que ocupa a parte sul-oriental do Sudeste Brasileiro e que se estende até o litoral dos estados do Paraná e Santa Catarina. A atividade sísmica nesta região inclui os eventos que ocorrem desde o sul da Bahia (Ibicaraí) até o

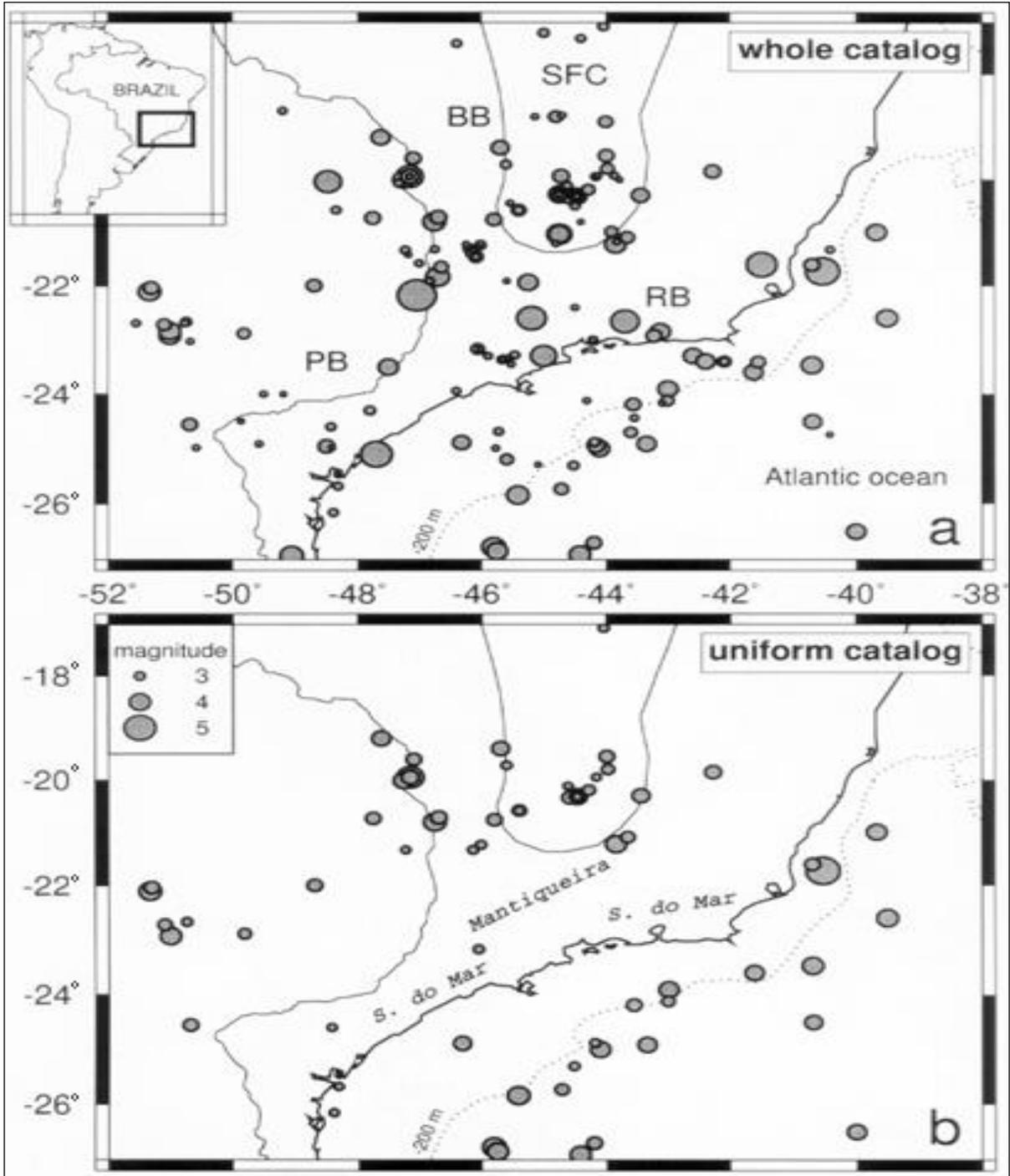
litoral sul de Santa Catarina (Tubarão), assim como eventos que ocorrem no limite da faixa de Dobramentos com a Bacia do Paraná e o Cráton do São Francisco. É a região que apresenta maior número de eventos conhecidos devido, em parte, a maior concentração populacional e ao maior número de estações sismográficas instaladas nos últimos anos (BERROCAL *et al.*, 1984).

A Região Sismotectônica Oceânica do Sudeste está compreendida pelas Bacias de Santos e Campos e a porção ocidental dos lineamentos do Atlântico Sul (Vitória-Trindade, Rio de Janeiro, Florianópolis e Porto Alegre), e localizada frente ao Sudeste Brasileiro.

Esta região caracteriza-se pela ocorrência de sismos de pequena magnitude, medidos por estações sismográficas ou oriundos de registros históricos. Os sismos de maior magnitude são raros e apenas um evento maior que 6 graus (ocorrido na Cadeia Vitória – Trindade, na Margem Continental) e outro maior que 5 (em Mogi Guaçu, SP) foram registrados. Treze registros aparecem entre 4 e 5 graus.

Apesar do baixo nível de sismicidade na plataforma sudeste, a Figura 5-27 mostra que a distribuição dos epicentros não é uniforme e podem ser identificadas grandes áreas assísmicas. Nessa figura é apresentado na parte superior (a), o catálogo (com todos os dados compilados de Berrocal *et al.* 1984, e dos Boletins Sísmicos Brasileiros publicados na Revista Brasileira de Geofísica, 1983 a 1996, vols 1 (2) a 14 (1)) (ASSUMPÇÃO *et al.*, 1997). A fim de depurar esses dados para eliminar eventos resultantes da alta densidade populacional ou de um grande número de estações sismográficas em áreas específicas, Assumpção *et al.* (1997, 2004) apresentam na parte (b) da Figura 5-27, o catálogo uniforme com epicentros selecionados de acordo com a magnitude e o ano de ocorrência conforme o Quadro 5-4. Para exemplificar a interferência na interpretação que existe em se considerar o catálogo com todos os dados, Assumpção *et al.* (1997) comentam que os eventos sísmicos anteriores a 1900 somente aparecem na região entre as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, onde a densidade era maior e a percepção dos tremores sentido pela população era registrado em livros e jornais. Também comentam que na final da década de 1970 e início da década de 1980 muitas estações sismográficas foram instaladas em áreas de reservatórios nos estados de Minas Gerais e São Paulo, possibilitando que eventos de magnitude tão pequena quanto 2 fossem localizados ao sul de Minas ou no nordeste de São Paulo. Todavia, pequenos eventos sísmicos ocorridos na plataforma continental, longe de estações sismográficas, permaneceram totalmente não detectados.

Figura 5-27 – Sismicidade do Sudeste Brasileiro, segundo Assumpção et al. (1997). Em (a) catálogo com todos os dados compilados. Em (b) catálogo uniforme com epicentros selecionados de acordo com a magnitude e ano de ocorrência conforme o Quadro 5-4. Obs.: BP - Bacia do Paraná; SFC - Cráton do São Francisco (SFC); BB - Faixa de dobramentos Brasília e RB - Faixa Costeira de dobramentos Ribeira (RB). A linha pontilhada indica a batimetria de 200m.



Fonte: Assumpção et al., 1997.

Quadro 5-4 – Critérios para os limites de seleção de sismos para o catálogo uniforme.

Ano	Magnitude	Observação
1940	6.0	Rede sismográfica mundial
1962	5.0	Início da rede do World Wide Seismographic System pelo U.S. Geological Survey
1968	4.5	Início do <i>South American Array System</i> em Brasília
1980	3.2	Instalação de várias estações de monitoramento de barragem na região Sudeste do Brasil
1990	2.8	Aumento de estações regionais na região Sudeste do Brasil

Fonte: Assumpção *et al.*, 1997.

Com base nesses dados, Assumpção *et al.* (1997) delimitaram duas áreas sísmicas principais na região sudeste: a plataforma continental e a parte sul da Faixa Brasília e Cráton do São Francisco. A área montanhosa das Serras do Mar e da Mantiqueira (na Faixa Ribeira) e a Bacia do Paraná são muito menos ativas sísmicamente, segundo os autores.

Mesmo com menor atividade sísmica, segundo Assumpção *et al.* (1997), a área em estudo enquadra-se na Região Sismo-Tectônica 1 (região do nordeste de São Paulo/ sudoeste do Rio de Janeiro) de acordo com mapeamento constante em Mito (1984). Esta Região Sismo-Tectônica está localizada na isossista V.

No grau de intensidade V o tremor é sentido por pessoas fora de casa. Objetos suspensos oscilam muito, pessoas acordam e líquidos em recipientes sofrem perturbações, alguns chegando a derramar. Pequenos objetos deslocam-se, tombam e caem das prateleiras. Portas oscilam com movimentos de abrir e fechar e venezianas e quadros em paredes movem-se. Pêndulos de relógios param de oscilar, retomam o movimento e mudam de velocidade.

#### 5.2.7.2 Sismos Locais

Os principais sismos históricos ocorridos na área de influência indireta e direta, de acordo com Eletronuclear/MRS (2005) são listados a seguir:

#### 5.2.7.2.1 Sismo de 27/01/1922 (localização: 22,17° S, 47,04° W)

Este é o evento sísmico de maior magnitude registrado na área emersa do Sudeste Brasileiro: estima-se que atingiu 5,1 pontos na escala Richter. O chamado “terremoto de São Paulo de 1922” (ASSUMPÇÃO *et al. apud* ELETRONUCLEAR/MRS, 2005) teve apontado o município de Mogi Guaçu como seu epicentro, a 248 km da CNAAA.

Descrição: Um leve abalo precursor foi sentido por algumas pessoas na noite anterior em São Paulo e Mogi Guaçu (ASSUMPÇÃO *et al. apud* ELETRONUCLEAR/MRS, 2005). O evento principal teve uma intensidade de até VI MM, durou poucos segundos e foi sentido numa área de 250.000 km<sup>2</sup>.

Mioto *apud* Eletronuclear/MRS (2005) refere uma profundidade focal estimada de 20 km. Na área próxima, caracterizou-se intensidade VI MM através de relatos de rachaduras em paredes de imóveis em várias cidades vizinhas (ASSUMPÇÃO *et al. apud* ELETRONUCLEAR/MRS, 2005).

Seus efeitos foram sentidos também na cidade do Rio de Janeiro e Petrópolis.

#### 5.2.7.2.2 Sismo de 24/10/1972 (localização: 21,72°S, 40,53°W)

Este evento, referido como Sismo de Campos por Mioto *apud* Eletronuclear/MRS, 2005), ocorreu na Plataforma Continental ao largo do Estado do Rio de Janeiro, na Bacia de Campos. Sua magnitude foi estimada em 4,8 (BERROCAL *et al. apud* Eletronuclear/MRS, 2005) e afetou uma área de 210.000 km<sup>2</sup>, sendo sentido em várias regiões dos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais; o erro de localização do seu epicentro é de 30 km e sua profundidade é de 8 km.

Sua intensidade atingiu IV MM em parte do estado do Rio de Janeiro, desde Campos até Niterói. Segundo o estudo da WGC *apud* Eletronuclear/MRS (2005), a intensidade do sismo seria de II MM na área do empreendimento; entretanto, o evento não foi efetivamente sentido em Angra dos Reis.

#### 5.2.7.2.3 Sismo de 31/07/1861 (localização: 22,6°S, 45,2°W)

Referido como Sismo de Lorena, SP (MIOTO *apud* ELETRONUCLEAR/MRS, 2005), este evento teve um evento precursor segundo Berrocal *et al. apud* Eletronuclear/MRS (2005). A área afetada é da ordem de 52.000 km<sup>2</sup>, atingindo os estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro; a magnitude é estimada em 4,4 e a intensidade máxima de V MM no epicentro, que se situa a 120 km da Praia de Itaorna, com erro de locação de 50 km.

O mapa de isossistas, derivado dos estudos de WGS *apud* Eletronuclear/MRS (2005), indica uma intensidade de IV MM na área do empreendimento.

#### 5.2.7.2.4 Sismo de 09/05/1886 (localização: 22,66° S, 43,69° W)

Referido como Sismo de São Pedro e São Paulo (RJ) por Mioto *apud* Eletronuclear/MRS (2005), este evento afetou uma área de 23.000 km<sup>2</sup>, com intensidade máxima epicentral de V MM e magnitude estimada de 4,3; o epicentro localiza-se a 83 km da Praia de Itaorna com erro de locação de 20 km.

Berrocal *et al. apud* Eletronuclear/MRS (2005) destaca que a distribuição em planta das localidades em que o evento foi sentido apresenta uma forma subelíptica, com eixo maior orientado a N60E em clara concordância com o *trend* da Serra do Mar.

#### 5.2.7.2.5 Sismo de 23/03/1967 (localização: 23,3° S, 45° W)

O Sismo de Cunha, como é referido por Mioto *apud* Eletronuclear/MRS (2005), é o evento de magnitude maior que 4 com epicentro mais próximo da Praia de Itaorna (48 km de distância, erro de locação de 20 km). A área em que ele foi sentido é de 30.000 km<sup>2</sup>, a magnitude estimada de 4,1 e intensidade máxima epicentral de VI-VII MM (BERROCAL *et al. apud* ELETRONUCLEAR/MRS, 2005).

Nos estudos da WGC *apud* Eletronuclear/MRS (2005), estima-se que, caso este sismo ocorresse no sítio onde se localizam as Centrais Nucleares, estas teriam sido submetidas a uma intensidade de VI MM, tendo em vista a pequena profundidade focal e a qualidade do maciço rochoso na área.

#### 5.2.7.2.6 Sequência de Microssismos de Monsuaba

Entre dezembro de 1988 e fevereiro de 1989, ocorreu uma série de microssismos em Monsuaba, um distrito do município de Angra dos Reis, cerca de 27 km a leste das Centrais Nucleares. Os eventos mostram uma sequência típica de pequenos choques precursoros, um choque principal com magnitude 3 e choques posteriores também de pequena magnitude (BERROCAL *et al. apud* ELETRONUCLEAR/MRS, 2005). O sismo principal foi sentido com uma intensidade de V MM junto ao epicentro, rapidamente decaindo para II MM em Angra dos Reis e outras áreas a aproximadamente 10 km de Monsuaba (BERROCAL *et al. apud* ELETRONUCLEAR/MRS, 2005).

Esta série de eventos foi muito bem instrumentada, inicialmente por sismógrafos dispostos em uma rede de 5 estações com 20 km de abertura (mas que não deu resultados significativos devido à baixa magnitude dos eventos) e, posteriormente, baixando-se a abertura da rede para 4 km. Os dados obtidos permitiram analisar a geometria e energia dos eventos, inclusive com a discriminação do mecanismo focal para o enxame de sismos (BERROCAL *et al. apud* ELETRONUCLEAR/MRS, 2005).

O plano obtido para os eventos (N 25°E, mergulhando a 35°SE) coincide com um pequeno plano de falha reversa com mergulho a 70° e pequena componente transcorrente dextral, com eixo de maior encurtamento alinhado a NW-SE (BERROCAL *et al. apud* ELETRONUCLEAR/MRS, 2005).

Berrocal *et al. apud* Eletronuclear/MRS (2005) concluem que os sismos de Monsuaba indicam a atuação de esforços compressivos NW-SE (característicos de algumas áreas do Sudeste Brasileiro) e que não representam um real risco para obras de engenharia na área, pois a atenuação é expressiva, provavelmente em virtude do seu hipocentro bastante raso (~1,5 km). Ainda, acreditam os autores, os sismos estão geneticamente relacionados à evolução morfológica da Serra do Mar na região.

#### 5.2.7.3 Risco Sísmico

Para a avaliação da mais recente análise de risco sísmico para Angra 3 (área que abrange o local de implantação do empreendimento em estudo), de acordo com Eletronuclear/MRS (2005) foi adotada uma metodologia derivada das normas

propostas pelo órgão regulador norte-americano, que estima a probabilidade no tempo e na região de ocorrência de movimentações de terreno causadas por fenômenos sísmicos.

Foi realizada uma análise probabilística de acordo com os critérios da norma americana para usinas nucleares (*United States Nuclear Regulatory Commission – U.S.NRC*). A avaliação probabilística da ameaça sísmica (PSHA) utiliza os dados de recorrência com base nos registros sísmicos da região delimitada pelas seguintes coordenadas (aqui denominada Província Sismotectônica do Sudeste - PSS): 18° a 28° S e 39° a 52° W.

Nesta avaliação foram adotados os valores de magnitude máxima possível na PSS  $m_b=6,5$  e  $7,0$  considerando, respectivamente, a atividade sísmica da porção continental e oceânica adjacente. Esses valores são condizentes com a potencialidade sísmica existente na porção continental da PSS e com a maior potencialidade sísmica existente na sua porção oceânica, representada pela magnitude do sismo de Alto Vitoria-Trindade, ocorrido em 1955 ( $m_b = 6,3$ ). Além disso, as magnitudes correspondem também às das províncias sismotectônicas semelhantes na parte Central e Leste dos Estados Unidos (CEUS).

Efetivamente, o estudo demonstra o baixo risco sísmico para o empreendimento. Sendo assim, não deve apresentar um risco maior para as instalações com especificações construtivas adequadas. Além disso, a empresa realiza o Programa de Monitoramento Sismológico Regional, que tem como objetivo monitorar atividades sismotectônicas na região das Usinas Nucleares através dos registros de movimentos de baixa intensidade, sejam eles de origem tectônica ou de desmoronamentos da plataforma continental.

Para tanto foi construída a Estação Sismográfica de Angra dos Reis – ESAR em 2002. Através da análise dos dados desta Estação são emitidos boletins sísmicos com periodicidade trimestral, a partir de agosto de 2002, com dados coletados desde o início de 2002.

Os dados armazenados registrados são enviados para um computador que fica localizado na CNAAA e, deste, para São Paulo, via Internet.

Esse Programa de Monitoramento obtém dados de sismos locais, regionais e de telessismos, determina os epicentros de pequena magnitude e permite o conhecimento da estrutura crustal sob a região de Angra.

Os registros permitirão aumentar o conhecimento sobre as falhas geológicas da região, leis de atenuação das ondas pelo solo e um maior conhecimento da

frequência de sismos regionais. Com isso permitem uma determinação de epicentros de pequena magnitude, aumentando os conhecimentos da estrutura da crosta terrestre sob a região de Angra dos Reis e avaliação da atenuação da energia sísmica na região próxima.

Alguns dos eventos de pequena magnitude registrados são devidos a explosões em pedreiras nas proximidades. Terremotos de grande magnitude, com epicentros localizados a grandes distâncias, são também registrados.

De acordo com Eletrobras/Eletronuclear (2017) entre janeiro de 2002 e dezembro de 2016 é a seguinte a distribuição dos sismos de magnitude maior ou igual a 2,0 (escala Richter), numa distância máxima de 320 km do sítio das usinas de Angra dos Reis (Figura 5-28).

Figura 5-28 – Distribuição dos sismos (magnitude ≥ 2 na escala Richter) entre janeiro de 2002 e dezembro de 2016.

Magnitude (Richter)	Distância (km)			
	d < 12	12 < d ≤ 60	60 < d ≤ 180	180 < d ≤ 320
2,0 ≤ M ≤ 2,5		12 (41)	28 (135)	73 (215)
2,5 < M ≤ 3,0		1	5	17 (18)
3,0 < M ≤ 3,5			3	5
3,5 < M ≤ 4,0		1	1	2
4,0 < M ≤ 5,2				1
M > 5,2				

Fonte: Eletronuclear, 2017.

Os registros da ESAR evidenciam uma baixa sismicidade na região, em que a maioria dos eventos tem magnitude inferior a 3, num raio de 320 km do sítio (ELETRONUCLEAR, 2017).

Um raro terremoto de magnitude 5,2 na escala Richter foi registrado na ESAR em 22/04/2008, tendo seu epicentro no Oceano Atlântico, a cerca de 315km do sítio das usinas de Angra dos Reis. Devido à grande distância seu efeito foi muito atenuado e a máxima aceleração horizontal, na rocha, registrado no sítio das usinas não ultrapassou 0,002g, bem abaixo (apenas 2%) do valor adotado no projeto (0,100 g) (ELETRONUCLEAR, 2017).

### **5.2.8 Hidrologia de Superfície**

Este item objetiva caracterizar e diagnosticar os recursos hídricos na Área de Influência em seus aspectos de qualidade, quantidade, dos seus múltiplos usos, dinâmica e as possíveis interações com o empreendimento em tela.

De acordo com a classificação da Agência Nacional de Águas (ANA), a área da CNAAA está inserida na Região Hidrográfica do Atlântico Sul - Trecho Sudeste (código 5), na Subdivisão 1: Litoral RJ (773) e Subdivisão 2: Litoral RJ 04 (7737) (Figura 5-29).

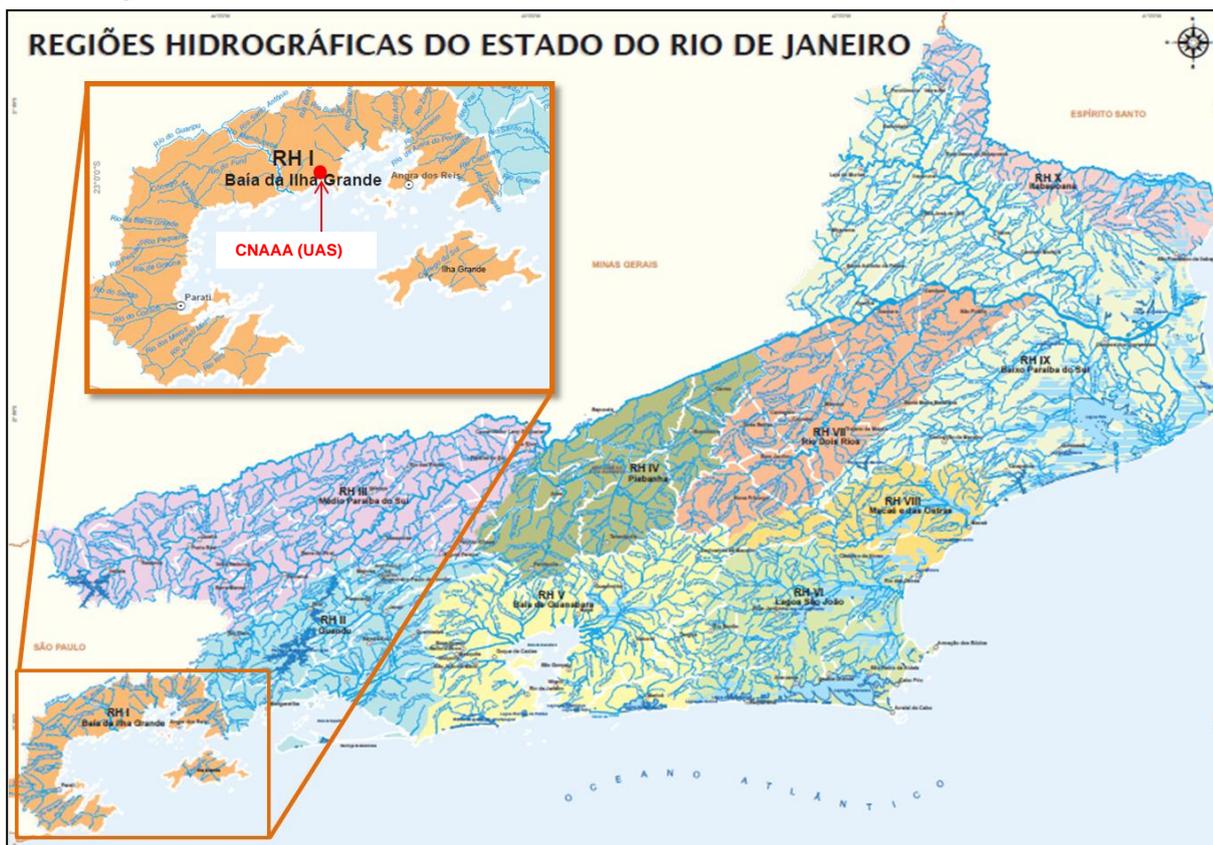
A Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste ocupa uma área de 299.972 km<sup>2</sup> e apresenta uma população residente de cerca de 28 milhões de habitantes ou 14,6% da população nacional, deste total cerca de 92% vivem em áreas urbanas, e apresenta a maior densidade demográfica do país de 93,1 hab./km<sup>2</sup>. Possui uma disponibilidade hídrica de 1.109 m<sup>3</sup>/s, sendo a vazão média de 3.162 m<sup>3</sup>/s e a vazão específica igual a 14,7 L/s/km<sup>2</sup>. Esta RH apresenta significativa importância para a economia nacional devido ao seu diversificado parque industrial, dentre as quais se destacam: Indústrias de papéis, têxteis, alimentícias, siderúrgicas, químicas e petroquímicas (ANA, 2012).

Figura 5-29 – Regiões e Unidades Hidrográficas do Brasil.



Na gestão de recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro, a Resolução/CERHI-RJ nº 18/2006, dividiu o estado em 10 Regiões Hidrográficas, sendo que a área do empreendimento está inserida na Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande (Região Hidrográfica I), na qual destacam-se as seguintes bacias hidrográficas: Bacias Contribuintes à Baía de Paraty, Bacia do Mambucaba, Bacias Contribuintes à Enseada de Bracuí, Bacia do Bracuí, Bacias Contribuintes à Baía da Ribeira, Bacias da Ilha Grande (Figura 5-30).

Figura 5-30 – Regiões Hidrográficas do estado do Rio de Janeiro. Em destaque a RH I e localização do empreendimento.



Fonte: modificado de Instituto Estadual do Ambiente, 2017.

### 5.2.8.1 Caracterização dos Recursos Hídricos dos Municípios de Angra dos Reis e Paraty

Os municípios de Angra dos Reis e Paraty apresentam características hidrodinâmicas semelhantes: suas redes hidrográficas são formadas por inúmeras microbacias que têm suas nascentes na Serra do Mar e contribuem para a baía da Ilha Grande, com pequenas áreas de contribuição e grandes declividades. Os rios principais destas bacias deságuam diretamente no mar e apresentam vazões relativamente pequenas. O verão representa o período de maiores vazões, enquanto o inverno apresenta as menores, caracterizando estes cursos de água como rios de regime tropical Austral.

As bacias hidrográficas litorâneas compreendidas na área analisada são constituídas por sistemas hidrográficos que dissecam os compartimentos de degraus escarpados e reafeiçoados da Serra do Mar, apresentando dimensões bastante reduzidas (até 10 km<sup>2</sup>). As bacias dos rios Mambucaba e Bracuí correspondem a sistemas hidrográficos associados às zonas de maior recuo da escarpa da Serra do

Mar, responsável pelo rompimento dos divisores de águas naturais na escarpa serrana, capturando a rede de drenagem dos compartimentos menos dissecados do Planalto da Bocaina. Destacam-se pelas dimensões acentuadamente maiores que as bacias restritas ao domínio de escarpa, e apresentam grandes planícies fluviais no seu baixo curso, construídas pela sedimentação proveniente do trabalho erosivo na escarpa (ELETRONUCLEAR/MRS, 2005).

Dentro do grupo de sistemas hidrográficos restritos à escarpa serrana, as bacias dos rios São Gonçalo, do Frade, Grataú, Florestão e Areia do Pontal configuram um conjunto com dimensões intermediárias (áreas entre 10 e 25 km<sup>2</sup>). As três primeiras caracterizam-se pela presença de planícies de pequena extensão no baixo curso, enquanto a bacia do rio Areia do Pontal é caracterizada por planícies estreitas e segmentadas. Nas demais bacias, com áreas predominantemente inferiores a 5 km<sup>2</sup>, não ocorre o desenvolvimento de planícies fluviais.

As principais formas de uso dos recursos hídricos correspondem ao abastecimento urbano (cidades, vilas e povoados), o abastecimento rural (agriculturas e pisciculturas), o consumo industrial e a dessedentação de animais, na categoria de usos consuntivos. No que diz respeito aos usos não consuntivos, os principais usos são a recreação, o lazer e o turismo, a assimilação de esgotos e efluentes, a manutenção da biodiversidade fluvial e as atividades de mineração (ELETRONUCLEAR/MRS, 2005).

Nas bacias litorâneas situadas na área de influência do empreendimento, não há informações sistematizadas quanto aos principais usuários dos recursos hídricos. As companhias de águas e saneamento e os principais empreendimentos marítimos e industriais – o Tebig/Petrobras, o estaleiro Brasfels e o Porto de Angra dos Reis, seguidos das Usinas Nucleares Angra 1 e 2, figuram como os usuários mais importantes. Apesar da pulverização dos sistemas de captação de águas na parte continental e nas ilhas voltados ao abastecimento de povoados, empreendimentos hoteleiros, marinas, clubes náuticos e condomínios, além dos núcleos urbanos, estes devem ser considerados em seu conjunto como um importante grupo de usuários (ELETRONUCLEAR/MRS, 2005).

#### *5.2.8.2 Recursos Hídricos da Área de Influência Direta e Indireta da UAS*

De acordo com Eletronuclear/MRS (2005), não existem grandes rios nas áreas de influência direta e indireta. As águas superficiais provenientes dos rios da

região não fazem deságue próximo ao local da planta. O único curso d'água considerável na região é o rio Mambucaba, situado a 8 km a oeste da Usina (vide Apêndice 5.2.8-1 – Mapa de Hidrografia), portanto sem qualquer influência com a área da CNAAA.

A seguir, são apresentados os sistemas e estruturas de captação de água doce para a os empreendimentos localizados na CNAAA e nas suas áreas de influência, segundo o Relatório do Local (BP – U – 1500 – 160035).

– Captação do rio do Frade e córrego Sacher

Esse sistema compreende as estruturas de captação de água nos rio do Frade (ETN 1) e córrego Sacher (ETN 2), adutora, estação prévia de tratamento de água e rede de distribuição para a CNAAA. As áreas contribuintes para os locais de captação correspondem respectivamente, a 5,25 e 6,26 km<sup>2</sup> sendo, portanto, bem inferiores à área total desta bacia, em torno de 17,2 km<sup>2</sup> (ELETRONUCLEAR/MRS, 2005). O empreendedor possui Outorga Portaria Serla nº 552, de 17 de janeiro de 2007, para uma captação de 100L/s (0,1m<sup>3</sup>/s).

A Estação de Bombeamento foi projetada para atender as 3 Unidades com utilização de 4 (3+1 de reserva) conjuntos motobomba com capacidade de bombeamento de 33,33 L/s por conjunto. Atualmente, para atender as Unidades 1 e 2, somente 2 conjuntos motobomba entram em operação. Importante destacar que o sistema de abastecimento de água instalado e outorgado é suficiente para atender a demanda da UAS, por isso, não se prevê aumento da vazão outorgada neste manancial em virtude da instalação e operação da Unidade.

O aspecto mais importante a ser avaliado no tocante à disponibilidade hídrica da Bacia do Frade consiste na relação entre as captações existentes e as vazões mínimas, obtidas através de métodos indiretos. Considerando o volume consumido na planta da usina, proveniente da Estação de Pré-Tratamento de Águas (EPTA) da Bacia do Rio do Frade (que reúne os volumes captados na ETN1 e ETN2), como 2.040 m<sup>3</sup>/dia, ou seja, 0,024 m<sup>3</sup>/s, o volume total derivado das duas captações seria inferior a 50% da Q95 de cada captação (Tabela 5-1), o que traduziria uma situação atual razoavelmente confortável frente ao consumo existente (ELETRONUCLEAR/MRS, 2005).

Tabela 5-1 – Vazões das captações que abastecem a CNAAA: ETN 1 (rio do Frade) e ETN 2 (córrego Sacher).

Bacias	Área* (km <sup>2</sup> )	Vazão (m <sup>3</sup> /s)					
		Vazão Média (Q <sub>mt</sub> )**	Vazão Máxima (Q <sub>max</sub> )**	Vazão Mínima (Q <sub>95</sub> )**	50% da Q <sub>95</sub> **	80% da Q <sub>95</sub> **	Q <sub>7,10</sub> ***
Frade	5,25	0,192	0,244	0,0777	0,0388	0,0621	0,055
Sacher	6,26	0,229	0,292	0,0927	0,0463	0,0741	0,061

\* Área contribuinte para o local de captação de água.

\*\* Fonte: MRS/ELETRONUCLEAR, 2005.

\*\*\* Fonte: UERJ, 2017

– Captação da Trilha Porã

A Captação 7 está atualmente em utilização para a construção de Angra 3. Possui outorga do direito de uso de recurso hídrico nº IN 029875.

– Captação para Vila Residencial de Praia Brava

A água que abastece a Vila Residencial de Praia Brava é proveniente de um manancial formado pelos córregos denominados 1 e 2, localizados próximos à Vila. Estão cadastrados no CNARH, com o nº 102.260. A solicitação de Outorga foi protocolada no órgão ambiental competente sob o Protocolo INEA nº E-07/509.788/2012, de 31 de agosto de 2012.

– Captação da Piraquara

Essa captação possui a Certidão Ambiental de Uso Insignificante CA nº IN023840, emitida pelo órgão ambiental competente.

– Captação do Horto de Itaorna

Essa captação possui a Certidão Ambiental de Uso Insignificante CA nº IN026222, emitida pelo órgão ambiental competente.

Na área da CNAAA inserem-se duas microbacias: a maior, que drena para Itaorna (379 ha) e menor (118 ha), que drena para a Praia da Ponta Grossa. Na bacia que drena para Itaorna existem dois córregos, sendo um mais ao Norte e outro mais ao Sul de Itaorna. A vazão destes córregos é normalmente bem pequena, aumentando consideravelmente durante as chuvas (Tabela 5-2).

Tabela 5-2 – Vazão dos córregos da CNAAA

Vazão	Córrego ao Norte	Córrego ao Sul
Média (m <sup>3</sup> /s)	0,00512	0,01681
Máxima (m <sup>3</sup> /s)	0,04370	0,17380
Mínima (m <sup>3</sup> /s)	0,00014	0,00087

Fonte: Eletronuclear/Natrontec, 1999

Atualmente as áreas de Itaorna, Saco Fundo e Ponta Grande, são drenadas por dois sistemas de drenagem pluvial. A localização dos mesmos pode ser visualizada no Mapa de Hidrografia (Apêndice 5.2.8-1). O primeiro sistema, que já se encontra construído, é denominado Canal 5, e está locado a sudeste das Usinas Nucleares Angra 1 e 2, que faz a drenagem das áreas de Itaorna, pátios das Usinas Nucleares Angra 1 e 2, e as bacias de contribuição das encostas situadas nos quadrantes norte/este e este/sul de Itaorna. O segundo sistema, denominado UGZ, drena as águas pluviais das demais áreas de Itaorna, Saco Fundo e Ponta Grande, bem como suas bacias de contribuição das encostas adjacentes a essas áreas, incluído o futuro pátio da Usina Angra 3 e área da UAS.

Os canais de drenagem de águas pluviais situados no entorno da área onde está prevista a construção da UAS estão dimensionados para chuvas com intensidades definidas para o tempo de recorrência de 10.000 anos, sem considerar bordas livres.

### 5.2.8.3 Qualidade das Águas

A Eletronuclear, através da Divisão de Análises Radiológicas e Ambientais (DARA.T), possui programa de monitoração de qualidade das águas potáveis, servidas e industriais, das áreas de sua propriedade ou daquelas que possam ser afetadas pela operação da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA). O programa estabelece os pontos de monitoração, a frequência da coleta, as análises que deverão ser realizadas com seus respectivos limites, definidos pelas normas específicas e vigentes, e as ações a serem tomadas em caso de ocorrência de resultados que não atendem às mesmas. Os relatórios com os resultados observados neste programa são remetidos periodicamente ao IBAMA e ao INEA.

As águas oriundas dos mananciais utilizados pela Eletrobras Eletronuclear recebem tratamento (filtração e cloração) antes de chegar ao consumo. Estas águas são analisadas periodicamente desde 1994. Para as análises são sempre coletadas

uma amostra da água bruta e outra da água após o tratamento (filtração e cloração). Os seguintes parâmetros são analisados: pH a 25°C, cor aparente, cor, turbidez, dureza total, nitrato, nitrito, cloreto, sulfato, sólido total dissolvido, ferro, alumínio, arsênio, cromo total, chumbo, manganês, selênio, mercúrio, bário, cádmio, antimônio, zinco, cobre e análises bacteriológicas como coliformes totais, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas de forma a estabelecer o padrão de potabilidade, conforme Portaria nº 05/2017 do Ministério da Saúde.

Em atendimento à condicionante 2.1.6.1 da Licença de Instalação nº 591/2009<sup>1</sup> (2ª retificação) da Usina Nuclear Angra 3, que determinou a classificação do Córrego Sacher, Rio do Frade, Córrego 1 e 2 da Vila Residencial da Praia Brava e Córrego do Alemão da Vila Residencial de Mambucaba, a Eletronuclear, no ano de 2016, promoveu ainda, um estudo técnico de análise das águas (DILA.G 01/2016). Os resultados obtidos para os parâmetros monitorados são correspondentes a Classe 1. A informação foi remetida ao IBAMA através da carta SM.G - 537/2016.

## 5.3 Meio Biótico

### 5.3.1 Metodologia

O estudo do meio biótico foi realizado através da compilação de dados bibliográficos, priorizando-se elencar as espécies cuja ocorrência seja provável nas Áreas de Influência Direta e Indireta. Neste contexto, foram encontrados cinco estudos realizados anteriormente nas áreas de influência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto - CNAAA, e, portanto, utilizados no presente relatório:

- ELETRONUCLEAR/MRS. Plano de Controle Ambiental para as Unidades 1 e 2-A do Centro de Gerenciamento de Rejeitos. 2009;
- ELETRONUCLEAR/MRS. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA)** do Depósito 2-B e do Prédio de Monitoração do Centro de Gerenciamento de Rejeitos da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA, 2006;

---

<sup>1</sup> Licença de Instalação nº 591/2009, 2ª retificação, registro no IBAMA nº 02022.002206/99-28.

- ELETRONUCLEAR/MRS. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA)** da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (EIA – Angra 3), 2005;
- ELETRONUCLEAR/MRS. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA)** da Unidade 3 do Depósito Intermediário de Rejeitos Radioativos – DIRR da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA, 2003;
- ELETRONUCLEAR/NATRONTEC. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA)** da Unidade 2 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (EIA – Angra 2), 1998.

Cabe destacar que o registro das diversas espécies de fauna obtido através da compilação dos estudos citados, e apresentados no diagnóstico a seguir, ultrapassam o limite da AID, tendo em vista a dinâmica de movimentação dos animais na região em estudo e pelo fato dos dados secundários estarem baseados principalmente no EIA de Angra 3, cuja All para o meio biótico era de um raio de 15 km e não de 5 km como o definido para o RAS da UAS.

### **5.3.2 Vegetação**

#### *5.3.2.1 Identificação e Características da Vegetação*

Para este estudo, a identificação e caracterização da vegetação na área de influência (All e AID) da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irradiado (UAS) foram realizadas a partir de dados secundários atualizados, disponíveis para consulta em fontes públicas, bem como em Estudos de Impacto Ambiental e Programas Ambientais executados na área da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA).

#### *5.3.2.2 Mapeamento das Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal*

Para a Área de Influência Direta do empreendimento foi realizado mapeamento da vegetação e uso do solo, inclusive nas áreas de preservação permanente segundo a Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012), a partir da interpretação e classificação de imagens de satélite *GeoEye-1* com resolução espacial de 0,50 m

de pixel, equalizadas, ortorretificadas e mosaicadas em 8 bits, referenciadas pelo sistema de coordenadas UTM e ao sistema geodésico SIRGAS-2000 no fuso 23S, coletadas em fevereiro de 2011. As classes mapeadas foram:

- Áreas Urbanizadas ou com Atividades Antrópicas: áreas ocupadas por sedes dos municípios, sede de fazendas e outros tipos de ocupação do solo com predominância de construções, assim como áreas industrializadas e solo exposto;
- Vegetação Nativa: correspondem às áreas ocupadas por Floresta Ombrófila Densa em diferentes estágios sucessionais.

### 5.3.2.3 Caracterização da Vegetação na Região de Angra dos Reis

O domínio fitogeográfico da Mata Atlântica possuía uma extensão territorial total de 1.315.460 km<sup>2</sup>, estendendo-se por toda costa brasileira e contemplando 17 estados, correspondente a 15% do território nacional. Porém, devido ao processo histórico de ocupação desde o início da colonização, seu domínio territorial foi reduzido a 15,3% da área original (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2017).

Esta formação é considerada uma das 34 áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade mundial (MITTERMEIER *et al.*, 2005), por abrigar uma alta taxa de diversidade: cerca de 20.000 espécies vegetais, sendo 8.000 endêmicas deste bioma, o que representa cerca de 5% da diversidade vegetal do mundo (MYERS, 2000).

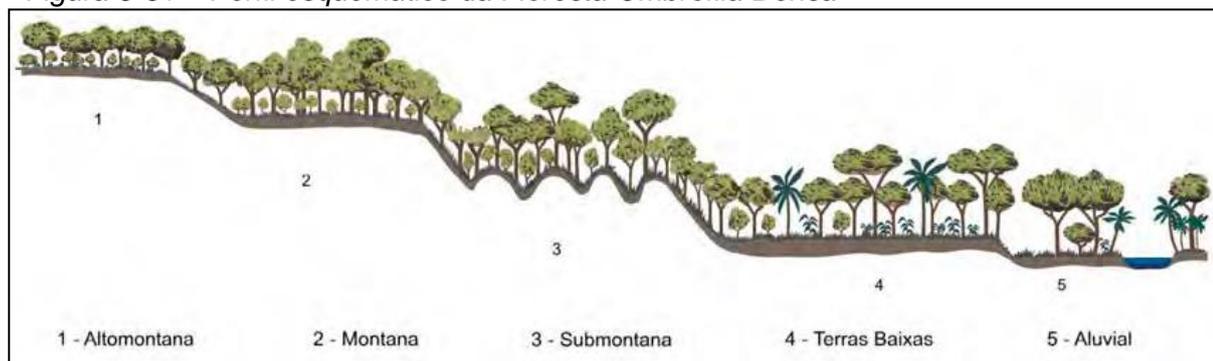
No estado do Rio de Janeiro, a Mata Atlântica ocupava 98,6% da área total do estado de 43.305 km<sup>2</sup> (ISA, 2001). Dados levantados pelo SOS Mata Atlântica/INPE apontaram uma área correspondente a 16,7% do estado do Rio de Janeiro ocupada pelo que restou da Mata Atlântica, sendo que 29,8% encontram-se em Unidades de Conservação (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2017).

O município de Angra dos Reis está localizado na região da Costa Verde, localizado a 155km do município do Rio de Janeiro. O clima da região, segundo Köppen, caracteriza-se como tropical úmido, com precipitações anuais da ordem de 2.300 mm, sem estação seca definida. É caracterizado pelo relevo declivoso e a aproximação das cadeias montanhosas com a planície costeira de forma abrupta (SANTOS, 2007).

Atualmente, a região denominada “Costa Verde” (que abrange os municípios de Mangaratiba, Angra dos Reis e Paraty) representa um dos maiores núcleos de Floresta Atlântica no estado<sup>2</sup>, encontrando-se em diferentes estados de conservação e apresentando percentual de remanescentes florestais superior a 80%, em áreas onde o relevo acentuado dificulta a ocupação e a instalação de algumas atividades econômicas, possibilitando uma maior preservação da vegetação (GOMES; REIS; CRUZ, 2009).

Angra dos Reis apresenta 81% de remanescentes de Mata Atlântica, representados por formações florestais - Floresta Ombrófila Densa (95,76%), Mangues (0,72%) e Restingas (3,52%) (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA E INPE, 2011). Quanto à primeira fisionomia, as formações típicas compreendem florestas de encosta (formações submontana, montana e altomontana), uma vez que, nesta região, as planícies litorâneas são estreitas (formação terras baixas) (Figura 5-31).

Figura 5-31 – Perfil esquemático da Floresta Ombrófila Densa



Fonte: Veloso, Rangel Filho e Lima *apud* IBGE (2012).

Nas encostas próximas a cidade de Angra dos Reis/RJ, entretanto, a principal característica das formações florestais é a redução da área basal e da densidade, e também o aumento da porcentagem de troncos mortos em pé e madeira morta sobre o solo, tratando-se, de maneira geral, de florestas com funções ecológicas alteradas, com susceptibilidade a desabamentos em eventos de chuvas fortes (OLIVEIRA *et al.*, 2012). Em termos sucessionais, segundo os autores, a floresta submontana apresenta-se em sua grande maioria em estágio inicial ou médio, podendo ser encontrados exemplares de estágios mais maduros (climácicos) que, dado o seu porte e/ou raridade, devem ser exemplares remanescentes de formações florestais

<sup>2</sup> A região conserva um dos mais importantes fragmentos de Mata Atlântica, formando uma das áreas contíguas de tamanho relativamente grande quando comparada com os fragmentos que ainda restam destes ecossistemas. Este fragmento está justamente inserido no Parque Nacional da Serra da Bocaina e no seu entorno, fazendo comunicação com o fragmento florestal inserido no Parque Estadual da Serra do Mar, no estado de São Paulo (IGARA, 2011).

pretéritas. Na latitude da Baía da Ilha Grande, esta fisionomia ocupa faixa de altitudes entre 500 a 1.500 m enquanto a formação altomontana ocorre acima de 1.500 m de altitude (IBGE, 2012).

#### 5.3.2.4 Caracterização da Vegetação na Área de Influência (AII/AID) da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado (UAS)

Através do mapeamento das classes de uso do solo e cobertura vegetal foi possível identificar que aproximadamente 86,00% da área de influência direta (AID) do empreendimento encontram-se recoberta por formações naturais (floresta nativa). De maneira similar, as áreas de preservação permanente/APP, na AID, estão ocupadas também por florestas - 84,35% (Mapa de Vegetação e Uso e Ocupação do Solo na AID, no Apêndice 5.3.2-1 e Tabela 5-3).

Tabela 5-3 – Quantificação da vegetação e uso do solo na Área de Influência Direta da UAS.

Classes	Área (ha)	%
Áreas Urbanizadas ou com Atividades Antrópicas	129,13	10,70
Vegetação Nativa	791,27	89,30
<b>TOTAL</b>	<b>920,4</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Bourscheid, 2017.

Na área de influência indireta e direta do empreendimento, não se identifica a presença de remanescentes de Floresta Ombrófila Densa altomontana, sendo um dos pontos mais altos, o Pico do Frade, que tem cerca de 1.500 m de altitude (ICMBIO, 2017). Assim, além da Floresta Ombrófila Densa Montana, registra-se também a formação submontana e, com menor representatividade, a formação terras baixas (Figura 5-32).

Figura 5-32 – Fisionomia predominante na área de influência indireta da UAS.



Fonte: Bourscheid, 2013.

Segundo IBGE (2012), a formação terras baixas:

É uma formação que em geral ocupa as planícies costeiras, capeadas por tabuleiros pliopleistocênicos do Grupo Barreiras. Ocorre desde a Amazônia, estendendo-se por toda a Região Nordeste até proximidades do Rio São João, no Estado do Rio de Janeiro.

... a partir do Rio São João, em direção ao sul, esta formação ocorre nos terrenos quaternários situados em geral pouco acima do nível do mar, nas planícies formadas pelo assoreamento devido à erosão existente nas serras costeiras, e nas enseadas marítimas.

As espécies vegetais mais comuns na Floresta Ombrófila Densa de terras baixas, na área de influência do empreendimento, são a *Cecropia* sp. (embaúba) e a *Tibouchina* sp (quaresmeira), podendo encontrar outros taxa como *Bactris* aff. *escragnollei* (coco-natal), *Bactris setosa* (tucum), *Eugenia uniflora* (pitangueira), *Ficus* sp. (figueira), *Myrciaria trunciflora* (jabuticabeira), *Psidium cattleianum* (araçá), *Psidium guajava* (goiabeira) e *Schinus terebinthifolius* (aroeira) (ELETRONUCLEAR E MRS, 2009).

Durante a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental de Angra 3 (ELETRONUCLEAR/MRS, 2005) foram amostrados remanescentes florestais localizados na propriedade da Eletrobras/Eletronuclear em Angra dos Reis (Figura 5-33), registrando-se um total de 2.328 indivíduos, distribuídos em 51 Famílias, 116 gêneros e 236 espécies/morfoespécies para uma área total de 2,0 ha de Floresta Ombrófila Densa Submontana. As áreas amostradas no EIA de Angra 3, são

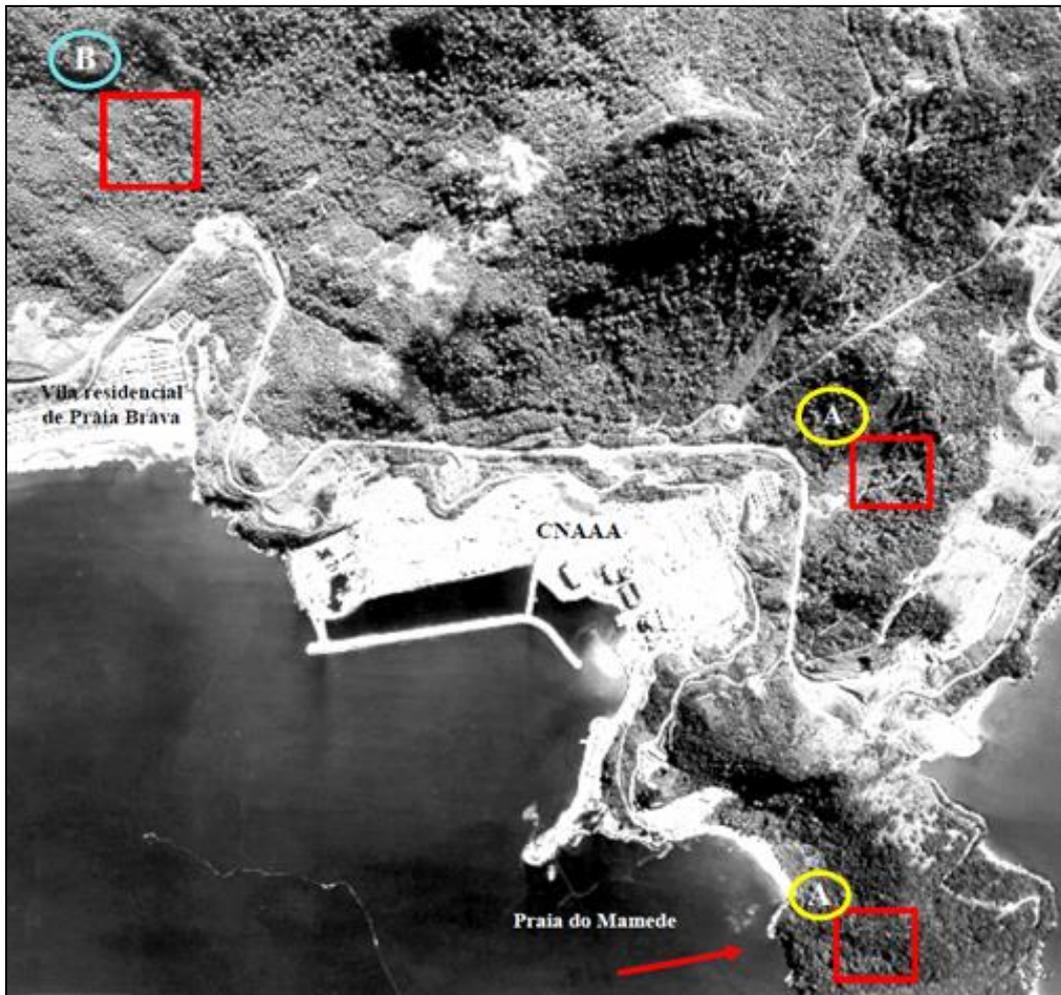
representativas a All da UAS no presente estudo, representadas por Floresta 1 e Floresta 2. Os três remanescentes compreendem vegetação secundária em regeneração, sendo que aquele identificado pela letra B (Floresta 2) se encontra num estágio mais avançado, enquanto os demais (letra A = Floresta 1) são classificados como “capoeira avançada” (Figura 5-34; ELETRONUCLEAR/MRS, 2005):

Com relação à composição específica, para Floresta 1 as espécies que mais se destacaram quanto ao Valor de Importância foram *Hyeronima alchorneoides* (Euphorbiaceae), *Cupania oblongifolia* (Sapindaceae), *Guapira opposita* (Nyctaginaceae), *Miconia cinnamomifolia* (Melastomataceae), *Piptadenia gonoacantha* (Leguminosae Mimosoideae), *Ficus insipida* (Moraceae), *Euterpe edulis* (Arecaceae), *Ocotea puberula* (Lauraceae), *Cabralea canjerana* ssp. *canjerana* (Meliaceae) e *Nectandra leucanta* (Lauraceae).

...

Com relação à composição específica, para Floresta 2, nota-se que as espécies que mais se destacaram com relação ao Valor de Importância foram *Bathysa australis* (Rubiaceae), *Guapira opposita* (Nyctaginaceae), *Eriotheca pentaphylla* (Bombacaceae), *Hyeronima alchorneoides* (Euphorbiaceae), *Miconia prasina* (Melastomataceae), *Astrocaryum aculeatissimum* (Arecaceae), *Vernonia discolor* (Asteraceae), *Chrysophyllum flexuosum* (Sapotaceae), *Euterpe edulis* (Arecaceae) e *Coussarea meridionalis* var. *porophylla* (Rubiaceae).

Figura 5-33 - Vista geral da área onde foram realizados os levantamentos fitossociológicos para o EIA de Angra 3 onde: fragmento A (Floresta 1) com destaque em amarelo e B (Floresta 2) em azul.



Fonte: Eletronuclear/MRS, 2005.

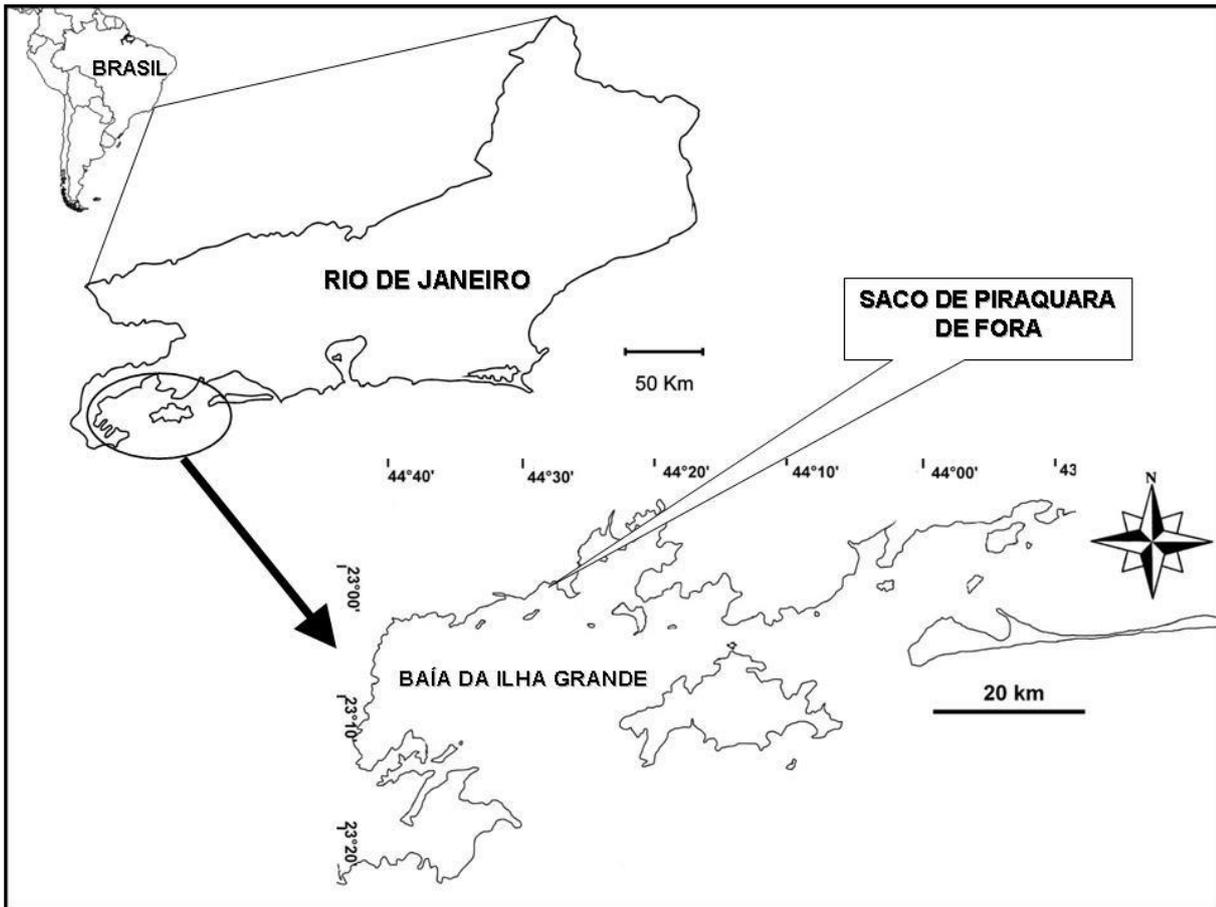
Figura 5-34 – Principais parâmetros sobre os estágios de sucessão das áreas avaliadas

Valores de vários parâmetros	Floresta 1	Floresta 2
Localização	Junto à Estrada para Usina	Fazendas antigas abandonadas
Número de Indivíduos	840	1.488
Número de Famílias	39	47
Número de Gêneros	70	101
Número de Espécies	101	205
Principais Famílias	Euphorbiaceae Rubiaceae Myrtaceae Leguminosae Melastomataceae # <sub>1</sub> Famílias encontradas em áreas mais jovens	Myrtaceae Rubiaceae Lauraceae Sapotaceae Leguminosae
Índice de Diversidade	1,77	2,03
Percentual de espécies acima de 20m	14,8%	25,2%

Fonte: Eletronuclear/MRS, 2005.

Em Piraquara de Fora (Figura 5-35), localizada na All da UAS, em amostragem do componente arbóreo de um trecho de Mata Atlântica, foram registrados 200 indivíduos, dos quais 11 eram mortos ainda em pé; os indivíduos vivos distribuíram-se em 33 espécies e 18 famílias botânicas. Os resultados mostraram que a floresta amostrada no saco de Piraquara de Fora é relativamente pobre em espécies, com densidades baixas e compostas de árvores de pequeno ou médio porte. O índice de diversidade de Shannon para a área foi de 2,92, estando bem abaixo dos valores encontrados em outras formações de Mata Atlântica, segundo o diagnóstico ambiental (OLIVEIRA; KURTZ; CREED, 2008). As espécies registradas foram *Anadenanthera colubrina*, *Andira fraxinifolia*, *Astrocaryum aculeatissimum*, *Calyptanthes grandifolia*, *Casearia cf. sylvestris*, *Cecropia glaziovii*, *Cupania oblongifolia*, *Dictyoloma incanescens*, *Eriotheca candolleana*, *Erythroxylum ovalifolium*, *Erythroxylum pulchrum*, *Erythroxylum subsessile*, *Eugenia oblongata*, *Eugenia sp.*, *Eugenia uniflora*, *Ficus ciclophylla*, *Ficus gomelleira*, *Gallesia integrifolia*, *Guapira opposita*, *Inga subnuda ssp. luschnathiana*, *Licania octandra*, *Myrsine umbellata*, *Pera glabrata*, *Peschiera laeta*, *Protium sp.*, *Senefeldera verticillata*, *Senna macranthera*, *Syagrus pseudococos*, *Syagrus romanzoffiana*, *Tabebuia chrysotricha*, *Tabebuia serratifolia* e *Zollernia splendens*.

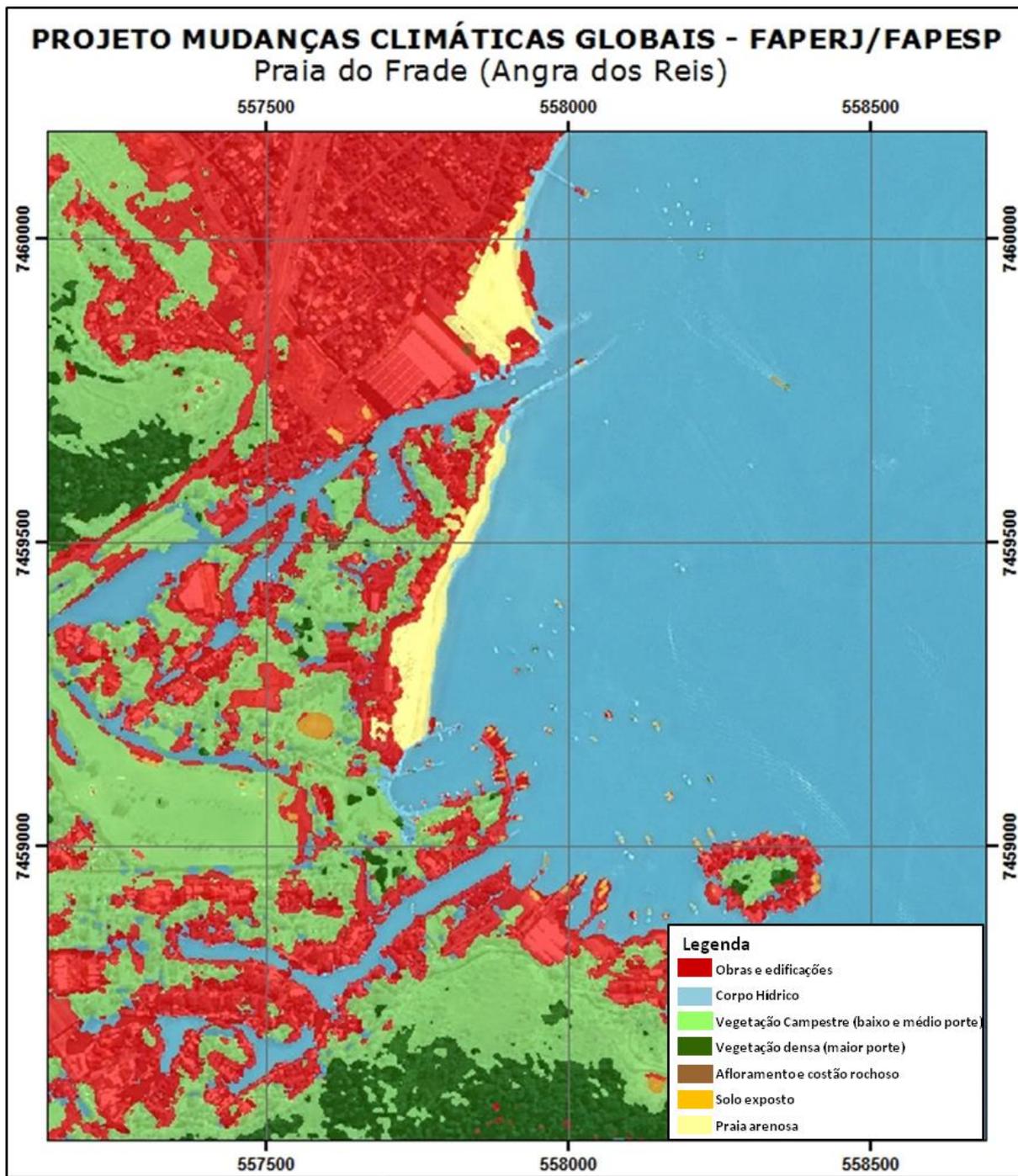
Figura 5-35 – Mapa de localização da área de estudo no Saco de Piraquara de Fora, município de Angra dos Reis, Estado do Rio de Janeiro, Brasil



Fonte: Oliveira; Kurtz; Creed, 2008.

Na praia do Frade (All), a formação de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas (baixadas litorâneas) está praticamente ausente, restando apenas alguns remanescentes nas áreas de maior altitude (Figura 5-36).

Figura 5-36 – Uso da terra e cobertura vegetal na Praia do Frade (Angra dos Reis).



Fonte: [www.eng.uerj.br/publico/anexos/1359684462](http://www.eng.uerj.br/publico/anexos/1359684462)<sup>3</sup>, 2012

Mesmo com áreas remanescentes significativamente menores quando comparadas às áreas de floresta (Floresta Ombrófila Densa), as restingas e mangues tem importância fundamental para a manutenção da biodiversidade

<sup>3</sup> Demandas de mapeamento cartográfico temático no contexto do projeto de pesquisa “Aplicação de Geotecnologias na Orientação do Uso da Terra com Base nos Impactos das Mudanças Climáticas Globais: Sub-Bacias Hidrográficas Litorâneas do Estado de São Paulo e do Estado do Rio de Janeiro”, coordenado e liderado pela Faculdade de Engenharia da UERJ, e com efetiva colaboração do Instituto Geológico do Estado de São Paulo, financiado pela FAPERJ e pela FAPESP.

regional (IGARA, 2011). Estas fisionomias encontram-se ausentes na área de influência direta da UAS, e praticamente ausentes em áreas que extrapolam a AII.

Os remanescentes de restinga no Rio de Janeiro foram identificados por Rocha *et al.* (2007), sendo que todas as áreas mapeadas apresentaram porções com áreas degradadas devido à intensa pressão antrópica; as áreas de restinga que existem em Ilha Grande (Praia do Sul, do Leste e Lopes Mendes) estão relativamente bem preservadas quando comparadas com as outras restingas fluminenses, em grande parte devido ao seu caráter insular e ao fato de que se encontram legalmente protegidas desde a década de 1980<sup>4</sup>.

Na área de influência (AII e AID) da UAS, de acordo com a bibliografia apresentada - Eletronuclear/MRS (2005), as planícies costeiras são geralmente estreitas, caracterizadas por uma vegetação de praia, seguida por uma transição de restinga com floresta atlântica.

Quanto à vegetação de manguezal, o mapeamento e o monitoramento dos mangues fluminenses estão sendo realizados pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ (RIBEIRO *et al.*, 2012).

No Brasil, segundo Moreno e Rocha (2012) e Vilano e Souza (2011), os costões rochosos verdadeiros ocorrem na região Sudeste e parte da região Sul, onde o Planalto Costeiro atinge a linha de costa, formando uma linha de costa bastante irregular sustentada por promontórios rochosos e segmentada em ilhas. No Estado do Rio de Janeiro, são consideradas área de preservação permanente/APP em acordo com a Constituição Estadual.

Para Coutinho (1999), o trecho do litoral brasileiro onde eles estão entre os ecossistemas mais importantes é aquele localizado entre Cabo Frio (RJ) e o Cabo de Santa Marta (SP), onde se encontra a baía da Ilha Grande. Para MMA (2007) por causa de sua beleza paisagística e riqueza da flora e fauna, a baía da Ilha Grande abriga o maior número de unidades de conservação do Estado do Rio de Janeiro; quanto ao status do conhecimento sobre a flora e fauna regional destaca:

Inventários florísticos e faunísticos e estudos sobre os ecossistemas da região foram pontuais e em muitas vezes utilizaram metodologias não comparáveis, dificultando ou impossibilitando a análise crítica do estado da situação atual da baía.

...

<sup>4</sup> A Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul foi criada em 1981 e protege, além das praias de Sul e de Leste, as praias do Demo, dos Meros e do Aventureiro (<http://www.inea.rj.gov.br/unidades/pqpraiasul.asp>). O Parque Estadual da Ilha Grande foi criado em 1971, com 15 mil hectares, reduzido para 4.330 hectares em 1978. Em fevereiro de 2007, sob a gestão da Secretaria de Estado do Ambiente, foi ampliado para 12.052 hectares (120,52 km<sup>2</sup>), passando a abranger mais da metade da área da Ilha Grande (62,5%) ([http://www.inea.rj.gov.br/unidades/pqilhagrande\\_ampliacao.asp](http://www.inea.rj.gov.br/unidades/pqilhagrande_ampliacao.asp)).

A zona costeira da Baía da Ilha Grande (BIG) foi considerada como área prioritária para a conservação das zonas costeiras e marinhas, devido a sua extrema importância biológica em termos de estuários, manguezais e bentos da plataforma continental, e de muito alta importância em termos de algas, peixes e mamíferos marinhos. Contudo, as ilhas da BIG foram consideradas como insuficientemente conhecidas em termos de comunidades de costões rochosos.

Algumas de suas ilhas (Ilha Samambaia, Ilha Mingu, Ilha do Sandri, Ilha Pingo d'água, Ilha Tucum e Ilha Tucum de Dentro), localizadas na área de influência indireta do empreendimento, compõem a Estação Ecológica/ESEC de Tamoios (ICMBio, 2006).

Nas ilhas da Baía da Ilha Grande a vegetação terrestre é caracterizada como Floresta Ombrófila Densa, sendo bastante variável em função das dimensões, das características do solo e grau de antropização das ilhas. Uma particularidade dessas ilhas é a ocorrência da palmeira baba-de-boi (*Syagrus* sp.), que em diversas áreas domina o estrato superior.

A listagem da flora herbácea, segundo as ilhas onde ocorrem, a natureza do substrato, o tipo de vegetação - entre elas as ilhas Samambaia e do Sandri - é apresentada no Plano de Manejo da ESEC de Tamoios (ICMBio, 2006), assim como uma lista preliminar das espécies arbóreas identificadas.

Todas as ilhas da ESEC são circundadas por costões rochosos, apresentando vegetação rupestre com elementos florísticos típicos dessa formação, acrescidos de algumas espécies características das restingas litorâneas fluminenses, onde podem ser registradas *Althernanthera litoralis*, *Anthurium harrisii*, *Blutaparon portulacoides*, *Cattleya forbesii*, *Chiococca alba*, *Cyrtopodium polyphyllum*, *Doryopteris collina*, *Epidendrum denticulatum*, *Ipomoea pes-caprae*, *Neoregelia johannis*, *Nephrolepis rivularis*, *Phylodendron* sp., *Pilosocereus arrabidae*, *Pityrogramma calomelanos*, *Polypodium triseriale*, *Rumohra adiantiformis* e *Vriesea* aff. *neoglutinosa* (ICMBio, 2006).

Quanto à presença de espécies vegetais exóticas:

... pode-se dizer que elas estão associadas aos locais com ocupação humana. As espécies observadas foram, principalmente, aquelas utilizadas em culturas perenes como: o coco (*Cocos nucifera*), a manga (*Mangifera indica*), a banana (*Musa* spp.), a jaca e a fruta-pão (*Artocarpus* spp.); para fins paisagísticos: o bambu (*Bambusa* sp.), a árvore-do-viajante (*Ravenalla madagascarensis*), a leiteira-vermelha (*Euphorbia cotinifolia*), o sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) e a amendoeira-da-praia (*Terminalia catapa*); e como culturas anuais: a cana (*Saccharum* spp.), o milho (*Zea mays*) e a mandioca (*Manihot utilissima*).

### 5.3.2.5 Área Diretamente Afetada

A Área Diretamente Afetada do presente estudo possui Autorização de Supressão de Vegetação nº 1206/2017, emitida em 26/05/2017 pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) – órgão ambiental responsável – e está vinculada a alteração da especificação do projeto da Usina Angra 2. A Autorização de Supressão de Vegetação é apresentada no Anexo 5.3.2-1.

### 5.3.3 Fauna

O Brasil é um dos países com maior biodiversidade do planeta: quase um terço das florestas tropicais remanescentes do mundo está em seu território, e elas são reconhecidas como um dos mais importantes repositórios da diversidade biológica global (MMA, 2006). A Mata Atlântica é formada por um conjunto de formações florestais e ecossistemas associados como as restingas, manguezais e campos de altitude, que se estendem originalmente por aproximadamente 1.300.000 km<sup>2</sup> em 17 estados do território brasileiro (MMA, 2017). Atualmente, os remanescentes de vegetação nativa estão reduzidos a cerca de 22% de sua cobertura original e encontram-se em diferentes estágios de regeneração. Mesmo reduzida e bastante fragmentada, estima-se que nesse bioma existam aproximadamente 20.000 espécies vegetais, incluindo diversas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. A região da Mata Atlântica é altamente prioritária para a conservação da biodiversidade mundial, pois sua riqueza é maior que a de alguns continentes (17.000 espécies na América do Norte e 12.500 na Europa). Levantamentos já realizados indicam que a Mata Atlântica abriga em torno de 849 espécies de aves, 370 espécies de anfíbios, 200 espécies de répteis, 270 de mamíferos e cerca de 350 espécies de peixes (MMA, 2017).

#### 5.3.3.1 Herpetofauna

A herpetofauna representa dois grupos distintos: os anfíbios e os répteis. Os anfíbios da ordem anura, que estão representados pelos sapos, rãs e pererecas, são os anfíbios mais bem conhecidos em todo o mundo e apresentam características marcantes entre os vertebrados. Entre elas está a existência de um ciclo de vida que

envolve uma fase larval aquática (girino) e uma fase adulta terrestre; por isso a maioria das espécies está restrita a ambientes aquáticos e úmidos. Por sua vez, os répteis constituem uma classe de animais vertebrados tetrápodes e ectotérmicos, ou seja, não possuem temperatura corporal constante. O surgimento do ovo amniótico nesse grupo proporcionou proteção mecânica e proteção contra a dessecação – fator importante na conquista do ambiente terrestre. A pele dos répteis é seca, sem glândulas mucosas e revestida por escamas de origem epidérmica ou por placas ósseas de origem dérmica. Esta classe conta com animais pertencentes a diferentes grupos em relação a aparência e a ecologia: as tartarugas (Testudines), os crocodilianos (Crocodylia) e as cobras e lagartos (Squamata).

A partir da compilação dos dados secundários utilizados para o diagnóstico da herpetofauna, verificou-se a ocorrência de um total de 109 espécies na região, e destas, 39 são de répteis e 70 de anfíbios. Desse total, 19 espécies estão classificadas em algum nível de ameaça nas listas oficiais de fauna ameaçada consultadas (MMA, 2014; IUCN, 2016.3 e BERGALLO *et al.*, 2000) (Quadro 5-5): 14 espécies de anfíbios, sendo a maioria classificada como DD – deficiente de dados e 5 espécies de répteis, representadas pelas famílias: Chelonidae e Dermochelidae (tartarugas marinhas). As espécies pertencentes a essas duas famílias apresentam ameaça em todas as listas consultadas.

Quadro 5-5 – Espécies da herpetofauna com potencial ocorrência nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento e respectivo *status* de conservação.

Táxon	Bibliografia	Status		
		MMA	IUCN	Lista RJ
<b>ANFÍBIOS</b>				
<b>Brachycephalidae</b>				
<i>Brachycephalus didactylus</i>	1,4	-	-	-
<i>Brachycephalus ephippium</i>	1,4	-	-	-
<i>Brachycephalus hermogenesi</i>	1,4	-	-	-
<i>Brachycephalus vertebralis</i>	1,4	-	DD	-
<i>Ischnocnema bolbodactyla</i>	1,3,4,*	-	-	-
<i>Ischnocnema guentheri</i>	1	-	-	-
<i>Ischnocnema nasuta</i>	1	-	-	-

Táxon	Bibliografia	Status		
		MMA	IUCN	Lista RJ
<i>Ischnocnema parva</i>	1,4	-	-	-
<i>Ischnocnema pusilla</i>	1,4	-	DD	-
<b>Bufonidae</b>				
<i>Dendrophryniscus brevipollicatus</i>	1,4	-	-	-
<i>Rhinella crucifer</i>	1,*	-	-	-
<i>Rhinella ictericus</i>	1	-	-	-
<b>Centrolenidae</b>				
<i>Vitreorana eurygnatha</i>	1	-	-	EN
<i>Vitreorana uranoscopa</i>	1,2,*	-	-	EN
<b>Craugastoridae</b>				
<i>Haddadus binotatus</i>	1,2,*	-	-	-
<b>Cycloramphidae</b>				
<i>Proceratophrys appendiculata</i>	1,4	-	-	-
<i>Proceratophrys boiei</i>	1	-	-	-
<i>Cycloramphus boraceiensis</i>	1,3,4,*	-	-	-
<i>Cycloramphus eleutherodactylus</i>	1,4	-	DD	-
<i>Cycloramphus fuliginosus</i>	1,4	-	-	-
<i>Cycloramphus granulosus</i>	1,4	-	DD	-
<i>Crossodactylus gaudichaudii</i>		-	-	-
<i>Thoropa miliaris</i>	1,4,*	-	-	-
<i>Zachaenus parvulus</i>	1,4	-	-	-
<b>Hemiphractidae</b>				
<i>Fritziana goeldii</i>	1	-	-	-
<i>Fritziana ohausi</i>	1	-	-	-
<i>Gastrotheca albolineata</i>	1	-	-	-
<b>Hylidae</b>				
<i>Aplastodiscus arildae</i>	1,4	-	-	-

Táxon	Bibliografia	Status		
		MMA	IUCN	Lista RJ
<i>Aplastodiscus callipygius</i>	1,4,*	-	-	-
<i>Bokermannohyla circumdata</i>	1,3	-	-	-
<i>Bokermannohyla clepsydra</i>	1	-	DD	-
<i>Dendropsophus anceps</i>	1	-	-	-
<i>Dendropsophus bipunctatus</i>	1	-	-	-
<i>Dendropsophus decipiens</i>	1	-	-	-
<i>Dendropsophus elegans</i>	1,*	-	-	-
<i>Dendropsophus giesleri</i>	1,3	-	-	-
<i>Dendropsophus minutus</i>	1,3,*	-	-	-
<i>Dendropsophus seniculus</i>	1	-	-	-
<i>Hypsiboas albomarginata</i>	1,3,*	-	-	-
<i>Hypsiboas aff albofrenata</i>	1,*	-	-	-
<i>Hypsiboas faber</i>	1	-	-	-
<i>Hypsiboas semilineatus</i>	1	-	-	-
<i>Itapotihyla langsdorffii</i>	1,3,4,*	-	-	-
<i>Phrynomedusa marginata</i>	1	-	-	-
<i>Phasmahyla guttata</i>	1	-	-	-
<i>Scinax argyreornatus</i>	1	-	-	-
<i>Scinax alter</i>	1	-	-	-
<i>Scinax ariadne</i>	1,4	-	DD	-
<i>Scinax atratus</i>	1,4	-	DD	-
<i>Scinax angrensis</i>	1,4,*	-	-	-
<i>Scinax cuspidatus</i>	1	-	-	-
<i>Scinax eurydice</i>	1	-	-	-
<i>Scinax fuscovarius</i>	1	-	-	-
<i>Scinax hayii</i>	1,*	-	-	-
<i>Scinax humilis</i>	1,3,4,*	-	-	-

Táxon	Bibliografia	Status		
		MMA	IUCN	Lista RJ
<i>Scinax perpusillus</i>	1,4,*	-	-	-
<i>Scinax trapicheiroi</i>	1,4	-	NT	-
<i>Sphaenorhynchus orophilus</i>	1	-	-	-
<i>Trachycephalus mesophaeus</i>	1	-	-	-
<b>Hylodidae</b>				
<i>Hylodes phyllodes</i>	1,3,4,*	-	-	-
<i>Hylodes asper</i>	1	-	-	-
<i>Megaelosia goeldii</i>	1	-	-	-
<i>Megaelosia bocainensis</i>	1,4	-	DD	-
<b>Leiuperidae</b>				
<i>Physalaemus barroii</i>	1,4	-	DD	-
<i>Physalaemus moreirae</i>	1	-	DD	-
<i>Physalaemus signifer</i>	1	-	-	-
<b>Leptodactylidae</b>				
<i>Leptodactylus marmorata</i>	1,*	-	-	-
<i>Leptodactylus latrans</i>	1	-	-	-
<i>Leptodactylus spixi</i>	1	-	-	-
<i>Paratelmatobius gaigeae</i>	1,4	-	DD	-
<b>Microhylidae</b>				
<i>Myersiella microps</i>	1	-	-	-
<b>RÉPTEIS</b>				
<b>TESTUDINES</b>				
<b>Chelonidae</b>				
<i>Caretta caretta</i>	1	EN	VU	VU
<i>Chelonia mydas</i>	1	VU	EN	VU
<i>Eretmochelys imbricata</i>	1	CR	CR	VU
<i>Lepidochelys olivacea</i>	1	EN	VU	-

Táxon	Bibliografia	Status		
		MMA	IUCN	Lista RJ
<b>Dermochelidae</b>				
<i>Dermochelys coriacea</i>	1	CR	VU	VU
<b>Testudinidae</b>				
<i>Chelonoidis carbonaria</i>	1,2,3,4	-	-	-
<b>Phylodactylidae</b>				
<i>Gymnodactylus geckoides</i>	1	-	-	-
<b>Dactyloidae</b>				
<i>Enyalius brasiliensis</i>	1,4	-	-	-
<b>Gekkonidae</b>				
<i>Hemidactylus mabouia</i>	1,2,3,4,*	-	-	-
<b>Tropiduridae</b>				
<i>Tropidurus torquatus</i>	1,2,3,4,*	-	-	-
<b>Gymnophthalmidae</b>				
<i>Ecpleopus gaudichaudii</i>	1,4	-	-	-
<b>Teidae</b>				
<i>Ameiva ameiva</i>	1,2,3,4	-	-	-
<b>Tupinambae</b>				
<i>Salvator merianae</i>	1,4	-	-	-
<i>Tupinambis teguixin</i>	1,2,3,4	-	-	-
<b>Amphisbaenidae</b>				
<i>Leposternon microcephalum</i>	1	-	-	-
<b>Boidae</b>				
<i>Boa constrictor</i>	1,2,3,4	-	-	-
<i>Epicrates cenchria</i>	1,2,3,4	-	-	-
<i>Corallus hortulanus</i>	1,2,3,4	-	-	-
<b>Colubridae</b>				
<i>Chironius bicarinatus</i>	1,2,3,4	-	-	-

Táxon	Bibliografia	Status		
		MMA	IUCN	Lista RJ
<i>Chironius fuscus</i>	1,4	-	-	-
<i>Mastigodryas bifossatus</i>	1,2,3,4	-	-	-
<i>Oxyrhopus clathratus</i>	1,4	-	-	-
<i>Spilotes pullatus</i>	1,2,3,4	-	-	-
<b>Dipsadidae</b>				
<i>Clelia clelia</i>	1,2,3,4	-	-	-
<i>Dipsas albifrons</i>	1,2,3,4	-	-	-
<i>Erythrolamprus aesculapii</i>	1,4	-	-	-
<i>Erythrolamprus miliaris</i>	1,2,3,4	-	-	-
<i>Erythrolamprus poecilogyrus</i>	1,2,3,4	-	-	-
<i>Philodryas olfersii</i>	1,2,3,4	-	-	-
<i>Philodryas serra</i>	1,4	-	-	-
<i>Sibynomorphus newviedi</i>	1			
<i>Sibynomorphus turgidus</i>	1,2,3,4	-	-	-
<i>Siphlophis pulcher</i>	1,4	-	-	-
<i>Thamnodynastes pallidus</i>	1,2,3,4	-	-	-
<i>Thamnodynastes strigilis</i>	1,4	-	-	-
<i>Xenodon newwiedii</i>	1,4	-	-	-
<b>Elapidae</b>				
<i>Micrurus corallinus</i>	1,2,3,4,*	-	-	-
<b>Viperidae</b>				
<i>Bothrops jararaca</i>	1,2,3,4	-	-	-
<i>Bothrops jararacussu</i>	1,2,3,4,*	-	-	-

Legenda: Status: DD- Deficiente de Dados; CR- Criticamente em Perigo; VU- Vulnerável; EN- Em Perigo; NT- Quase Ameaçado e “-” – Espécies classificadas como Pouco Preocupantes ou sem classificação. Bibliografia: (1)-Estudo de Impacto Ambiental da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (EIA – Angra 3), realizado pela MRS em 2005. (2)-Estudo de Impacto Ambiental da Unidade 2 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (EIA – Angra 2), realizado pela NATRONTEC em 1998. (3)-Estudo de Impacto Ambiental do Deposito 3 do Centro de Gerenciamento de Rejeitos da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA, realizado pela MRS em 2003. (4)-Estudo de Impacto Ambiental do Depósito 2-B do CGR e do Prédio de Monitoração do Centro de Gerenciamento de Rejeitos da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA, realizado pela MRS em 2006; Status de Ameaça, onde lista estadual (RJ) segundo BERGALLO *et al.*, 2000, IUCN (2016.3) e MMA (MMA, 2014). (\*) Espécie registrada de forma primária nos estudos consultados.

Fonte: Bourscheid, 2017.

Considerando as espécies registradas nos levantamentos realizados na região, podemos destacar as serpentes *Micrurus corallinus* e *Bothrops jararacussu* devido ao risco de acidentes ofídicos (visto que são espécies peçonhentas). Dentre os anfíbios, o destaque se dá pela presença de *Vitreorana uranoscopa*, espécie que ocupa áreas com baixa interferência humana, realizando a reprodução sobre córregos de água lótica. Esta espécie encontra-se com status EN (em Perigo) na lista oficial de espécies ameaçadas do Rio de Janeiro.

Na Mata Atlântica, embora tenham sido registrados declínio e desaparecimento de espécies antes abundantes (HEYER *et al.*, 1994, ETEROVICK *et al.*, 2005), é extremamente difícil julgar o grau de ameaça às espécies, principalmente frente ao desconhecimento sobre a distribuição, uso de habitat e biologia das fases larval e adulta das mesmas (YOUNG *et al.*, 2001).

### 5.3.3.2 Avifauna

A distribuição das espécies residentes ao longo do Brasil é desigual, segundo Marini e Garcia (2005), estando a maior diversidade de espécies concentrada na Amazônia e na Mata Atlântica. Sem causar surpresa, grande parte dos táxons de aves atualmente ameaçados de extinção ocorrem principalmente na Mata Atlântica, chamando a atenção que é neste bioma onde se encontram os maiores números de aves endêmicas ameaçadas no Brasil (CORDEIRO, 1999; CORDEIRO, 2003; MARINI; GARCIA, 2005; MACHADO, *et al.*, 2008).

Das 360 espécies compiladas dos Estudos de Impacto Ambiental anteriores realizados na CNAAA (conforme descritos anteriormente no item Metodologia) foram consideradas uma AID e, principalmente, AII superiores ao empreendimento da UAS. As informações coletadas apontam a ocorrência de 94 espécies endêmicas do bioma Mata Atlântica, sendo que 53 destas ocorrem exclusivamente no território brasileiro, além de outras oito espécies migratórias, visitantes do hemisfério norte. Além disso, do total de espécies compiladas, 99 estão sob algum grau de ameaça (27,5%), seja em nível nacional (MMA, 2014), estadual (BERGALLO *et al.*, 2000) ou em nível mundial (IUCN, 2016.3).

Apenas o IUCN *Red List*, cita 35 espécies sob algum risco de extinção enquanto que a lista estadual do Rio de Janeiro elenca 21 espécies. Já em nível nacional, o Ministério do Meio Ambiente elenca sete espécies com algum grau de

ameaça (MMA, 2014). Assim, para a região do empreendimento, o total de espécies presente em alguma categoria de ameaça nas listas acima citadas é de 45 espécies.

Contudo, torna-se evidente a necessidade de refinamento do número de espécies de ocorrência para a região, visto estarem integrando esta lista espécies consideradas como Provavelmente Extintas no estado do Rio de Janeiro, como é o caso das espécies *Crypturellus noctivagus* (jaó-do-sul), *Spizaetus ornatus* (gavião-de-penacho) e *Cotinga maculata* (crejoá), adequando, sobretudo, a riqueza de espécies cuja ocorrência abrange as áreas de influência (direta e indireta) do estudo em tela. Para tanto, no Quadro 5-6 apresentam-se apenas as espécies registradas primariamente nos Estudos de Impacto Ambiental realizados na CNAAA.

Desta forma, 200 espécies são, de fato, consideradas ocorrentes nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento, 30 destas com ocorrência apenas no território brasileiro e 55 espécies endêmicas do bioma Mata Atlântica. Também merecem o devido destaque três espécies migratórias, visitantes do hemisfério norte: *Actitis macularius* (maçarico-pintado), *Arenaria interpres* (vira-pedras) e *Molothrus oryzivorus* (iraúna-grande) (Figura 5-37).

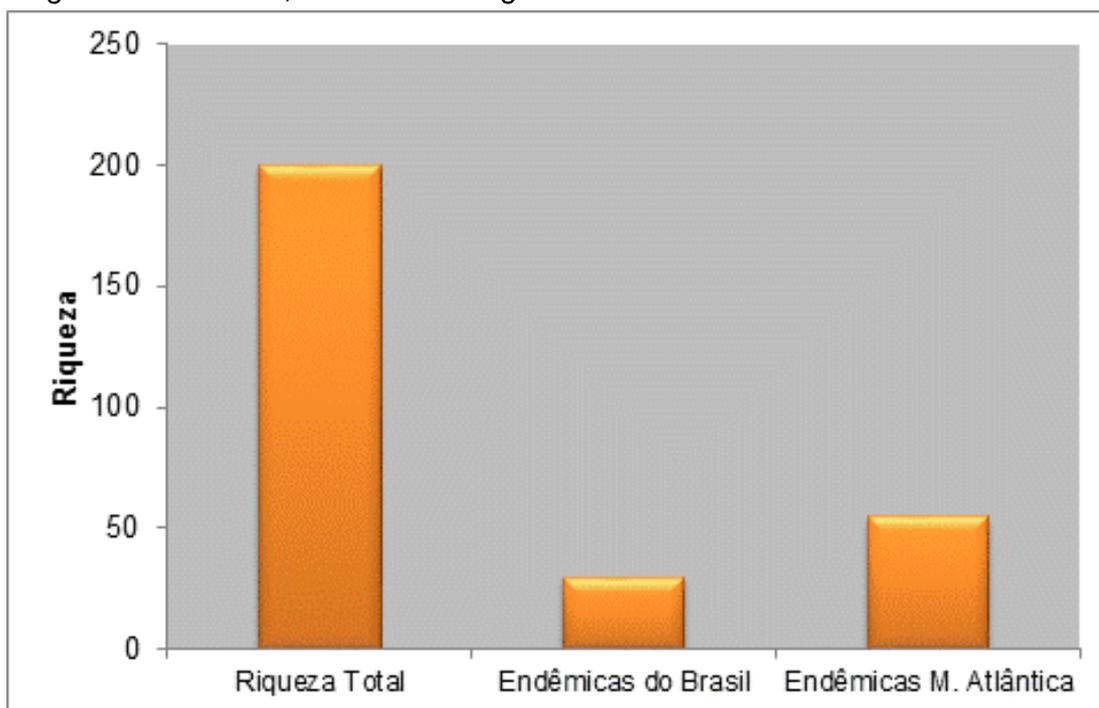
Em se tratando de espécies ameaçadas, o IUCN *Red List* (2016.3) elenca 12 espécies sob algum grau de ameaça enquanto que o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014) lista três espécies ameaçadas em nível nacional: uma na categoria Em Perigo - *Thalasseus maximus* (trinta-réis-real); uma na categoria Vulnerável - *Myrmotherula minor* (choquinha-pequena); - e uma Criticamente em Perigo - *Formicivora erythronotos* (formigueiro-de-cabeça-negra). Já para o estado do Rio de Janeiro oito espécies são consideradas ameaçadas de extinção (BERGALLO *et al.*, 2000), perfazendo, assim, um total de 17 espécies categorizadas em algum grau de ameaça (Figura 5-38).

Obviamente, os processos de dispersão e reprodução de cada espécie no arranjo ambiental dependem do seu grau de tolerância aos diferentes ambientes formados, havendo desde os mais tolerantes, até aqueles mais sensíveis (ACCORDI, 2001). Estas alterações no ambiente modificam constantemente a distribuição das espécies, empurrando-as para onde não ocorriam ou atraindo-as pela oferta de alimento e refúgio, e em casos mais extremos pode ocorrer à extinção local. Algumas espécies de aves são exigentes em relação à qualidade de hábitat e muito sensíveis a perturbações, o que restringe a sua ocorrência a ambientes íntegros e que forneçam condições (alimento e abrigo) para a sua manutenção e sobrevivência. Deste modo, estas espécies são consideradas boas indicadoras da

qualidade de determinados ambientes (STOTZ *et al.*, 1996). Das espécies elencadas no Quadro 5-6, 43,5% possuem baixa sensibilidade a distúrbios ambientais, 43% possuem média sensibilidade a distúrbios ambientais e uma menor parcela, mas bastante significativa (13,5%) possuem alta sensibilidade a distúrbios ambientais.

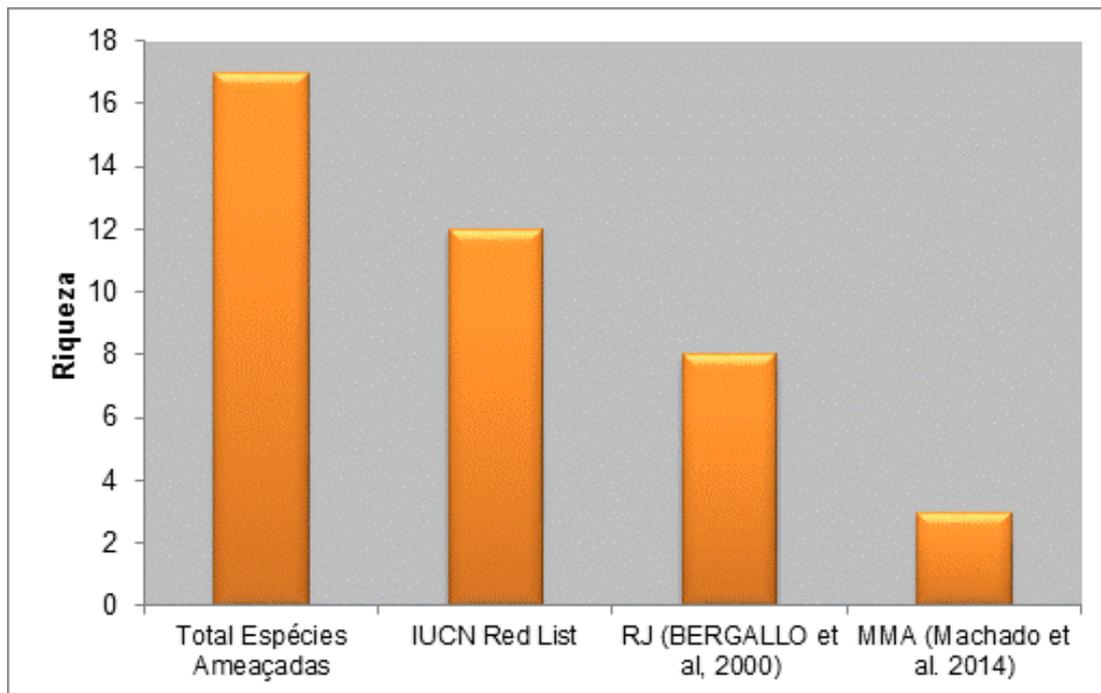
É sabido que a região do litoral Sul Fluminense possui grande riqueza e importância ecológica para a fauna, como revela o significativo número de espécies de alta sensibilidade a distúrbios ambientais, endêmicas e ameaçadas. Contudo, espera-se não haver alterações significativas para a avifauna, devido ao local escolhido para a edificação do empreendimento, que possui uma matriz bastante modificada (área industrial do complexo da CNAAA) e pela pequena área de intervenção (ADA). A análise dos dados secundários juntamente com os aspectos da vegetação presentes na área de estudo e que podem ser observados pelas imagens disponíveis da CNAAA permitem concluir que na Área Diretamente Afetada ocorrem apenas espécies de baixa sensibilidade ambiental, estando as espécies de maior interesse conservacionista (espécies de alta e média sensibilidade ambiental e as ameaçadas) nas áreas florestadas presentes tanto no interior da propriedade da CNAAA (AID), como no entorno da mesma (All), onde as condições naturais propiciam nichos ecológicos para a ocorrência das espécies.

*Figura 5-37 – Riqueza de espécies ocorrentes nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento de acordo com a compilação dos dados secundários. Salienta-se que foram elencadas apenas as espécies que obtiveram ocorrência confirmada na região de abrangência da CNAAA, conforme bibliografias consultadas.*



Fonte: Bourscheid, 2017.

Figura 5-38 – Número de espécies ameaçadas ocorrentes nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento.



Fonte: Bourscheid, 2017.

Quadro 5-6 – Lista de espécies ocorrentes nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento de acordo com a compilação dos dados secundários. Salienta-se que foram elencadas apenas as espécies que obtiveram ocorrência confirmada na região do empreendimento, conforme bibliografias consultadas.

Espécie (CBRO, 2015)	Nome Popular (CBRO, 2015)	StOc	Endemismo M. Atlântica	Sensibilidade Ambiental	StAm			
					CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<b>Tinamidae</b>								
<i>Tinamus solitarius</i>	macuco	R	Endêmica	M				
<i>Crypturellus tataupa</i>	inhambu-chintã	R		L				
<b>Fregatidae</b>								
<i>Fregata magnificens</i>	tesourão	R		H				
<b>Sulidae</b>								
<i>Sula leucogaster</i>	atobá	R		H				
<b>Ardeidae</b>								
<i>Nycticorax nycticorax</i>	soco-dorminhoco	R		L				
<i>Nyctanassa violacea</i>	savacu-de-coroa	R		M				
<i>Bubulcus ibis</i>	garça-vaqueira	R		L				
<i>Ardea cocoi</i>	garça-moura	R		L				
<i>Ardea alba</i>	garça-branca	R		L				
<i>Egretta thula</i>	garça-branca-pequena	R		L				
<b>Cathartidae</b>								

Espécie (CBRO, 2015)	Nome Popular (CBRO, 2015)	StOc	Endemismo M. Atlântica	Sensibilidade Ambiental	StAm			
					CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Cathartes aura</i>	urubu-de-cabeça-vermelha	R		L				
<i>Coragyps atratus</i>	urubu	R		L				
<b>Accipitridae</b>								
<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavião-caboclo	R		L	Anexo2			
<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	R		L	Anexo2			
<i>Pseudastur polionotus</i>	gavião-pombo	R	Endêmica	H	Anexo2	NT		
<i>Spizaetus tyrannus</i>	gavião-pega-macaco	R		M	Anexo2			
<b>Falconidae</b>								
<i>Caracara plancus</i>	carcará	R		L	Anexo2			
<i>Milvago chimachima</i>	carrapateiro	R		L	Anexo2			
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	acauã	R		L	Anexo2			
<b>Rallidae</b>								
<i>Aramides cajaneus</i>	saracura-três-potes	R		H				
<i>Amaurolimnas concolor</i>	saracura-lisa	R		M				
<b>Charadriidae</b>								

Espécie (CBRO, 2015)	Nome Popular (CBRO, 2015)	StOc	Endemismo M. Atlântica	Sensibilidade Ambiental	StAm			
					CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	R		L				
<b>Haematopodidae</b>								
<i>Haematopus palliatus</i>	piru-piru	R		M				
<b>Scolopacidae</b>								
<i>Actitis macularius</i>	maçarico-pintado	VN		H				
<i>Arenaria interpres</i>	vira-pedras	VN		H				
<b>Jacanidae</b>								
<i>Jacana jacana</i>	jaçanã	R		L				
<b>Laridae</b>								
<i>Larus dominicanus</i>	gaivotão	R		M				
<b>Sternidae</b>								
<i>Thalasseus acutiflavidus</i>	trinta-réis-de-bando	R		H				
<i>Thalasseus maximus</i>	trinta-réis-real	R		H	-		EN	
<b>Columbidae</b>								
<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha	R		L				
<i>Patagioenas cayennensis</i>	pomba-galega	R		M				

Espécie (CBRO, 2015)	Nome Popular (CBRO, 2015)	StOc	Endemismo M. Atlântica	Sensibilidade Ambiental	StAm			
					CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Patagioenas plumbea</i>	pomba-amargosa	R		H				
<i>Leptotila rufaxilla</i>	juriti-de-testa-branca	R		M				
<i>Geotrygon montana</i>	pariri	R		M				
<b>Psittacidae</b>								
<i>Pyrrhura frontalis</i>	tiriba	R	Endêmica	M	Anexo2			
<i>Forpus xanthopterygius</i>	tuim	R		M	Anexo2			
<i>Brotogeris tirica</i>	periquito-verde	R, E	Endêmica	L	Anexo2			
<i>Pionopsitta pileata</i>	cuiú-cuiú	R	Endêmica	M	Anexo1			
<i>Pionus maximiliani</i>	maitaca	R		M	Anexo2			
<i>Triclaria malachitacea</i>	sabiá-cica	R, E	Endêmica	M	Anexo2	NT		VU
<b>Cuculidae</b>								
<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato	R		L				
<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto	R		L				
<i>Tapera naevia</i>	saci	R		L				
<b>Tytonidae</b>								
<i>Tyto furcata</i>	suindara	R		L	Anexo2			
<b>Strigidae</b>								

Espécie (CBRO, 2015)	Nome Popular (CBRO, 2015)	StOc	Endemismo M. Atlântica	Sensibilidade Ambiental	StAm			
					CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Athene cunicularia</i>	coruja-buraqueira	R		M	Anexo2			
<b>Caprimulgidae</b>								
<i>Hydropsalis albicollis</i>	bacurau	R		L				
<b>Apodidae</b>								
<i>Streptoprocne zonaris</i>	taperuçu-de-coleira-branca	R		L				
<i>Chaetura cinereiventris</i>	andorinhão-de-sobre-cinzento	R		M				
<i>Chaetura meridionalis</i>	andorinhão-do-temporal	R		M				
<i>Panyptila cayennensis</i>	andorinhão-estofador	R		M				
<b>Trochilidae</b>								
<i>Ramphodon naevius</i>	beija-flor-rajado	R, E	Endêmica	M	Anexo2	NT		
<i>Glaucis hirsutus</i>	balança-rabo-de-bico-torto	R		L	Anexo2			
<i>Phaethornis ruber</i>	rabo-branco-rubro	R		M	Anexo2			
<i>Eupetomena macroura</i>	beija-flor-tesoura	R		L	Anexo2			
<i>Florisuga fusca</i>	beija-flor-preto	R	Endêmica	M	Anexo2			
<i>Thalurania glaucopis</i>	beija-flor-de-fronte-violeta	R	Endêmica	M	Anexo2			
<i>Amazilia fimbriata</i>	beija-flor-de-garganta-verde	R		L	Anexo2			
<i>Clytolaema rubricauda</i>	beija-flor-rubi	R, E	Endêmica	M	Anexo2			

Espécie (CBRO, 2015)	Nome Popular (CBRO, 2015)	StOc	Endemismo M. Atlântica	Sensibilidade Ambiental	StAm			
					CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<b>Trogonidae</b>								
<i>Trogon viridis</i>	surucuá- de-barriga-amarela	R		M				
<i>Trogon surrucura</i>	surucuá-variado	R	Endêmica	M				
<i>Trogon rufus</i>	surucuá-dourado	R		M				
<b>Alcedinidae</b>								
<i>Megaceryle torquata</i>	martim-pescador-grande	R		L				
<i>Chloroceryle amazona</i>	martim-pescador-verde	R		L				
<i>Chloroceryle americana</i>	martim-pescador-pequeno	R		L				
<b>Momotidae</b>								
<i>Baryphthengus ruficapillus</i>	juvuva	R	Endêmica	M				
<b>Galbulidae</b>								
<i>Galbula ruficauda</i>	ariramba	R		L				
<b>Bucconidae</b>								
<i>Notharchus macrorhynchos</i>	macuru-de-pescoço-branco	R		M				
<b>Ramphastidae</b>								

Espécie (CBRO, 2015)	Nome Popular (CBRO, 2015)	StOc	Endemismo M. Atlântica	Sensibilidade Ambiental	StAm			
					CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Ramphastos vitellinus</i>	tucano-de-bico-preto	R		H	Anexo2			
<i>Selenidera maculirostris</i>	araçari-poca	R	Endêmica	M				
<b>Picidae</b>								
<i>Picumnus cirratus</i>	Picapauzinho-barrado	R		L				
<i>Melanerpes flavifrons</i>	benedito-de-testa-amarela	R	Endêmica	M				
<i>Veniliornis maculifrons</i>	picapauzinho-de-testa-pintada	R, E		M				
<i>Veniliornis spilogaster</i>	picapauzinho-verde-carijó	R	Endêmica	M				
<i>Piculus flavigula</i>	pica-pau-bufador	R		H				
<i>Celeus flavescens</i>	pica-pau-de-cabeça-amarela	R		M				
<i>Campephilus robustus</i>	pica-pau-rei	R	Endêmica	M				
<b>Thamnophilidae</b>								
<i>Terenura maculata</i>	zidedê	R		M				
<i>Rhopias gularis</i>	choquina-de-garganta-pintada	R, E	Endêmica	M				
<i>Myrmotherula minor</i>	choquina-pequena	R, E	Endêmica	H		VU	VU	VU
<i>Formicivora erythronotos</i>	formigueiro-de-cabeça-negra	R, E	Endêmica	M		EN	CR	VU
<i>Dysithamnus stictothorax</i>	choquina-de-peito-pintado	R, E	Endêmica	M		NT		
<i>Dysithamnus mentalis</i>	choquina-lisa	R		M				

Espécie (CBRO, 2015)	Nome Popular (CBRO, 2015)	StOc	Endemismo M. Atlântica	Sensibilidade Ambiental	StAm			
					CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	chorozinho-de-asa-vermelha	R		M				
<i>Thamnophilus palliatus</i>	choca-listrada	R		L				
<i>Hypoedaleus guttatus</i>	chocão-carijó	R	Endêmica	H				
<i>Mackenziaena severa</i>	borralhara	R	Endêmica	M				
<i>Pyriglena leucoptera</i>	papa-taoca-do-sul	R	Endêmica	M				
<i>Drymophila ferruginea</i>	trovoada	R, E	Endêmica	M				
<i>Drymophila squamata</i>	pintadinho	R, E	Endêmica	M				
<b>Conopophagidae</b>								
<i>Conopophaga melanops</i>	cuspidor-de-máscara-preta	R		H				
<b>Grallariidae</b>								
<i>Myrmothera campanisona</i>	tovaca-patinho	R		H				
<b>Rhinocryptidae</b>								
<i>Merulaxis ater</i>	entufado	R, E	Endêmica	H		NT		
<b>Dendrocolaptidae</b>								
<i>Dendrocincla turdina</i>	arapaçu-liso	R	Endêmica	M				

Espécie (CBRO, 2015)	Nome Popular (CBRO, 2015)	StOc	Endemismo M. Atlântica	Sensibilidade Ambiental	StAm			
					CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde	R		M				
<i>Xiphorhynchus fuscus</i>	arapaçu-rajado	R	Endêmica	H				
<b>Furnariidae</b>								
<i>Xenops minutus</i>	bico-virado-miúdo	R		M				
<i>Xenops rutilans</i>	bico-virado-carijó	R		M				
<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	R		L				
<i>Automolus leucophthalmus</i>	barranqueiro-de-olho-branco	R	Endêmica	M				
<i>Anabazenops fuscus</i>	trepador-coleira	R, E	Endêmica	H				
<i>Anabacerthia lichtensteini</i>	limpa-folha-ocráceo	R	Endêmica	H				
<i>Philydor atricapillus</i>	limpa-folha-coroadado	R	Endêmica	H				
<i>Philydor rufum</i>	limpa-folha-de-testa-baia	R		M				
<i>Cichlocolaptes leucophrus</i>	trepador-sobrancelha	R, E	Endêmica	H				
<i>Phacellodomus erythrophthalmus</i>	joão-botina-da-mata	R, E	Endêmica	M				
<i>Synallaxis ruficapilla</i>	pichororé	R	Endêmica	M				

Espécie (CBRO, 2015)	Nome Popular (CBRO, 2015)	StOc	Endemismo M. Atlântica	Sensibilidade Ambiental	StAm			
					CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Synallaxis spixi</i>	joão-teneném	R		L				
<b>Pipridae</b>								
<i>Manacus manacus</i>	rendeira	R		L				
<i>Ilicura militaris</i>	tangarazinho	R, E	Endêmica	M				
<i>Chiroxiphia caudata</i>	tangará	R	Endêmica	L				
<b>Tityridae</b>								
<i>Oxyruncus cristatus</i>	araponga-do-horto	R		H				
<i>Myiobius barbatus</i>	assanhadinho	R		H				
<i>Iodopleura pipra</i>	anambezinho	R, E	Endêmica	M		EN		
<i>Tityra inquisitor</i>	anambé-branco-de-bochecha-parda	R		M				
<i>Pachyramphus castaneus</i>	caneleiro	R		M				
<i>Pachyramphus polychopterus</i>	caneleiro-preto	R		L				
<i>Pachyramphus marginatus</i>	caneleiro-bordado	R		H				
<b>Cotingidae</b>								

Espécie (CBRO, 2015)	Nome Popular (CBRO, 2015)	StOc	Endemismo M. Atlântica	Sensibilidade Ambiental	StAm			
					CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Lipaugus lanioides</i>	tropeiro-da-serra	R, E	Endêmica	H		NT		VU
<b>Tyrannoidea</b>								
<i>Incertae sedis</i>								
<i>Platyrinchus mystaceus</i>	patinho	R		M				
<b>Rhynchocyclidae</b>								
<i>Incertae sedis</i>								
<i>Mionectes rufiventris</i>	abre-asa-de-cabeça-cinza	R	Endêmica	M				
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	cabeçudo	R		M				
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	bico-chato-de-orelha-preta	R		M				
<i>Todirostrum poliocephalum</i>	teque-teque	R, E	Endêmica	L				
<i>Poecilotriccus plumbeiceps</i>	tororó	R		M				
<i>Hemitriccus orbitatus</i>	tiririzinho-do-mato	R, E	Endêmica	M		NT		
<i>Hemitriccus furcatus</i>	papa-moscas-estrela	R, E	Endêmica	M		VU		
<b>Tyrannidae</b>								

Espécie (CBRO, 2015)	Nome Popular (CBRO, 2015)	StOc	Endemismo M. Atlântica	Sensibilidade Ambiental	StAm			
					CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Hirundinea ferruginea</i>	gibão-de-couro	R		L				
<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha	R		L				
<i>Elaenia flavogaster</i>	guaracava-de-barriga-amarela	R		L				
<i>Capsiempis flaveola</i>	marianinha-amarela	R		L				
<i>Phyllomyias fasciatus</i>	piolhinho	R		M				
<i>Attila rufus</i>	capitão-de-saíra	R, E	Endêmica	M				
<i>Ramphotrigon megalcephalum</i>	maria-cabeçuda	R		M				
<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	R		L				
<i>Machetornis rixosa</i>	suiriri-cavaleiro	R		L				
<i>Megarynchus pitangua</i>	neinei	R		L				
<i>Myiozetetes similis</i>	bentevizinho-de-penacho-vermelho	R		L				
<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri	R		L				
<i>Colonia colonus</i>	viuvinha	R		L				
<i>Myiophobus fasciatus</i>	filipe	R		L				
<i>Fluvicola nengeta</i>	lavadeira-mascarada	R		L				
<i>Contopus cinereus</i>	papa-moscas-cinzento	R		L				

Espécie (CBRO, 2015)	Nome Popular (CBRO, 2015)	StOc	Endemismo M. Atlântica	Sensibilidade Ambiental	StAm			
					CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Knipolegus nigerrimus</i>	maria-preta-de-garganta-vermelha	R, E	Endêmica	M				
<b>Verionidae</b>								
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	R		L				
<i>Vireo olivaceus</i>	Juruviara-boreal	R		L				
<i>Hylophilus thoracicus</i>	vite-vite	R		H				
<b>Hirundinidae</b>								
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-pequena-de-casa	R		L				
<i>Atticora tibialis</i>	calcinha-branca	R		M				
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	andorinha-serradora	R		L				
<i>Progne chalybea</i>	andorinha- grande	R		L				
<b>Troglodytidae</b>								
<i>Troglodytes musculus</i>	corruíra	R		L				
<i>Cantorchilus longirostris</i>	garrinchão-de-bico-grande	R, E		L				
<b>Poliptilidae</b>								
<i>Ramphocaenus melanurus</i>	chirito	R		L				VU
<b>Turdidae</b>								

Espécie (CBRO, 2015)	Nome Popular (CBRO, 2015)	StOc	Endemismo M. Atlântica	Sensibilidade Ambiental	StAm			
					CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Turdus flavipes</i>	sabiá-una	R		M				
<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranjeira	R		L				
<i>Turdus albicollis</i>	sabiá-coleira	R		M				
<b>Mimidae</b>								
<i>Mimus gilvus</i>	sabiá-da-praia	R		L				EN
<b>Motacillidae</b>								
<i>Anthus lutescens</i>	caminheiro-zumbidor	R		L				
<b>Coerebidae</b>								
<i>Coereba flaveola</i>	cambacica	R		L				
<b>Thraupidae</b>								
<i>Saltator fuliginosus</i>	bico-de-pimenta	R	Endêmica	M				
<i>Saltator maximus</i>	tempera-viola	R		L				
<i>Orchesticus abeillei</i>	sanhaço-pardo	R, E	Endêmica	M		NT		
<i>Orthogonys chloricterus</i>	catirumbava	R, E	Endêmica	M				
<i>Tachyphonus coronatus</i>	tiê-preto	R	Endêmica	L				
<i>Ramphocelus bresilius</i>	tiê-sangue	R, E	Endêmica	L				
<i>Lanio cristatus</i>	tiê-galo	R		M				

Espécie (CBRO, 2015)	Nome Popular (CBRO, 2015)	StOc	Endemismo M. Atlântica	Sensibilidade Ambiental	StAm			
					CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Trichothraupis melanops</i>	tiê-de-topete	R		M				
<i>Tangara seledon</i>	saíra-sete-cores	R		M				
<i>Tangara cyanocephala</i>	saíra-militar	R	Endêmica	M				
<i>Tangara sayaca</i>	sanhaço-cinzento	R		L				
<i>Tangara palmarum</i>	sanhaço-do-coqueiro	R		L				
<i>Tangara ornata</i>	sanhaço-de-encontro-amarelo	R, E	Endêmica	M				
<i>Cissopis leverianus</i>	tietinga	R		L				
<i>Pipraeidea melanonota</i>	saíra-viúva	R		L				
<i>Tersina viridis</i>	saí-andorinha	R		L				
<i>Dacnis cayana</i>	saí-azul	R		L				
<i>Chlorophanes spiza</i>	saí-verde	R		M				VU
<i>Hemithraupis ruficapilla</i>	saíra-ferrugem	R, E	Endêmica	L				
<b>Emberizidae</b>								
<i>Zonotrichia capensis</i>	tico-tico	R		L				
<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra	R		L				
<i>Sporophila collaris</i>	coleiro-do-brejo	R		L				EN
<i>Sporophila caerulescens</i>	coleirinho	R		L				

Espécie (CBRO, 2015)	Nome Popular (CBRO, 2015)	StOc	Endemismo M. Atlântica	Sensibilidade Ambiental	StAm			
					CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Tiaris fuliginosus</i>	cigarra-preta	R		L				
<i>Arremon semitorquatus</i>	tico-tico-do-mato	R, E	Endêmica	M				
<b>Cardinalidae</b>								
<i>Habia rubica</i>	tiê-de-bando	R		H				
<b>Parulidae</b>								
<i>Setophaga pitiayumi</i>	mariquita	R		M				
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	pia-cobra	R		L				
<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula	R		M				
<i>Myiothlypis rivularis</i>	pula-pula-ribeirinho	R		M				
<b>Icteridae</b>								
<i>Psarocolius decumanus</i>	japu	R		M				
<i>Cacicus haemorrhous</i>	guaxe	R		L				
<i>Molothrus oryzivorus</i>	iraúna-grande	VN		L				
<i>Molothrus bonariensis</i>	chupim	R		L				
<i>Sturnella superciliaris</i>	polícia-inglesa-do-sul	R		L				
<b>Fringillidae</b>								
<i>Euphonia chlorotica</i>	fim-fim	R		L				

Espécie (CBRO, 2015)	Nome Popular (CBRO, 2015)	StOc	Endemismo M. Atlântica	Sensibilidade Ambiental	StAm			
					CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Euphonia violacea</i>	gaturamo	R		L				
<i>Euphonia pectoralis</i>	ferro-velho	R	Endêmica	M				
<i>Chlorophonia cyanea</i>	gaturamo-bandeira	R		M				
<b>Estrildidae</b>								
<i>Estrilda astrild</i>	bico-de-lacre	R		L				
<b>Passeridae</b>								
<i>Passer domesticus</i>	pardal	R		L				

Legenda: StOc= Status de Ocorrência no Brasil (CBRO, 2015) onde R= Residente e E= Endêmico do Brasil; Endemismos da Mata Atlântica (BROOKS *et al.*, 1999); Sensibilidade Ambiental (STOTZ *et al.*, 1996) onde H= Alta Sensibilidade, M= Média Sensibilidade e L= Baixa Sensibilidade; StAm= Status de Ameaça, onde lista estadual (RJ) segundo BERGALLO *et al.*, 2000, IUCN (2016.3) e MMA (MMA, 2014).

Fonte: Bourscheid, 2017.

### 5.3.3.3 Mastofauna

O Estado do Rio de Janeiro, em sua maior parte, está inserido dentro do bioma Mata Atlântica; a redução de áreas nativas devido à destruição humana para ocupação e outras atividades antrópicas gerou uma grande perda de habitat. Apesar disso, são consideradas aproximadamente 185 espécies de mamíferos ocorrentes para o estado (ROCHA *et al.*, 2004). Desse total, 104 espécies são terrestres, 19 aquáticas e 62 voadoras. No Quadro 5-7 são apresentadas as espécies de mamíferos silvestres ocorrentes na região da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), segundo o EIA – Angra 3 (ELETRONUCLEAR/MRS, 2005).

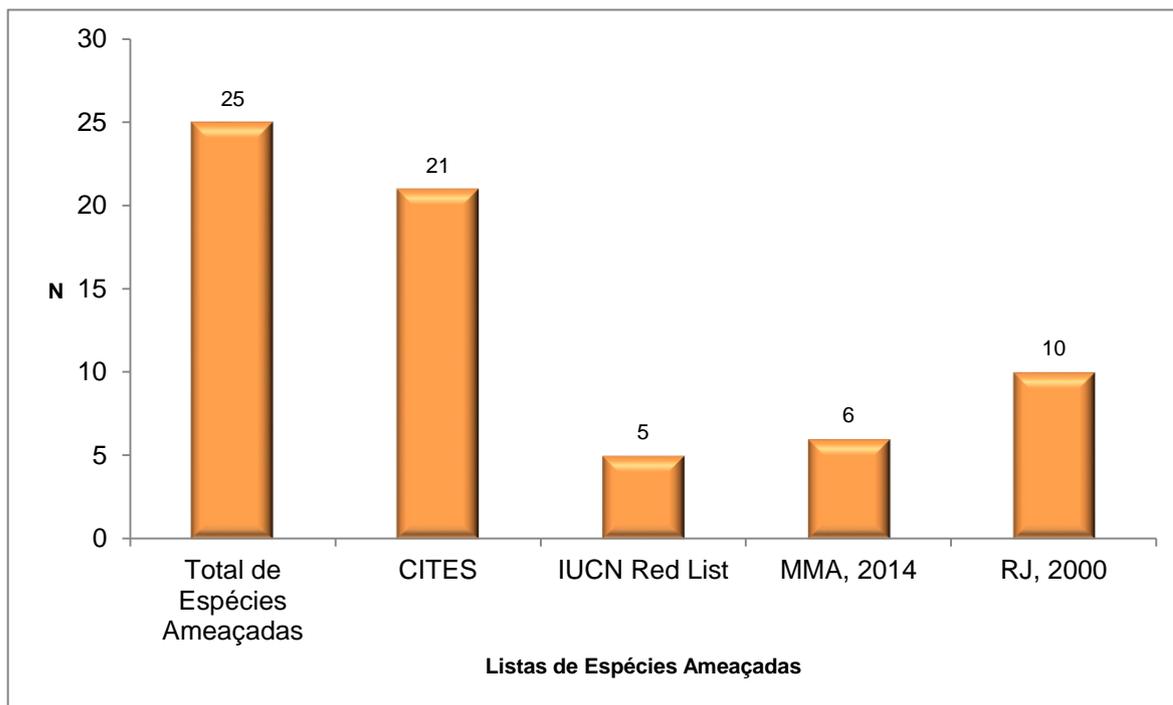
Segundo os dados bibliográficos pesquisados, há 94 espécies de mamíferos compiladas e consideradas de ocorrência ou potencial ocorrência registradas na área do diagnóstico de Angra 3, que engloba a AID e AII do futuro empreendimento. Dessas, 16 são endêmicas da Mata Atlântica e 25 estão classificadas com algum grau de ameaça, seja em nível internacional (IUCN e CITES), nacional (MMA, 2014) ou para o estado do Rio de Janeiro (BERGALLO *et al.*, 2000) (Figura 5-39). Das espécies com algum *status* de ameaça internacional, 8 estão no Anexo 1<sup>5</sup> e 13 no Anexo 2<sup>6</sup> da lista da CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*). Além disso, 4 espécies da região estão classificadas segundo a IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) com *status* de “Vulnerável” e 1 espécie “Em Perigo”.

Em nível nacional, o gato-maracajá (*Leopardus wiedii*) está com *status* de ameaça “Vulnerável”; considerados “Em Perigo” estão o gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*), a baleia-franca-do-sul (*Eubalaena australis*), o miquiqui-do-sul (*Brachyteles arachnoides*) e o sagui-da-serra-escuro (*Callithrix aurita*). Além disso, a toninha (*Pontoporia blainvillei*) foi considerada “Criticamente Ameaçada”. Já na lista estadual de espécies ameaçadas, 9 estão classificadas como “Vulnerável” para o estado do Rio de Janeiro e 1 como “Criticamente em Perigo”.

<sup>5</sup> Anexo 1: compreende todas as espécies ameaçadas de extinção que são ou poderiam ser afetadas pelo comércio.

<sup>6</sup> Anexo 2: compreende todas as espécies que mesmo não estando em perigo de extinção, precisam ter seu comércio regularizado para que tal fato não ocorra.

Figura 5-39 – Número de espécies de mamíferos ameaçadas ocorrentes nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento.



Fonte: Bourscheid, 2017.

Especificamente em relação à mastofauna aquática, são registradas 14 espécies de cetáceos ocorrentes na Baía de Ilha Grande/RJ, segundo o EIA – Angra 3 (ELETRONUCLEAR/MRS, 2005). De acordo com esse estudo, para a região oeste dessa Baía, e localização do futuro empreendimento em relação ao mar, ocorrem duas espécies de mysticetos (*Sotalia fliviatilis* e *Pontoporia blainvillei*) e quatro espécies de odontocetos (*Orcinus orca*, *Eubalaena australis*, *Megaptera novaeangliae* e *Delphinus sp.*). Esses registros podem estar subestimados em virtude da falta de esforços direcionados na área, pois, de uma forma em geral, os cetáceos realizam grandes deslocamentos, sendo que outras espécies registradas em outras áreas da Baía podem, ocasionalmente, utilizar a região oeste também.

Das espécies registradas na região oeste da Baía supracitada, 5 delas constam nos livros nacionais e/ou internacionais de espécies ameaçadas. Entre as espécies de mysticetos da região, o boto-cinza (*Sotalia fliviatilis*) está no Anexo 1 da lista internacional da CITES, enquanto que a toninha (*Pontoporia blainvillei*) consta no Anexo 2 da mesma lista, além de estar na categoria “ criticamente em Perigo” no Livro Vermelho de Espécies Ameaçadas de Extinção (MMA, 2014) e “Vulnerável” na lista oficial do estado do Rio de Janeiro (BERGALLO *et al.*, 2000). Já entre os odontocetos, a espécie *Orcinus orca* (Orca) está no Anexo 2 da lista internacional da

CITES. Os indivíduos de Baleia-franca-do-sul (*Eubalaena australis*) e de Baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) constam no Anexo 1 da Lista Internacional da CITES e na categoria “Vulnerável” na lista estadual supracitada. A Baleia-franca-do-sul consta também na lista nacional, na categoria “Em Perigo”.

A área prevista para a implantação do empreendimento não apresenta recursos atrativos suficientes para as espécies da mastofauna ecologicamente mais exigentes, por se tratar de uma área já antropizada localizada em área industrial e de pequena dimensão. Além disso, a maioria das espécies encontradas de forma primária nos estudos de referência, e que são espécies potenciais de ocorrência para a área do empreendimento, são espécies generalistas, possuindo plasticidade ambiental e ampla distribuição geográfica. Suas necessidades ecológicas provavelmente abrangem áreas de várias outras espécies, regulando as populações de suas presas, estruturando a comunidade residente e suas variações podem ter importantes consequências para a estrutura dos ecossistemas. Ainda, nos limites da área de influência direta do empreendimento, há uma parte do Parque Nacional da Serra de Bocaina, que constitui uma Unidade de Conservação (UC) de Proteção Integral, com fragmentos da Mata Atlântica mais preservados, onde, segundo o Plano de Manejo desta UC, há registros de espécies ecologicamente mais exigentes, do topo da cadeia alimentar e/ou com algum grau de ameaça, como a onça-pintada (*Panthera onca*), o puma (*Puma concolor*), a anta (*Tapirus terrestris*), o queixada (*Tayassu pecari*), o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), entre outras.

Considerando que a ADA, por tratar-se de uma área industrial, encontra-se bastante descaracterizada em relação aos aspectos ambientais necessários à ocorrência das espécies consideradas nesse item, pode-se inferir que a probabilidade de ocorrência de espécies ecologicamente mais exigentes nesta área é extremamente baixa.

Quadro 5-7 – Lista de espécies de mamíferos silvestres com potencial ocorrência nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento.

Ordens/Espécies	Nome Popular	Espécies com Registro Primário nos Estudos de Referência	Endemismo		Status de Ameaça			
			Mata Atlântica	Rio de Janeiro	CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<b>Artiodactyla</b>								
<i>Pecari tajacu</i>	caititu				Anexo 2			VU
<b>Carnivora</b>								
<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato				Anexo 2			
<i>Eira barbara</i>	irara							
<i>Galictis cuja</i>	furão-pequeno							
<i>Leopardus pardalis</i>	jaguaritica				Anexo 1			VU
<i>Leopardus tigrinus</i>	gato-do-mato-pequeno				Anexo 1	VU	EN	
<i>Leopardus wiedii</i>	gato-maracajá				Anexo 1		VU	VU
<i>Lutra longicaudis</i>	lontra							
<i>Nasua nasua</i>	quati							
<b>Cetacea</b>								
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	baleia-minke-anã				Anexo 1			
<i>Balaenoptera edeni</i>	baleia-de-bryde				Anexo 1			
<i>Delphinus sp.</i>	golfinho-comum							

Ordens/Espécies	Nome Popular	Espécies com Registro Primário nos Estudos de Referência	Endemismo		Status de Ameaça			
			Mata Atlântica	Rio de Janeiro	CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Eubalaena australis</i>	baleia-franca-do-sul				Anexo 1		EN	VU
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	baleia-piloto-de-peitorais-curtas				Anexo 2			
<i>Megaptera novaeangliae</i>	baleia-jubarte				Anexo 1			VU
<i>Orcinus orca</i>	orca				Anexo 2			
<i>Physeter catodon</i>	cachalote					VU		
<i>Pontoporia blainvillei</i>	toninha				Anexo 2	VU	CR	VU
<i>Pseudorca crassidens</i>	falsa-orca				Anexo 2			
<i>Stenella frontalis</i>	golfinho-pintado-do-atlântico				Anexo 2			
<i>Steno bredanensis</i>	golfinho-de-dentes-rugosos				Anexo 2			
<i>Tursiops truncatus</i>	golfinho-nariz-de-garrafa				Anexo 2			
<b>Chiroptera</b>								
<i>Anoura caudifer</i>	morcego-focinhudo	X						
<i>Artibeus lituratus</i>	morcego	X						
<i>Artibeus fimbriatus</i>	morcego	X						
<i>Artibeus sp.</i>	morcego							

Ordens/Espécies	Nome Popular	Espécies com Registro Primário nos Estudos de Referência	Endemismo		Status de Ameaça			
			Mata Atlântica	Rio de Janeiro	CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Carollia perspicillata</i>	morcego	X						
<i>Carollia sp.</i>	morcego							
<i>Desmodus rotundus</i>	morcego-vampiro-comum	X						
<i>Glossophaga soricina</i>	morcego-beija-flor							
<i>Glossophaga sp.</i>	morcego							
<i>Histiotus sp.</i>	morcego							
<i>Lonchophylla mordax</i>	morcego-língua-longa	X						
<i>Molossus ater</i>	morcego							
<i>Molossus molossus</i>	morcego							
<i>Myotis nigrican</i>	morcego	X						
<i>Noctilio leporinus</i>	morcego-pescador							
<i>Peropteryx macrotis</i>	morcego							
<i>Phyllostomus hastatus</i>	morcego							
<i>Plathyrrhinus lineatus</i>	morcego	X						
<i>Sturnira lilium</i>	morcego	X						
<i>Tonatia sp.</i>	morcego							

Ordens/Espécies	Nome Popular	Espécies com Registro Primário nos Estudos de Referência	Endemismo		Status de Ameaça			
			Mata Atlântica	Rio de Janeiro	CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<b>Didelphimorphia</b>								
<i>Caluromys philander</i>	cuíca							
<i>Chironectes minimus</i>	cuíca-d'água							
<i>Didelphis aurita</i>	gambá	X	X					
<i>Gracilinanus microtarsus</i>	catita		X					
<i>Marmosops incanus</i>	cuíca							
<i>Metachirus nudicaudatus</i>	cuíca-de-quatro-olhos							
<i>Micoureus demerarae</i>	cuíca							
<i>Monodelphis americana</i>	catita							
<i>Monodelphis scallops</i>	catita		X					
<i>Monodelphis sp.</i>	catita							
<i>Philander frenatus</i>	cuíca-de-quatro-olhos							
<b>Lagomorpha</b>								
<i>Sylvilagus sp.</i>	tapiti							
<b>Primates</b>								
<i>Alouatta fusca</i>	bugio-marrom		X		Anexo 2			

Ordens/Espécies	Nome Popular	Espécies com Registro Primário nos Estudos de Referência	Endemismo		Status de Ameaça			
			Mata Atlântica	Rio de Janeiro	CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Brachyteles arachnoides</i>	muriqui-do-sul		X		Anexo 1	EN	EN	CR
<i>Callithrix aurita</i>	sagui-da-serra-escuro		X			VU	EN	VU
<i>Callithrix jacchus</i>	sagui-do-nordeste		X					
<i>Cebus nigritus</i>	macaco-prego		X		Anexo 2			
<i>Cebus apella</i>	macaco-prego	X			Anexo 2			
<b>Rodentia</b>								
<i>Akodon cursor</i>	rato-de-grama	X						
<i>Akodon serrensis</i>	rato-do-chão		X					
<i>Cavia aperea</i>	preá							
<i>Coendou prehensilis</i>	coandu	X						
<i>Cuniculus paca</i>	paca							
<i>Dasyprocta leporina</i>	cutia							
<i>Delomys dorsalis</i>	rato-do-mato		X					
<i>Delomys sublineatus</i>	rato-do-mato	X	X					
<i>Euryzomatomys spinosus</i>	guirá							
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara							

Ordens/Espécies	Nome Popular	Espécies com Registro Primário nos Estudos de Referência	Endemismo		Status de Ameaça			
			Mata Atlântica	Rio de Janeiro	CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Juliomys pictipes</i>	rato-do-mato	X	X					
<i>Kannabateomys amblyonyx</i>	rato-da-taquara							VU
<i>Nectomys squamipes</i>	rato-d'água							
<i>Oecomys sp.</i>	rato-da-árvore							
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	rato-do-mato	X						
<i>Oligoryzomys sp.</i>	rato-do-mato							
<i>Oryzomys intermedius</i>	rato-do-mato							
<i>Oryzomys nitidus</i>	rato-do-mato	X						
<i>Oryzomys ratticeps</i>	rato-do-mato							
<i>Oryzomys russatus</i>	rato-do-mato							
<i>Oxymycterus dasytrichus</i>	rato-do-brejo	X	X					
<i>Phyllomys sp.</i>	rato-da-árvore							
<i>Rattus rattus</i>	rato-preto							
<i>Rhipidomys sp.</i>	rato-da-árvore							
<i>Sciurus aestuans</i>	caxinguelê							
<i>Sciurus ingrami</i>	esquilo	X						

Ordens/Espécies	Nome Popular	Espécies com Registro Primário nos Estudos de Referência	Endemismo		Status de Ameaça			
			Mata Atlântica	Rio de Janeiro	CITES	IUCN	MMA	Lista RJ
<i>Sphiggurus insidiosus</i>	ouriço-amarelo							
<i>Thaptomys nigrita</i>	rato-do-chão		X					VU
<i>Trinomys dimidiatus</i>	rato-de-espinho		X					
<i>Trinomys iheringi</i>	rato-de-espinho		X					
<b>Xenarthra</b>								
<i>Bradypus variegatus</i>	preguiça				Anexo 2			
<i>Dasypus novemcinctus</i>	tatu-galinha							
<i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu-peludo							

Legenda: Endemismo para Mata Atlântica, segundo Paglia *et al.*, 2012 e para o Rio de Janeiro, segundo Rocha *et al.*, 2004. Status de Ameaça: VU: Vulnerável, EN: Em Perigo, CR: Criticamente em Perigo. Anexo 1: compreende todas as espécies ameaçadas de extinção que são ou poderiam ser afetadas pelo comércio e Anexo 2: compreende as espécies que mesmo não estando em perigo de extinção precisam ter seu comércio regularizado para que tal fato não ocorra. Status de Ameaça, onde lista estadual (RJ) segundo BERGALLO *et al.*, 2000, IUCN (2016.3) e MMA (MMA, 2014).

Fonte: Bourscheid, 2017.

#### 5.3.3.4 Considerações Finais da Fauna

A região do empreendimento é denominada “Costa Verde” por representar um dos maiores núcleos de Floresta Atlântica no estado, encontrando-se em diferentes estados de conservação e apresentando percentual de remanescentes florestais superior a 80%, em áreas onde o relevo acentuado dificulta a ocupação e a instalação de algumas atividades econômicas, permitindo uma maior preservação da vegetação (GOMES; REIS; CRUZ, 2009), e, conseqüentemente, possibilitando a ocorrência de uma grande riqueza de espécies e indivíduos da fauna.

Portanto, é esperado que a Área de Influência Indireta deste estudo possua o mesmo potencial de riqueza de espécies. Deste modo, a revisão dos dados bibliográficos permitiu elencar 70 espécies de anfíbios e 39 espécies de répteis, 200 espécies de aves e 94 espécies de mamíferos. Destas, 61 espécies possuem alguma restrição nas listas de espécies ameaçadas (MMA, IUCN, Estado do Rio de Janeiro e CITES), sendo 17 espécies de aves, 19 espécies da herpetofauna e 25 espécies da mastofauna. Cabe destacar que os registros de fauna considerados no presente estudo ultrapassam os limites das áreas de influência consideradas, levando em consideração a dinâmica de movimentação dos animais na região.

Embora seja observada uma grande riqueza de espécies e semelhança fisionômica na All, o local da edificação do empreendimento alvo deste estudo, localizado na área industrial da CNAAA, destaca-se por se apresentar como local de riqueza inexpressiva devido ao ambiente alterado e sem atrativos à fauna, ocorrendo apenas espécies comuns, abundantes e tolerantes às perturbações humanas.

#### 5.3.4 Unidades de Conservação e Demais Áreas Protegidas

As áreas protegidas são definidas pela União Mundial para a Conservação da Natureza (IUCN) como “*uma superfície de terra ou mar especialmente consagrada à proteção e preservação da diversidade biológica, assim como dos recursos naturais e culturais associados, e gerenciada através de meios legais ou outros meios eficazes*” (IUCN, 1994). No Brasil, essas áreas normalmente estão na forma de Unidades de Conservação, Áreas Naturais Tombadas, Áreas de Reserva Legal ou Áreas de Preservação Permanente, conforme definido no Código Florestal (BRASIL, 2012). Mesmo sem proteção específica regulamentada, as Áreas Prioritárias também se configuram como áreas de interesse conservacionista.

#### 5.3.4.1 Unidades de Conservação

Foi instituído no Brasil, através da Lei Federal nº 9.985/2000, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da natureza - SNUC que objetiva a consolidação e a ordenação das áreas protegidas, em níveis federal, estadual e municipal.

As Unidades de Conservação integrantes do SNUC dividem-se em dois grupos, conforme seus objetivos de manejo e tipos de uso: Proteção Integral e Uso Sustentável. As Unidades de Conservação de Proteção Integral têm como objetivo básico a preservação da natureza, sendo admitido o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos no SNUC, enquanto as Unidades de Conservação de Uso Sustentável têm como objetivo básico compatibilizar a conservação da natureza com o uso direto de parcela dos seus recursos naturais.

Segundo o Art. 5º da Resolução CONAMA nº 428/2010, para os processos de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA/RIMA, o órgão ambiental licenciador deverá dar ciência ao órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), quando o empreendimento:

I – puder causar impacto direto em UC;

II – estiver localizado na sua Zona de Amortecimento (ZA);

III – estiver localizado no limite de até 2 mil metros da UC, cuja ZA não tenha sido estabelecida no prazo de até 5 anos a partir da data da publicação da Resolução nº 473/2015 (redação dada pela Resolução nº 473/2015).

§ 1º Os órgãos licenciadores deverão disponibilizar na rede mundial de computadores as informações sobre os processos de licenciamento em curso.

§ 2º Nos casos das Áreas Urbanas Consolidadas, das APAs e RPPNs, não se aplicará o disposto no inciso III.

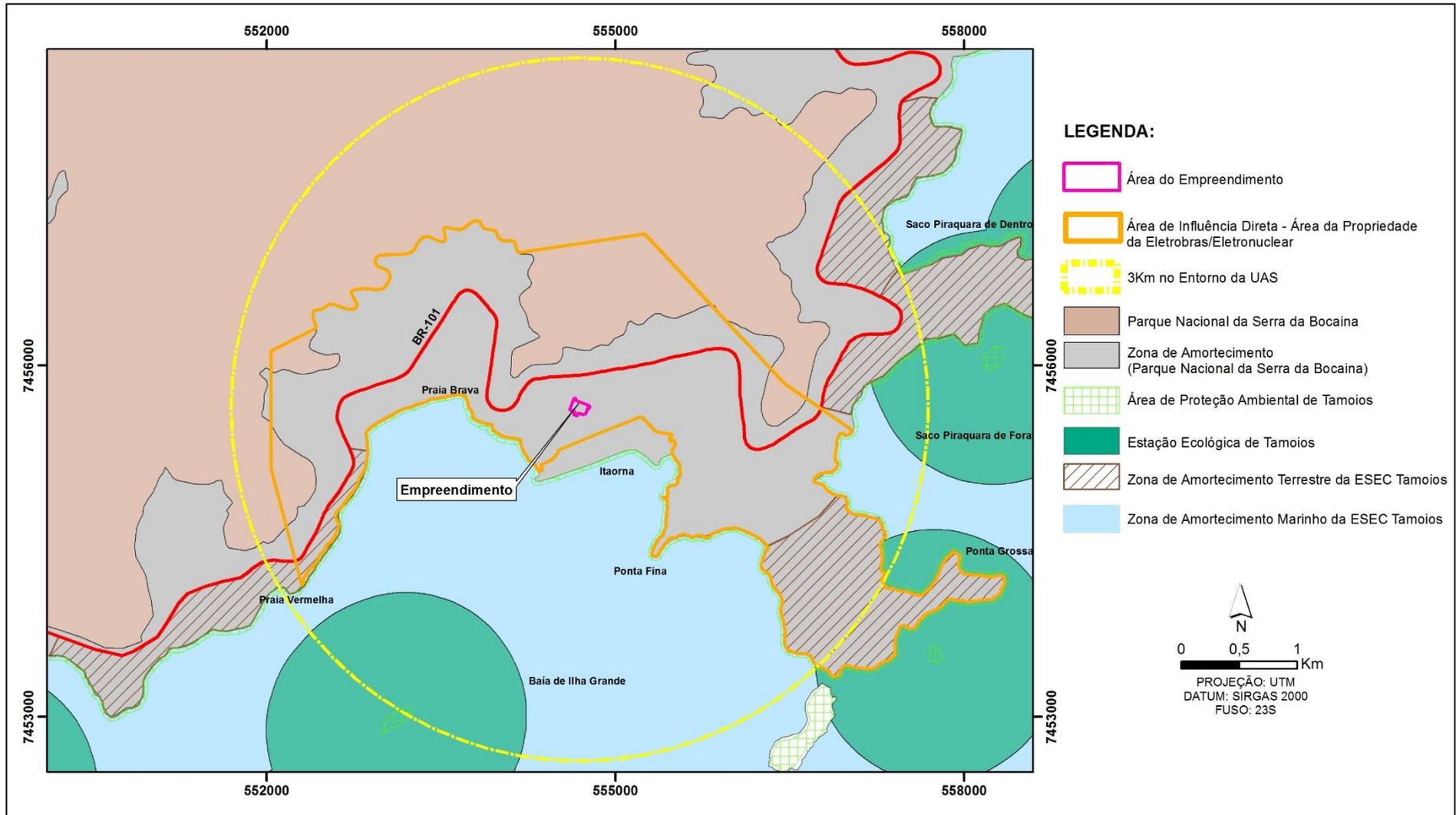
§ 3º Nos casos de RPPN, o órgão licenciador deverá dar ciência ao órgão responsável pela sua criação e ao proprietário.

Para a região da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) foram identificadas as Unidades de Conservação cuja localização em relação ao empreendimento esteja em um raio de 3 km, conforme Resolução supracitada. Foram identificadas 3 Unidades de Conservação, 2 delas pertencentes à categoria “Proteção Integral” e 1 delas de “Uso Sustentável”: o Parque Nacional (PARNA) da Serra de Bocaina, a Estação Ecológica (ESEC) de Tamoios e a Área de Proteção Ambiental (APA) de Tamoios, respectivamente (Quadro 5-8 e Figura 5-40).

Criada pelo governo federal, a ESEC de Tamoios se superpõe a APA de Tamoios, criada pelo governo do estado do Rio de Janeiro. Essas três áreas protegidas tem importância extremamente alta (EA) e prioridade muito alta (MA), de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA). Essa classificação baseou-se unicamente na denominação com a qual foram legalmente criadas (MMA, 2007).

Da totalidade das UC's identificadas, apenas uma (PARNA da Serra de Bocaina) terá sua zona de amortecimento interceptada para a implantação da UAS.

Figura 5-40 - Unidades de conservação encontradas num raio de 3 km do empreendimento



Fonte: Bourscheid, 2017.

Quadro 5-8 – Unidades de Conservação localizadas em um raio de 3 km da área de influência do empreendimento .

Unidade de Conservação	Decreto de Criação	Localização	Categoria	Administração	Área (km <sup>2</sup> )	Instrumento de Planejamento	Bioma
PARNA da Serra da Bocaina	Dec. nº 70.694/1972	RJ: Paraty e Angra dos Reis SP: São José do Barreiro, Ubatuba, Cunha e Areias	Proteção Integral	Federal	1.040 <sup>7</sup>	Plano de Manejo 2002	Mata Atlântica/ Zona Costeira
ESEC de Tamoios	Dec. nº 98.864/1990	RJ: Paraty e Angra dos Reis	Proteção Integral	Federal	93,61 <sup>8</sup>	Plano de Manejo 2006	Mata Atlântica/ Zona Costeira
APA de Tamoios	Dec. nº 9.452/1982	Angra dos Reis/RJ	Uso Sustentável	Estadual	951 <sup>9</sup>	Plano de Manejo 1994	Mata Atlântica/ Zona Costeira

Fonte: <http://www.icmbio.gov.br>, acesso em 2017.<sup>7</sup> <http://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/> (Acesso em 2017)<sup>8</sup> <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2254-esec-de-tamoios> (Acesso em 2017)<sup>9</sup> Atlas das Unidades de Conservação na Natureza do Estado do Rio de Janeiro – METALIVROS 2001.

### 5.3.4.2 Áreas de Preservação Permanente

A legislação ambiental brasileira considera as Áreas de Preservação Permanente (APP) como área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Lei nº 12.727/2012 e 12.651/2012).

Em acordo com o Art. 4º da referida Lei, as categorias de APP existentes na AID do empreendimento são:

- As faixas marginais de curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular;
- As áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica;
- O topo de morros, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação.

Delimitam-se APP ao longo dos cursos de água (30m), nascentes e topo de morro da área de influência direta do empreendimento, sendo 84,35% delas ocupadas por vegetação nativa e 15,65% por áreas urbanizadas/atividades antrópicas (Tabela 5-4). A Lei nº 12.727/2012 determina em seu Art. 8º, que a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental previstas na Lei.

Tabela 5-4 – Quantificação do uso do solo nas áreas de preservação permanente da Área de Influência Direta da UAS

Classe	Área (m <sup>2</sup> )	%
Vegetação Nativa	2375,7	91,93
Áreas Urbanizadas ou com Atividades Antrópicas	208,41	8,07
<b>TOTAL</b>	<b>2584,11</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Bourscheid, 2017.

### 5.3.4.3 Mosaicos

A constituição de Mosaicos de Unidades de Conservação foi oficialmente prevista a partir do Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, através da Lei Federal nº 9.985/2000. Na área de influência direta e indireta do empreendimento, temos trecho do Mosaico Bocaina (Portaria MMA nº 349/2006), abrangendo unidades de conservação federais, estaduais e municipais. Localizado nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, é composto por 14 municípios, 5 terras indígenas, 4 quilombolas e 18 Unidades de Conservação, com suas respectivas zonas de amortecimento (Mosaico Bocaina), das quais as 3 que estão na área de influência do empreendimento fazem parte.

### 5.3.4.4 Corredores Ecológicos

A Resolução CONAMA nº 9/1996, define corredores ecológicos como uma “faixa de cobertura vegetal existente entre remanescentes de vegetação primária em estágio médio e avançado de regeneração, capaz de propiciar habitat ou servir de área de trânsito para a fauna residente nos remanescentes”, sendo estes remanescentes pertencentes às unidades de conservação e/ou áreas de preservação permanente. Essa Resolução especifica ainda que as matas ciliares em toda sua extensão são consideradas como Corredores Ecológicos, e que a largura dos corredores deve ser fixada previamente em, no mínimo, 10% do seu comprimento total, sendo 100 m a largura mínima. Não foram identificados corredores ecológicos reconhecidos em ato do Ministério do Meio Ambiente. O corredor ecológico de Biodiversidade da Mata Atlântica, localizado na região do empreendimento é o Corredor de Biodiversidade da Serra do Mar.

### 5.3.4.5 Faixa Marginal de Proteção

Faixa Marginal de Proteção (FMP), demarcada pelo Estado do Rio de Janeiro, é definida como faixas de terra às margens de rios, lagos, lagoas e reservatórios d'água, necessárias à proteção, defesa, conservação e operação de sistemas fluviais e lacustres. Essas faixas de terra são de domínio público e suas larguras são determinadas em projeção horizontal, considerando os níveis máximos de água (NMA), de acordo com as determinações dos órgãos federais e estaduais (Lei

Estadual nº 1.130/1987). Assim, a FMP é uma limitação administrativa imposta pelo Poder Público, sobre terras marginais que podem ser de propriedade federal, estadual, municipal ou de particulares, consagrada pela Constituição Estadual (inciso III do Artigo 265) como Área de Preservação Permanente. Exceto para as águas públicas da União, a demarcação das Faixas Marginais de Proteção é atribuição precípua do Instituto Estadual do Ambiente - INEA).

#### *5.3.4.6 Áreas Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira (MMA)*

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), assinada em 1992 (Decreto Legislativo nº 2/1994), aborda aspectos importantes referentes ao tema biodiversidade, tais como: conservação e utilização sustentável, identificação e monitoramento, conservação *ex situ* e *in situ*, pesquisa e treinamento, educação e conscientização pública, minimização de impactos negativos, acesso a recursos genéticos, acesso à tecnologia e transferência, intercâmbio de informações, cooperação técnica e científica, gestão da biotecnologia e repartição de seus benefícios, entre outros (MMA, 2006).

Para cumprir com as diretrizes e as demandas da CDB, o Brasil, como país signatário elaborou a Política Nacional de Diversidade Biológica e implementou o Programa Nacional da Diversidade Biológica - PRONABIO, para viabilizar as ações propostas pela Política Nacional. O Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira - PROBIO foi criado para oferecer o apoio às iniciativas voltadas à coleta de informações capazes de oferecer uma avaliação da situação da biodiversidade do país. Neste sentido, avaliar e identificar áreas e ações prioritárias para a conservação dos biomas brasileiros mostrou-se iniciativa pioneira e instigante, devido à grande representatividade e importância da biodiversidade brasileira para o desenvolvimento sustentável do Brasil (MMA, 2002).

A primeira “Avaliação e Identificação das Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação dos Biomas Brasileiros” foi realizada pelo MMA entre os anos de 1998 e 2000. Neste processo foram definidas 900 áreas estabelecidas pelo Decreto nº 5.092/2004, e instituídas pela Portaria MMA nº 126/2004, para fins de instituição de Unidades de Conservação, no âmbito do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), pesquisa e inventário da biodiversidade, utilização, recuperação de áreas degradadas e de espécies ameaçadas de extinção

e repartição de benefícios derivados do acesso a recursos genéticos e ao conhecimento tradicional associado.

Em 2007, a Portaria MMA nº 9 determinou a atualização das Áreas Prioritárias para a Conservação, especificamente para o bioma Mata Atlântica foram identificadas 880 áreas distribuídas em 428.409 km<sup>2</sup>. Desse total, 522 são áreas novas e 358 são áreas sob algum tipo de proteção. Já as Áreas Prioritárias da Zona Costeira e Marinha é composta por 608 áreas (506 costeiras e 102 marinhas), desta totalidade, foram identificadas 301 áreas prioritárias para a área de abrangência do bioma Mata Atlântica.

Há duas Áreas Prioritárias na área de influência direta do empreendimento, Ma230 e MaZc 205, sendo que a ADA está contida na Ma230 (Apêndice 5.3.4-1 - Mapa de Unidades de Conservação e Apêndice 5.3.4-2 - Áreas Prioritárias para Conservação).

– Ma230 – Angra dos Reis

Essa área está localizada nas áreas prioritárias do bioma Mata Atlântica, e localiza-se, principalmente no município de Volta Redonda, estado do Rio de Janeiro. Possui uma área de 2223 km<sup>2</sup>, e, segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), a importância e prioridade dessa área são extremamente altas (EA), sendo a recuperação da área a ação prioritária proposta.

– MaZc 205 – Baía da Ilha Grande – RJ

Essa área está localizada na Zona Costeira do estado do Rio de Janeiro e localiza-se, principalmente, no município de Angra dos Reis, estado do Rio de Janeiro. Possui uma área de 1214 km<sup>2</sup> e, segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), a importância dessa área prioritária é extremamente alta (EA), sendo sua prioridade muito alta (MA).

#### 5.3.4.7 Patrimônio Paisagístico

O Patrimônio Paisagístico encontrado na área de influência do empreendimento é apresentado no capítulo 5.4.4 - Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico.

#### 5.3.4.8 Patrimônio Imaterial

O Patrimônio Imaterial encontrado na área de influência do empreendimento é apresentado no capítulo 5.4.4 - Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico.

### 5.4 Meio Socioeconômico

#### 5.4.1 Introdução

Neste capítulo são apresentados os resultados dos estudos socioeconômicos referentes à implantação da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irradiado (UAS) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA). A UAS será uma edificação construída na área da CNAAA, distrito de Cunhambebe, no município de Angra dos Reis/RJ.

Este estudo foi elaborado adotando como metodologia o levantamento de dados secundários em *sites* de institutos oficiais de estatísticas, como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e principalmente estudos anteriores, como o EIA da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – Angra 3 (ELETRONUCLEAR/MRS, 2005). O estudo englobará um conjunto de temáticas para a caracterização Socioeconômica, Histórica, Cultural, Paisagística e Arqueológica das Áreas de Influência.

Como Área de Influência Indireta (AII) foram selecionados os municípios de Angra dos Reis, Paraty e Rio Claro. Como Área de Influência Direta (AID), foram analisadas realidades socioambientais das localidades próximas à propriedade da CNAAA no município de Angra dos Reis. Estas localidades estão situadas nos distritos de Cunhambebe e Mambucaba. No distrito de Cunhambebe a análise foi realizada nos Bairros Porto Frade e Frade, distantes aproximadamente, 2,9 km e 4,0 km, respectivamente. No distrito de Mambucaba a análise foi realizada para os seguintes Bairros: Praia Brava (constituída pela vila residencial de funcionários da Eletronuclear), localizada dentro da propriedade da CNAAA; Praia Vermelha (4,4 km); Vila Histórica de Mambucaba (5,0 km); Parque Perequê (7,0 km) e Parque Mambucaba (7,1 km).

### **5.4.2 Caracterização Socioeconômica e Cultural da All**

A condição de vida socioeconômica de uma população resulta de um conjunto de fatores ligados à base produtiva (Aspectos Econômicos do Município da All), do grau e qualidade de acesso aos serviços e equipamentos públicos de atendimento básico em saúde, ensino, habitação e saneamento e ao grau de acesso e ao trabalho e geração de renda. A interação entre esses fatores condiciona o modo e a qualidade de vida das pessoas, de tal modo que é possível, através de indicadores sociais sintéticos, conhecer as condições gerais de vida de uma determinada população. Portanto, a caracterização das Condições de Vida da População Residente na All será realizada através da descrição da condição de acesso aos principais serviços e equipamentos sociais públicos.

#### *5.4.2.1 Processo Histórico de Ocupação Humana Regional e Local*

O Estado do Rio de Janeiro está dividido em oito Regiões de Governo, instituídas pela Lei nº 1227/87, que dispôs o Plano de Desenvolvimento Econômico e Social para o período de 1988 a 1991. Esta lei deu início ao processo de regionalização, porém foi revogada. Desse período até os dias atuais ocorreram algumas alterações de denominação e composição dessas regiões. Atualmente elas são denominadas: Metropolitana, Noroeste Fluminense, Norte Fluminense, Baixadas Litorâneas, Serrana, Centro-Sul Fluminense, Médio Paraíba e Costa Verde (CEPERJ, 2017). A divisão e composição das mesmas podem ser visualizadas na Figura 5-41.

Os municípios pertencentes à All estão situados na região da Costa Verde (Angra dos Reis e Paraty) e Região do Médio Paraíba (Rio Claro).

Figura 5-41 - Regiões de Governo e Municípios do Estado do Rio de Janeiro



Fonte: CEPERJ, 2014.

#### 5.4.2.1.1 Região da Costa Verde

A Região da Costa Verde é constituída pelos municípios de Paraty, Angra dos Reis e Mangaratiba. É reconhecida pelas suas belezas naturais, que favorecem o desenvolvimento do turismo, principalmente na microrregião da Baía da Ilha Grande formada pelos municípios de Angra dos Reis e Paraty. Foi durante a segunda expedição ao Brasil, em 1502, que a região da baía de Ilha Grande foi descoberta.

O processo de colonização em Paraty e Angra dos Reis ocorreu em meados do séc. XVI, através do sistema de sesmarias, processo de colonização das terras brasileiras. Em 1560 Paraty e Angra dos Reis foram entregues a colonos da capitânia de São Vicente. A primeira sesmaria da região foi doada em 1560 em algum local do atual município de Angra dos Reis. Em 1593 foi doada nas proximidades do rio Paraty-Mirim a primeira sesmaria em Paraty. No entanto, alguns estudiosos defendem a ideia de que o processo de colonização em Paraty começou antes das doações das sesmarias.

Angra dos Reis, uma das mais antigas cidades do Brasil, foi elevada à categoria de cidade em 1835, já Paraty pertenceu à Angra dos Reis até 28 de

Fevereiro de 1667, quando, em virtude do crescimento e superioridade econômica de Paraty, o rei D. Afonso VI assinou a carta régia dando a emancipação do povoado, passando a condição de Vila, com o nome de Nossa Senhora dos Remédios de Paraty, sendo elevada à categoria de cidade somente em 1844.

Ambos municípios passaram por diferentes ciclos em sua economia desde que foram fundados. No século XVII seus portos foram importantes no escoamento da cana-de-açúcar, no século seguinte, no tráfico de escravos juntamente com o escoamento de ouro. No século XIX, a substituição do ouro pelo café teve em Angra dos Reis e Paraty importantes pontos de apoio para o escoamento da produção do vale do Paraíba.

A região passou por um período difícil em sua economia no final do século XIX, com a queda das exportações de café e o fim do tráfico de escravos, somadas a construção da Estrada de Ferro D. Pedro, que ligou Rio de Janeiro a São Paulo e isolou a região.

A partir da década de 50, o Estado realizou grandes investimentos em Angra dos Reis. Em 1958 teve início a construção do estaleiro Verolme, que atraiu forte contingente populacional, dinamizando a economia municipal. Entre 1950 e 1960, o município de Angra dos Reis apresentou um crescimento urbano de 90%. No entanto, entre as décadas de 60 e 70 observa-se uma desaceleração deste movimento populacional, tendo em vista o término das obras de instalação do estaleiro (ELETRONUCLEAR/MRS, 2005; SANTOS 2007).

Ainda na década de 70, há uma retomada do processo de aceleração no crescimento urbano da região e o início da reestruturação da economia com a abertura da BR-101, ligando São Paulo e Rio de Janeiro pelo litoral. Paraty tornou-se polo de turismo nacional e internacional, devido as suas belezas naturais e o seu bom estado de conservação, foi declarada Monumento Histórico Nacional em 1966, através do Decreto nº 58.077 de 24 de março. Neste mesmo período, Angra dos Reis recebe vários investimentos, em 1972 começa a construção da primeira usina nuclear de energia elétrica, Angra 1, que entra em operação efetiva em 1985. A construção de Angra 2 iniciou-se em 1976, sendo as obras paralisadas em 1985, período de forte desemprego e desaceleração da economia nacional, a usina começou a operar comercialmente em 2001. Em 1977, as instalações do Porto de Angra dos Reis foram ampliadas e sua operação diversificada, com a implantação do Terminal Marítimo da Baía da Ilha Grande (TEBIG). De acordo com (ELETRONUCLEAR/MRS, 2005) o novo terminal foi criado especialmente para

movimentar cargas líquidas de óleo bruto e processado, principalmente óleo Diesel, vindos do exterior em transbordos para o transporte de cabotagem, para o abastecimento das refinarias e distribuidores na costa brasileira.

#### 5.4.2.1.2 Região do Médio Paraíba

A região do Médio Paraíba é constituída pelos municípios de Barra do Piraí, Barra Mansa, Itatiaia, Pinheiral, Piraí, Porto Real, Quatis, Resende, Rio Claro, Rio das Flores, Valença e Volta Redonda. Conforme dados da CEPERJ, depois da Região Metropolitana, a região do Médio Paraíba é a mais industrializada do Estado do Rio de Janeiro, onde destaca-se o eixo Volta Redonda - Barra Mansa – Resende, sendo que, Volta Redonda e Barra Mansa exercem juntos, influência direta sobre grande parte da Região e também sobre a porção meridional do Centro-Sul Fluminense.

Rio Claro está localizado na porção meridional da região, fazendo limites com a região da Costa Verde, nos municípios de Angra dos Reis e Mangaratiba. Os primeiros habitantes de Rio Claro foram os índios puris. Em meados do século XVIII a Coroa portuguesa concedeu sesmarias a diversos colonos, assim começou o desbravamento da região, com o objetivo de construir uma estrada que ligasse São Paulo ao Rio de Janeiro.

A localidade de Rio Claro, por apresentar crescimento rápido, recebeu jurisdição de freguesia em 1839 e, tendo em vista, sua hegemonia econômica sobre as demais freguesias da região, foi elevada à categoria de vila e consequente criação do município de Rio Claro em 1849, com instalação em 1º de janeiro de 1850.

Sua economia era baseada na cafeicultura e tinha como escoadouro o porto de Mangaratiba, grande centro comercial da época. Após um período de grande importância econômica, no final do século XIX o município entrou numa fase de declínio, tendo em vista a abolição da escravatura, a queda dos preços do café no mercado internacional e o esgotamento do solo, que cada vez produzia menos. Assim, o café foi sendo substituído pela pecuária leiteira.

O tráfico ferroviário impulsionou o crescimento urbano do município durante a primeira metade do século XX. Rio Claro era estação de passagem entre o Ramal Barra Mansa-Angra dos Reis, via por onde Barra Mansa recebia suas matérias-

primas e fazia escoar seus produtos. No entanto, apesar da importância do eixo ferroviário, a economia de Rio Claro permaneceu concentrada do setor primário.

#### 5.4.2.2 Estrutura Fundiária

Para análise da estrutura fundiária são utilizados dados do Censo Agropecuário do IBGE, cujo último ano de pesquisa ocorreu em 2006. A Tabela 5-5 a seguir mostra as características da utilização das terras, quanto a área e ao número de estabelecimentos.

Tabela 5-5 - Utilização das Terras quanto a área e ao número de estabelecimentos

Utilização das terras	Estabelecimentos					
	Angra dos Reis		Paraty		Rio Claro	
	Unidades	Área (ha)	Unidades	Área (ha)	Unidades	Área (ha)
Lavouras	356	1.371	679	2.296	387	2.934
Pastagens	139	3.373	179	2.76	499	26.265
Matas e/ou florestas	232	5.429	446	18.809	342	20.308

Fonte: Censo Agropecuário – IBGE, 2006.

Quanto ao uso do solo, verifica-se o predomínio de matas e florestas nos municípios de Angra dos Reis e Paraty, em Rio Claro, apesar das áreas destinadas para este uso serem maior do que nos outros municípios, as áreas de pastagens são predominantes.

Em Angra dos Reis as áreas de matas e/ou florestas ocupam 5.429 hectares em 232 estabelecimentos. As áreas destinadas à pastagem vêm logo a seguir, com 3.373 hectares em 139 estabelecimentos. As lavouras ocupam 1.371 hectares, divididos em 356 estabelecimentos.

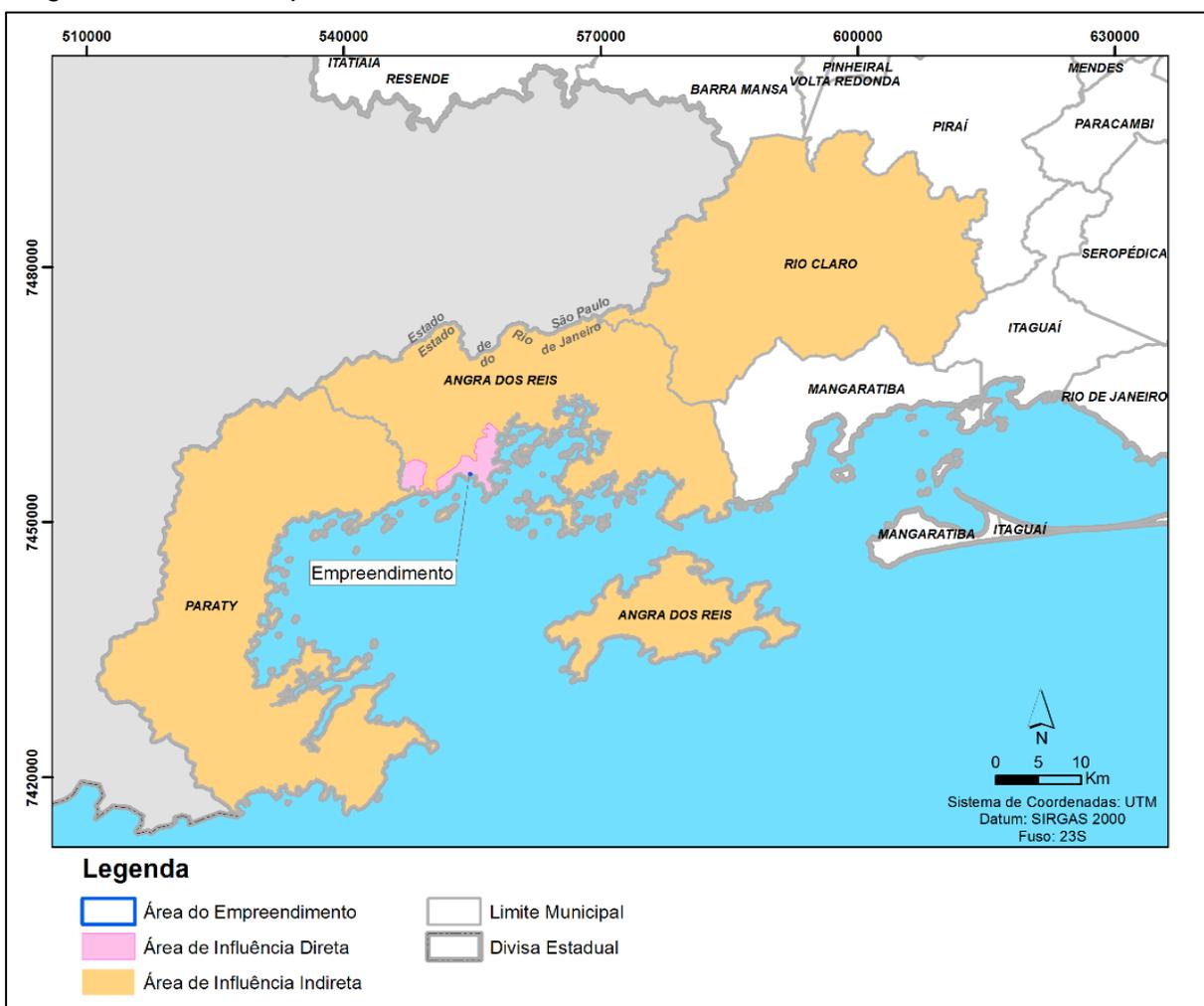
Paraty possui 18.809 hectares de áreas de matas e/ou florestas divididos em 446 estabelecimentos. No município localiza-se grande parte do Parque Nacional da Serra da Bocaina, e de acordo com o Plano de Manejo (Portaria nº 112/2002), essa unidade de conservação ocupa aproximadamente 40,3% do território do município, o que contribui para maior preservação dessas áreas.

Em Rio Claro as áreas destinadas as pastagens ocupam 26.265 hectares em 499 estabelecimentos, enquanto as áreas de matas e/ou florestas ocupam 20.308 hectares divididos em 342 estabelecimentos.

### 5.4.2.3 Dinâmica Populacional

O município de Rio Claro possui 837,2 km<sup>2</sup> de área territorial, limita-se com os municípios de Barra Mansa, Piraí, Itaguaí, Mangaratiba e Angra dos Reis. O município de Paraty possui uma área territorial de 925,4 km<sup>2</sup> e limita-se com o município de Angra dos Reis, enquanto que Angra dos Reis possui uma área de 825,1 km<sup>2</sup> limitando-se com os municípios de Paraty, Rio Claro e Mangaratiba. Os três municípios da AI também limitam-se com o Estado de São Paulo (IBGE, 2010). A Figura 5-42 localiza os municípios.

Figura 5-42 – Municípios da Área de Influência



Fonte: Bourscheid, 2017.

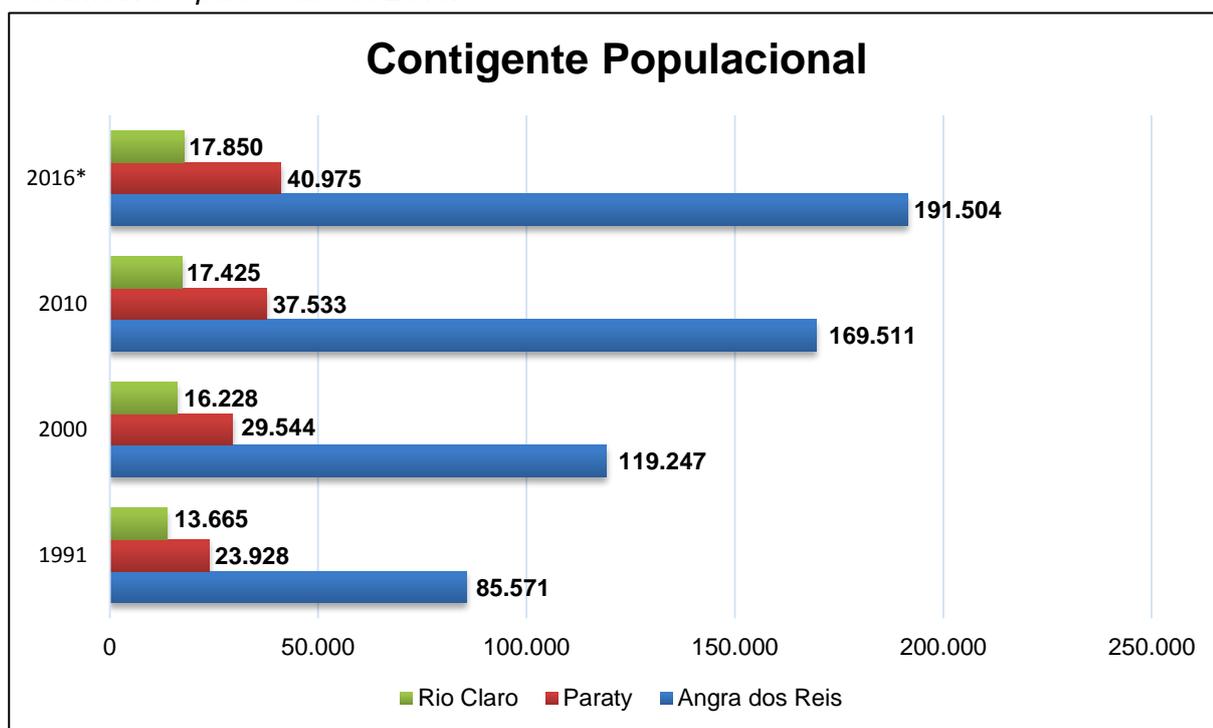
Os municípios apresentam uma diferença significativa com relação aos contingentes populacionais, enquanto que possuem extensões territoriais relativamente próximas. Rio Claro foi o município que apresentou os menores valores populacionais entre os três municípios, fechando em 2010 com 17.425

habitantes, seguido de Paraty com 37.533 e Angra dos Reis com 169.511 habitantes (IBGE, 2010).

Entre os três municípios da All, Angra dos Reis foi o que apresentou a maior densidade demográfica, conforme os dados do Censo Demográfico de 2010 (IBGE). Para este ano o município abrigava 205,45 hab/km<sup>2</sup>, enquanto que Paraty distribuía sua população em 40,57 hab/km<sup>2</sup> e Rio Claro 20,81 hab/km<sup>2</sup>.

As estimativas populacionais do IBGE indicam que, em 2016 os contingentes populacionais dos municípios continuaram em crescimento. Angra dos Reis deve ter atingido cerca de 191.504 habitantes, Paraty 40.975 e Rio Claro 17.850 habitantes. A Figura 5-43 apresenta o volume populacional conforme o Censo Demográfico de cada ano e estimativas para o ano de 2016.

Figura 5-43 - Volume populacional conforme o Censo Demográfico de cada ano e estimativas\* para o ano de 2016.



Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.

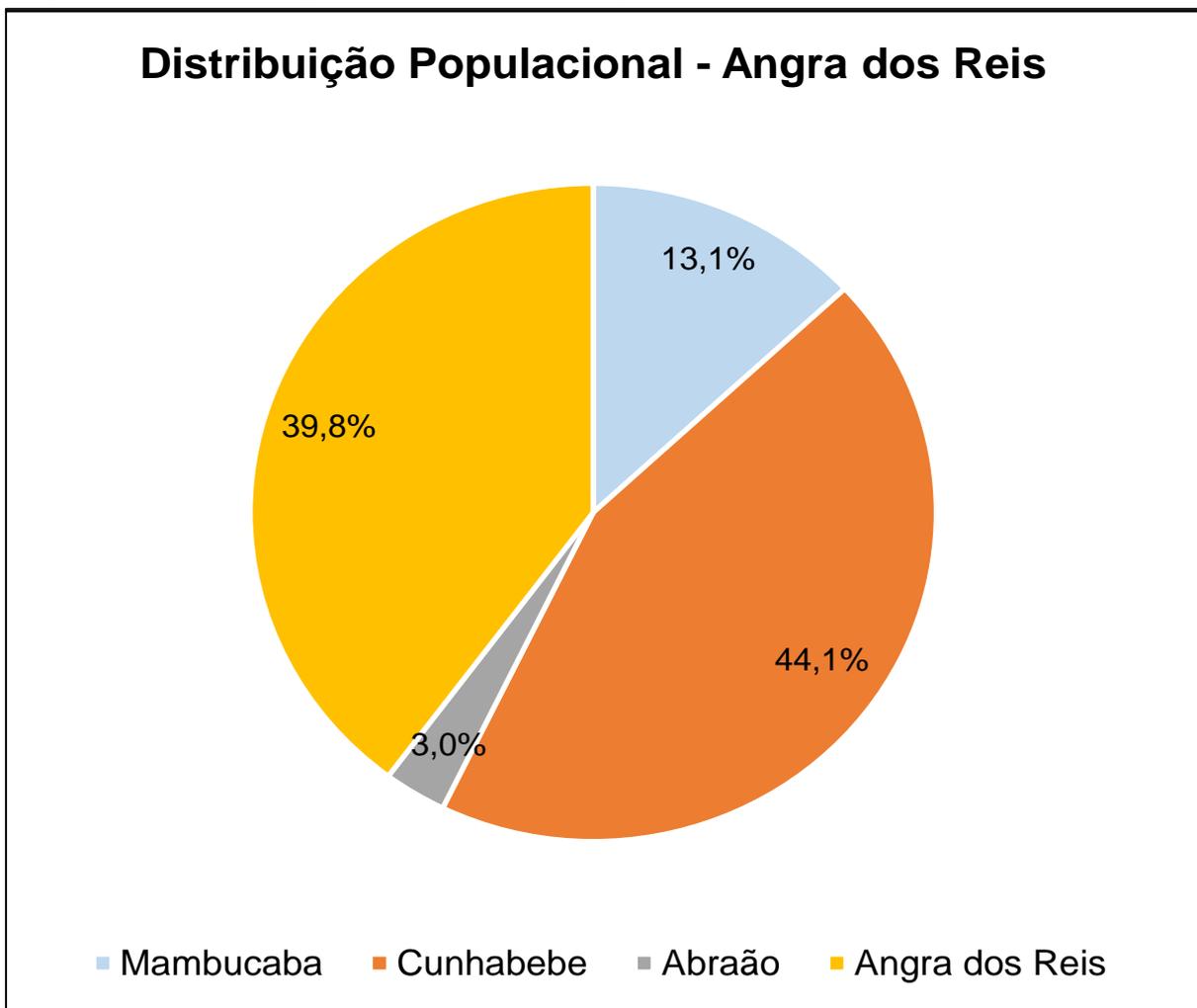
Analisando o gráfico é possível identificar o rápido crescimento populacional de Angra dos Reis. O município registrou, em 2010, um aumento de 42,2% em comparação com a década anterior. Seguindo a tendência de crescimento Paraty recebeu um incremento populacional de 27%, enquanto que Rio Claro teve um pequeno crescimento se comparado com os demais, apenas 7,4%.

A população urbana em Paraty foi a que mais cresceu no período intracenso, em 1991 esta população era de 11.465 habitantes, o que representava 47,91% do

total de habitantes do município. Em 2010 essa população representava 73,77% (27.689 habitantes). Rio Claro teve um crescimento de 15,76% neste período, em 1991 a população urbana era de 8.644 habitantes o que representava 63,26% do total, chegando a 79,02% (13.769 habitantes) em 2010. Em Angra dos Reis a população urbana em 1991 representava 91,67% (78.445 habitantes) do total, em 2010 96,33% (163.290 habitantes), essa alteração ocorreu em um ritmo mais lento que os índices de crescimento da população, já que o município no início dos anos 90 já apresentava elevada população urbana (IBGE, 2010).

O território de Angra dos Reis está configurado por quatro distritos, são eles: Mambucaba, Cunhabebe, Abraão e o distrito sede Angra dos Reis. A população distribui-se de maneira semelhante no distrito sede e Cunhabebe, onde estes acomodam, respectivamente 39,8% e 44,1% da população. Já no distrito de Mambucaba estão domiciliados 13,1% da população e em Abraão apenas 3% (IBGE, 2010). A Figura 5-44 apresenta essa distribuição.

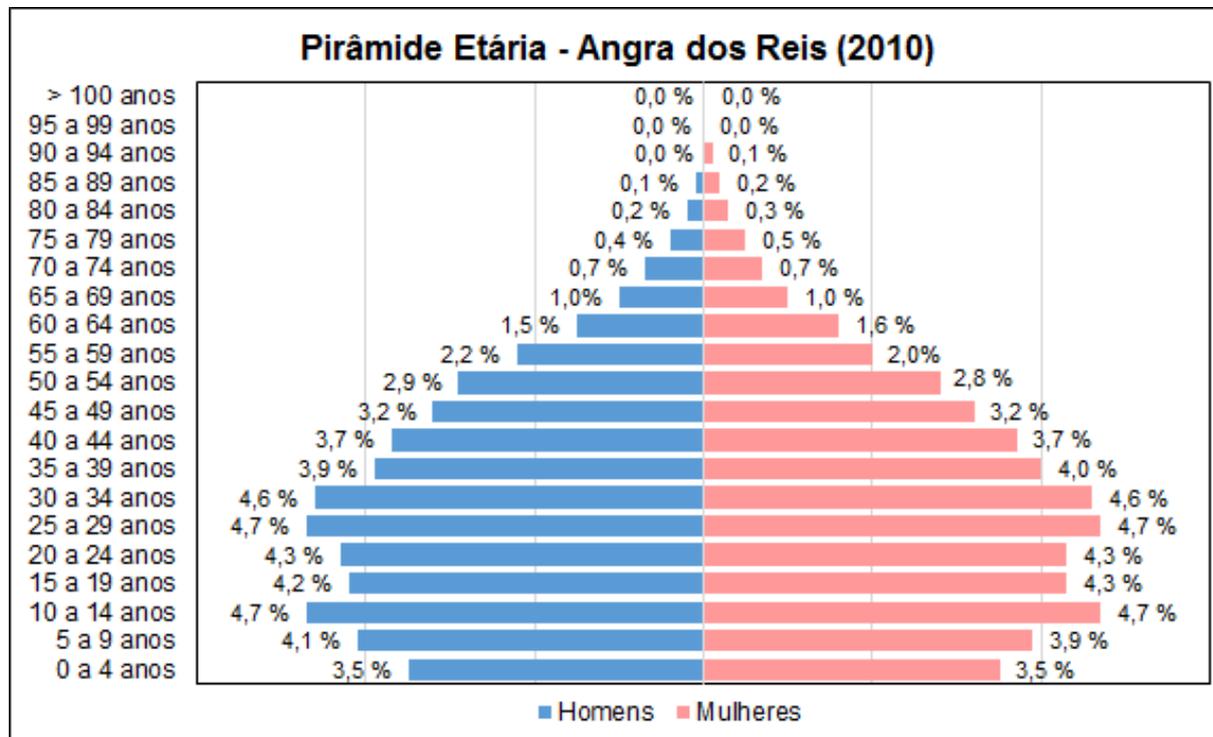
Figura 5-44 - Distribuição populacional em Angra dos Reis



Fonte: IBGE, 2010.

A distribuição etária da população de Angra dos Reis está sendo apresentada na Figura 5-45.

Figura 5-45 - Pirâmide Etária do município de Angra dos Reis



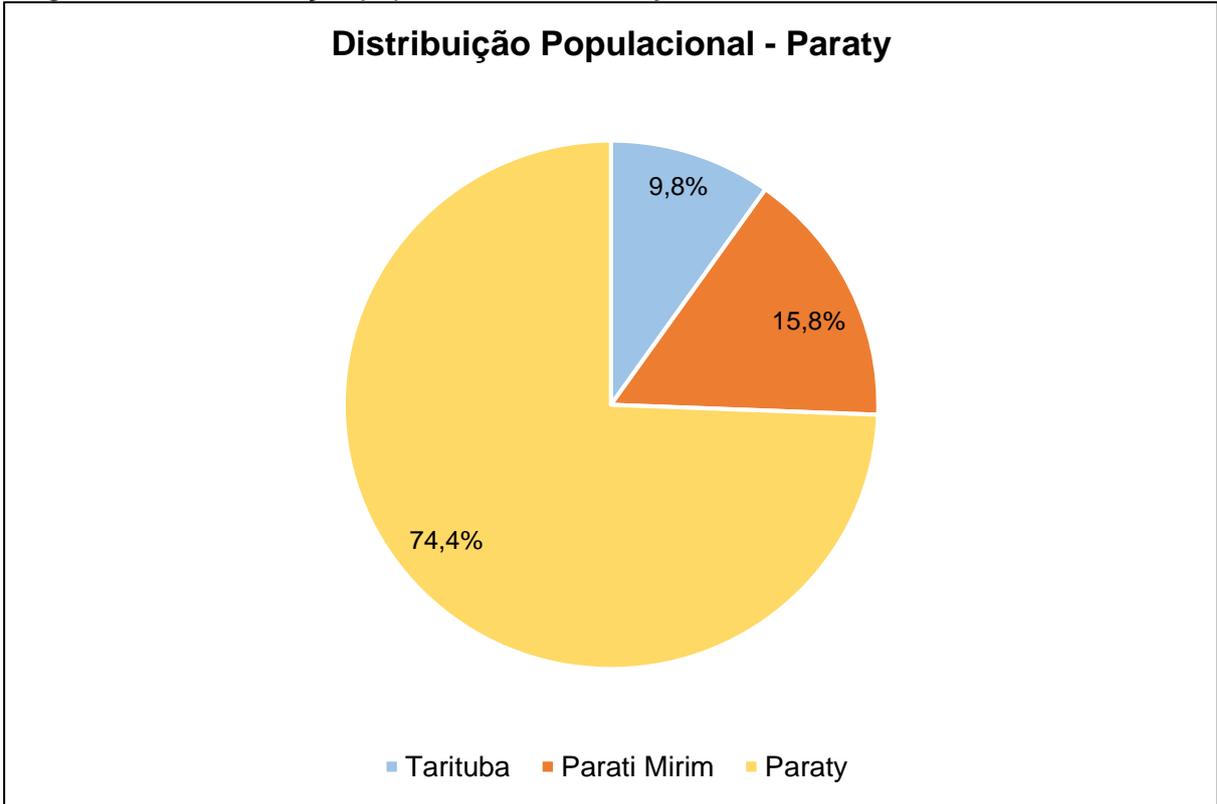
Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.

O formato da pirâmide etária mostra que no município o maior contingente populacional está entre as faixas etárias de 10 a 14 anos e 25 a 40 anos de idade.

É importante ressaltar que Angra dos Reis, por ser um município onde o turismo exerce grande influência na economia, a população flutuante é considerável. Por população flutuante, entendem-se todos os indivíduos/famílias que ocupam, ou podem ocupar os domicílios de uso ocasional, de usos sazonais, incluindo-se ainda nesta reserva de domicílios aqueles que estão em situação para venda ou aluguel. Um segundo componente de população flutuante corresponde aos indivíduos alojados em unidades hoteleiras ou similares (ELETRONUCLEAR/MRS, 2005). Em 2010, 17,9% dos domicílios de Angra dos Reis estavam destinados ao uso ocasional (IBGE, 2010).

O município de Paraty apresenta uma divisão territorial de três distritos. De acordo com o censo de 2010, o distrito sede de Paraty é ocupado por cerca de 74,4% do total da população, enquanto que o restante está distribuído nos distritos de Paraty-Mirim (15,8%) e Tarituba (9,8%). A Figura 5-46 apresenta essa distribuição.

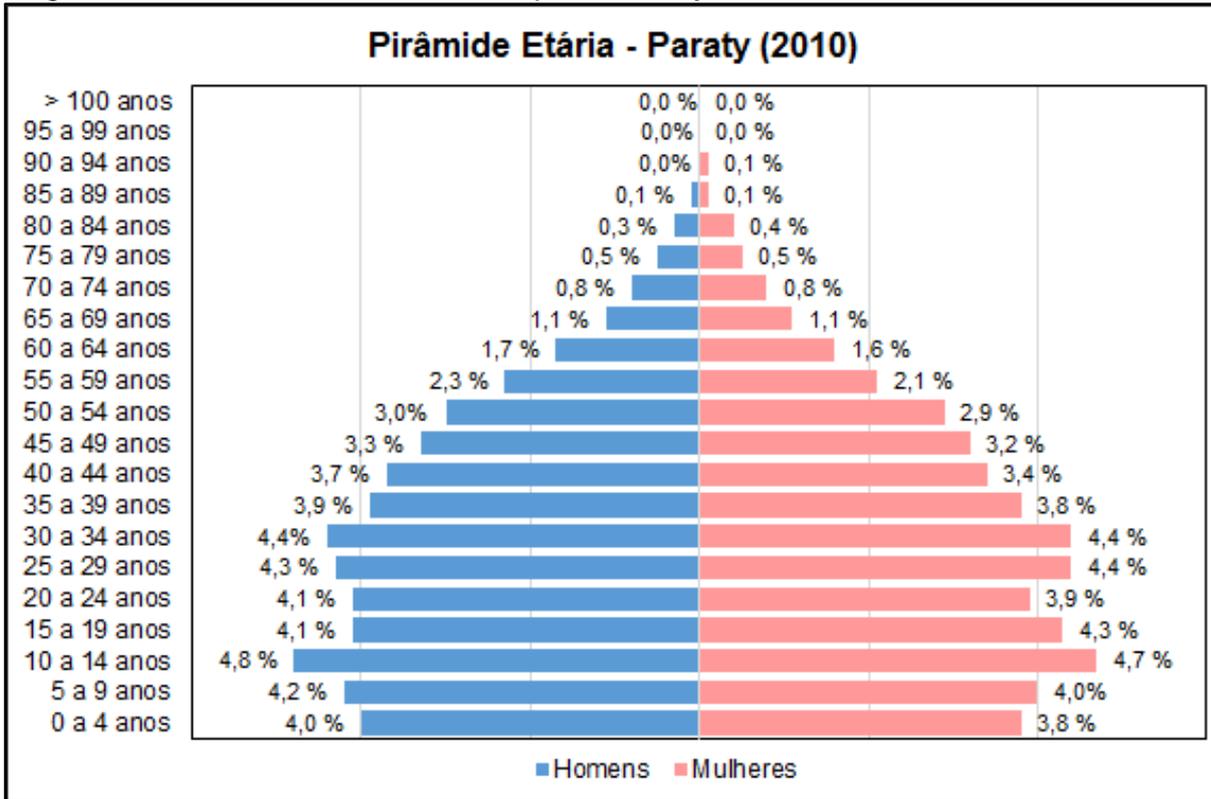
Figura 5-46 - Distribuição populacional em Paraty.



Fonte: IBGE, 2010.

Analisando a Figura 5-47 é possível identificar que a população de Paraty possui um comportamento semelhante à de Angra dos Reis, onde é possível observar que o formato da pirâmide indica que o município é ocupado principalmente por pessoas na faixa dos 25 a 29 e 30 a 34 anos.

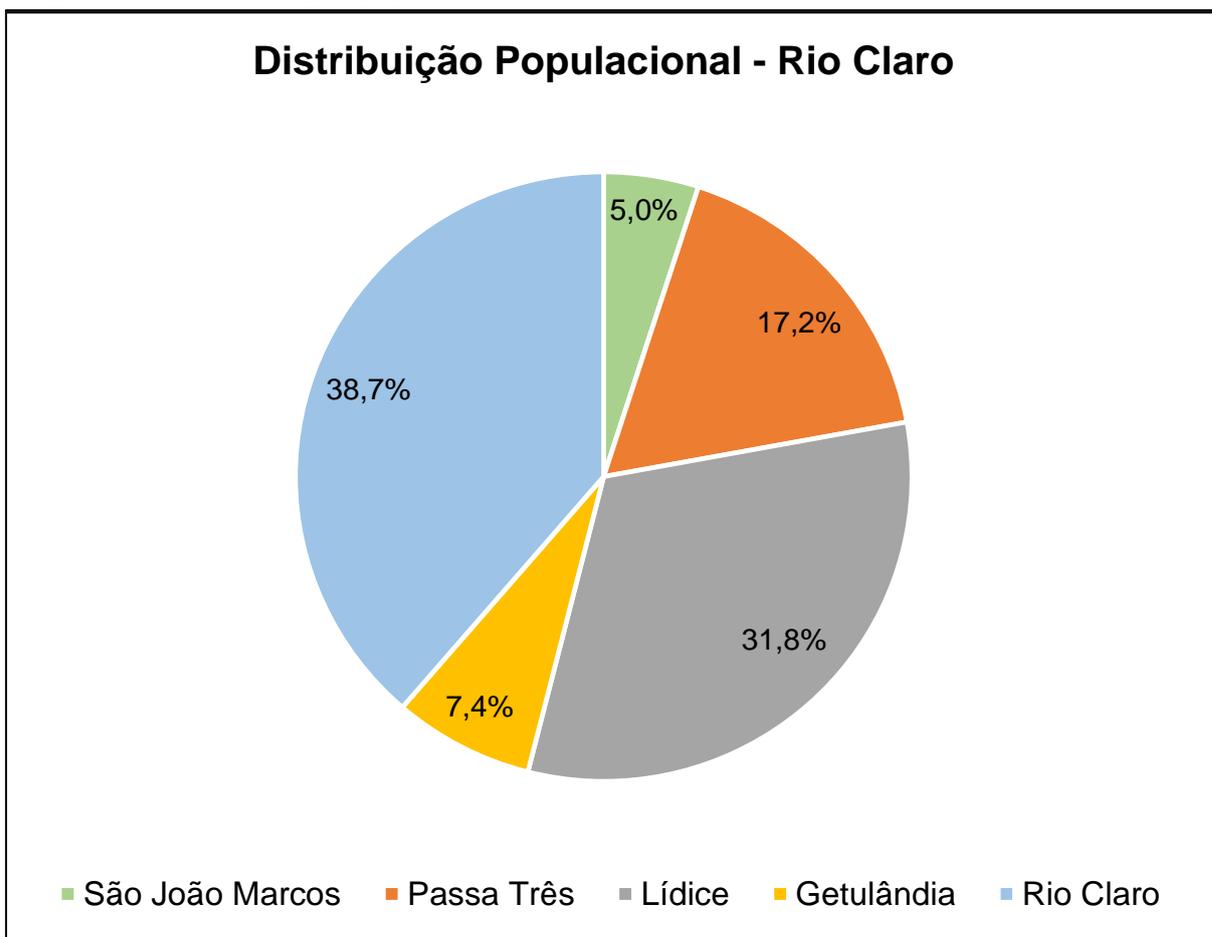
Figura 5-47 - Pirâmide Etária do município de Paraty



Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.

Apesar de o município de Rio Claro apresentar a menor área territorial entre os três da AII, é o que possui a maior divisão em distritos. A divisão do território municipal conta com 5 distritos, sendo eles: São João Marcos, Passa Três, Lídice, Getulândia e o distrito sede Rio Claro. A distribuição da população ocorre como nos demais municípios apresentados neste estudo, ou seja, o distrito sede abriga o maior contingente populacional, registrando em 2010, 38,7% do total. O distrito de Lídice acomoda 31,8 % do total, enquanto que o restante da população fica distribuído em Passa Três (17,2%), Getulândia (7,4%) e São João Marcos (5,0%). A Figura 5-48 apresenta essa distribuição.

Figura 5-48 - Distribuição populacional em Rio Claro.

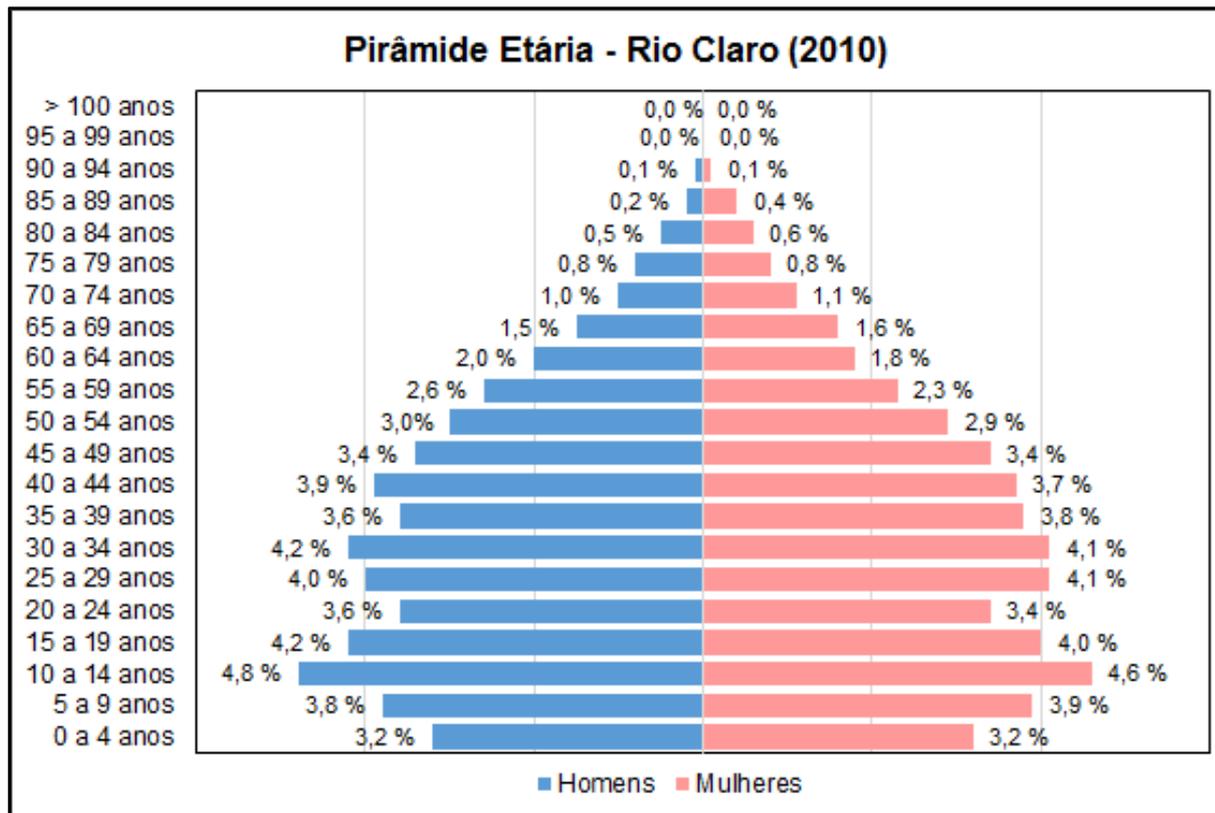


Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.

O comportamento da pirâmide etária de Rio Claro é semelhante aos demais municípios, conforme apresentado na Figura 5-49, é ocupado principalmente por pessoas na faixa dos 25 a 29 e 30 a 34 anos.

Interessante destacar, em todos municípios da AII, a redução dos habitantes pertencentes à faixa etária de 15 a 24 anos. Esses valores indicam que ocorre um deslocamento dessas populações para os municípios vizinhos, caracterizando um movimento migratório em busca de educação fundamental e profissionalizante.

Figura 5-49 - Pirâmide Etária do município de Rio Claro



Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.

#### 5.4.2.4 Aspectos Econômicos

Os dados para caracterização econômica foram extraídos junto ao site da CEPERJ, que estão disponíveis do ano de 2010 a 2014. Para este estudo optou-se por analisar os dados por biênios, pois uma análise anual, pode não apresentar aspectos relevantes, exceto quando há uma grande mudança na economia. Portanto, para este estudo foram utilizados dados de 2010, 2012 e 2014 (CEPERJ, 2017) para os municípios da AII (Tabela 5-6 e Figura 5-50).

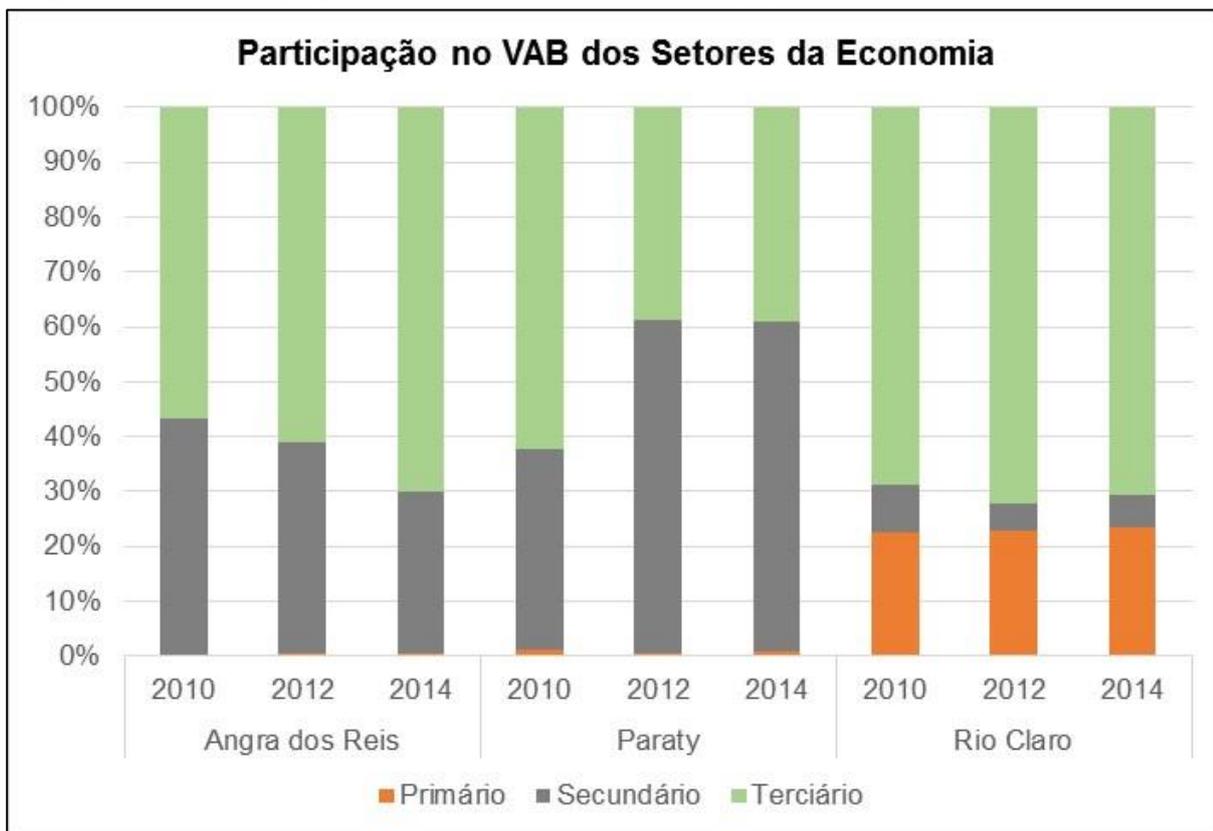
Tabela 5-6 - Valor Adicionado Bruto por atividade econômica (Em Mil reais).

Setores da Economia	Valor Adicionado Bruto por atividade econômica (Em Mil reais)											
	Estado do Rio de Janeiro			Angra dos Reis			Paraty			Rio Claro		
	2010	2012	2014	2010	2012	2014	2010	2012	2014	2010	2012	2014
Primário (Agropecuária)	1.534.564	2.366.835	2.841.309	13.805	24.129	39.900	9.550	16.276	24.198	42.390	48.187	63.779
Secundário (Indústria)	113.193.368	159.147.132	171.683.729	2.329.715	2.403.373	2.023.634	283.743	1.603.061	2.165.739	16.213	10.434	16.592
Terciário (Serviços e Administração Pública)	264.684.076	328.107.356	404.813.789	3.088.926	3.826.698	4.803.910	486.658	1.023.078	1.401.781	128.710	151.753	193.423

Fonte: CEPERJ, 2017.

A economia dos municípios da All é baseada, principalmente, no setor terciário, seguidos pelo setor secundário e com pouca contribuição do setor primário, embora este seja mais importante em Rio Claro. A Figura 5-50 apresenta um comparativo da participação de cada setor na composição do Valor Adicionado Bruto (VAB) municipal.

Figura 5-50 - Participação das atividades econômicas (%) no valor adicionado bruto.



Fonte: CEPERJ, 2017.

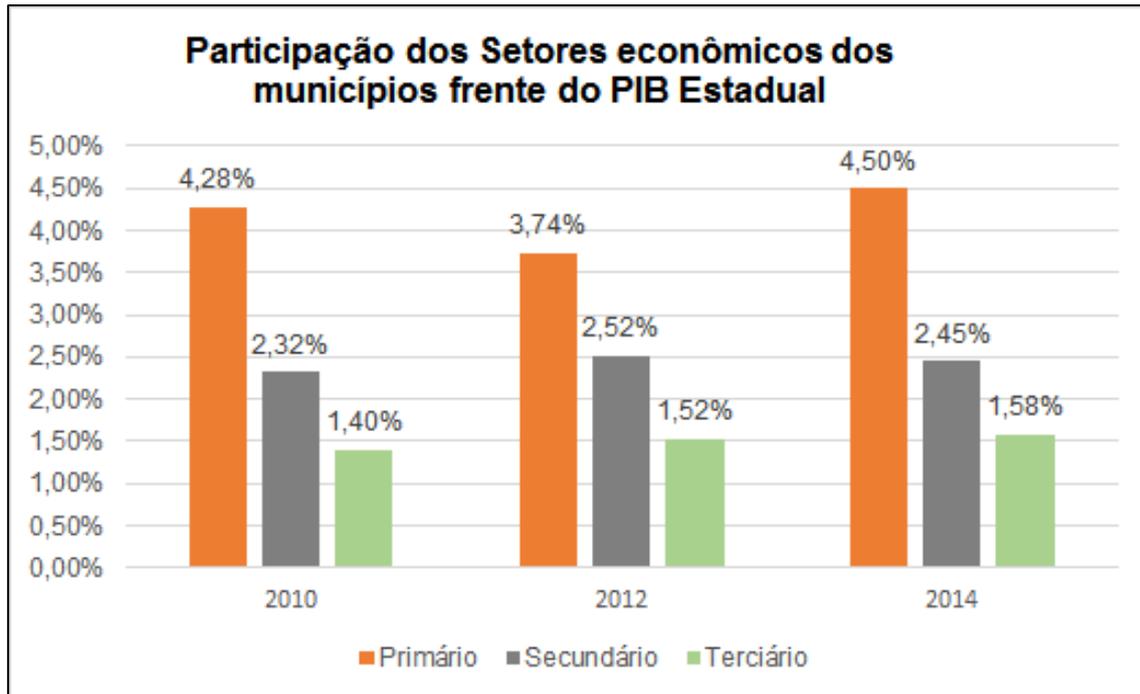
O município de Angra dos Reis tem pouca participação do setor primário no VAB municipal. Embora este setor tenha apresentado um acréscimo do VAB no período analisado, a participação ainda é inferior a 1%. Em 2010 este setor tinha uma participação de 0,25% no VAB, passando para 0,39% em 2012 e 0,58% em 2014. Já o setor secundário apresentou uma queda na participação do VAB de cerca de 13% para este período. Em 2010 este setor tinha uma participação de 42,89%, em 2012 registrou 38,43% e 2014 a participação foi ainda menor, registrando 29,47%. O setor terciário, que envolve comércio, prestação de serviços e administração pública, registrou um acréscimo de cerca de 13% na participação do VAB, entre 2010 e 2014. Em 2010 esse setor registrava uma participação de 56,86%, subindo para 61,19% em 2012, e 69,95% em 2014.

Em Paraty, o setor primário vem apresentando declínio no tocante à participação do VAB. Entre 2010 e 2014 esse setor registrou uma queda de 0,55%, na participação do PIB, registrando 1,22% em 2010, 0,62% em 2012 e 0,67% em 2014. O setor terciário também vem tendo um comportamento de retração no município. Entre 2010 e 2014 esse setor apresentou queda na participação no VAB do município, visto que em 2010, registrava 62,40% de participação e o último ano de análise, 2014, sua participação era de 39,03%. Já o setor secundário, que envolve atividades relacionadas à indústria e construção civil, vem ganhando espaço no município, no período entre 2010 e 2012 apresentou um crescimento de 24,29% registrando 36,38% em 2010 e 60,67% em 2012. Em 2014 houve um declínio de 0,37% em relação a 2012.

Rio Claro é o município da All que apresenta maior participação do setor primário na participação do PIB. Em 2010 este setor contribuía como 22,63% de participação, em 2014 registrou um aumento de 0,66% em relação a 2010. O setor secundário é o que registra as menores taxas de participação no PIB do município. Em 2010 este setor foi responsável por 8,66% de participação, já em 2012 registrou um declínio de 3,70% em relação a 2010, registrando participação de 4,96%, já em 2014 houve um crescimento de 1,10% em relação a 2012. O setor terciário, registrou um acréscimo de cerca de 3,42% na participação do VAB, entre 2010 e 2012. Já 2014 houve um declínio na participação de 1,48% em relação a 2012. Em 2010 este setor registrava uma participação de 68,71%, subindo para 72,13% em 2012, e 70,65% em 2014.

A participação dos setores econômicos dos municípios da All frente ao PIB estadual registrou crescimento entre 2010 e 2014 (Figura 5-51). O setor primário que em 2010 registrou uma taxa de 4,28% de participação, teve um pequeno declínio em 2012, registrando 3,74%, mas em 2014 voltou a crescer e teve uma contribuição de 4,50% no PIB. O setor secundário registrou, em 2010, uma taxa de participação de 2,32%, em 2012, essa participação foi de 2,52%, mas em 2014 teve um pequeno declínio e registrou uma taxa de 2,45% na composição do PIB estadual. O setor secundário é o que apresenta as menores taxas de participação na composição do PIB estadual, em 2010 a participação deste setor era de 1,40% e fechou em 2014 com uma contribuição de 1,58%.

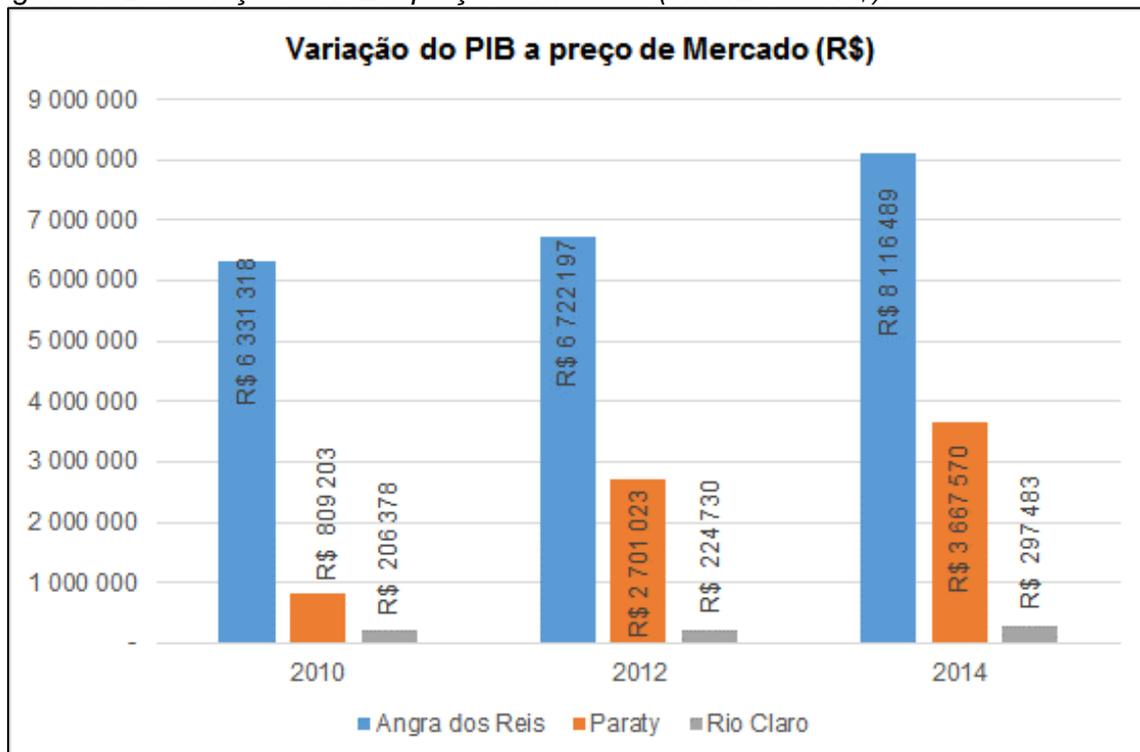
Figura 5-51 – Participação (%) dos setores econômicos dos municípios da All, frente ao PIB Estadual.



Fonte: CEPERJ, 2017.

Complementando os dados sobre a economia dos municípios da All, a Figura 5-52 apresenta a variação do Produto Interno Bruto (PIB) a preço de mercado para o mesmo período de referência.

Figura 5-52 - Variação do PIB a preço de mercado (em Mil reais R\$).

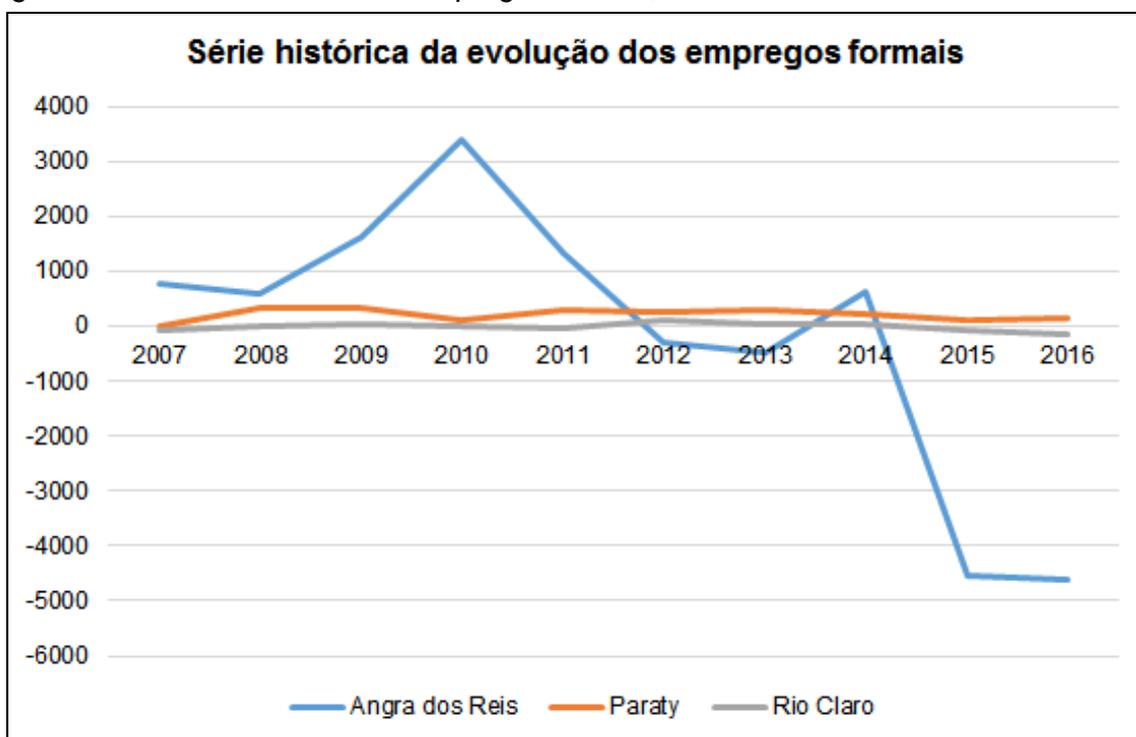


Fonte: CEPERJ, 2017.

Os municípios da All apresentaram um crescimento significativo com relação ao PIB a preço de mercado no período analisado. Paraty teve o maior crescimento entre os municípios da All, obtendo um crescimento de 353,23% entre 2010 e 2014. No mesmo período, Angra dos Reis registrou um crescimento de cerca de 28% e Rio Claro atingiu um aumento de 44%. Neste contexto, Paraty registrou um PIB per capita de R\$ 91.770 em 2014, seguido de Angra dos Reis que registrou R\$ 43.887 e Rio Claro com R\$ 16.743.

As vagas ocupadas no mercado formal dos municípios da All tiveram uma grande oscilação, conforme os dados do Ministério do Trabalho e Emprego nos últimos 10anos. A Figura 5-53 apresenta as linhas da série histórica.

Figura 5-53 - Série histórica dos empregos formais, entre os anos de 2007 e 2016.



Fonte: MTE 2017.

No período analisado, o município de Angra dos Reis foi o que apresentou a maior variação na ocupação de postos de trabalho formais. O gráfico indica que em 2010 houve um pico na ocupação de vagas de emprego, atingindo 3.377 admissões. No ano seguinte, esse número entra em declínio que persiste até 2016, fechando com saldo negativo de 4610 vagas.

Seguindo a mesma tendência de Angra dos Reis, o município de Rio Claro encerra a série em declínio. No ano de 2012 o saldo de empregos formais atingiu 108 vagas enquanto que em 2013 esse número atingiu apenas 34 postos,

registrando um declínio de 74 postos de trabalho formal, no último ano da série, encerrou com saldo negativo de 138 postos.

Diferentes destes é o município de Paraty, que apresentou saldo positivo na ocupação de vagas em todos os anos da série. O ano de 2009 foi o que apresentou maior registro de postos de trabalho, atingindo 324 admissões. Em 2010 houve um declínio de 229 postos, registrando 95 vagas de trabalho formal preenchidas. O município encerrou a série com saldo de 154 postos de trabalho formal.

A Tabela 5-7 apresenta os dados da flutuação dos empregos formais, detalhando o setor de trabalho e os dados de admissão e desligamentos, para o ano de 2016.

Tabela 5-7 - Flutuação do Emprego Formal (Jan 2016 – Dez 2016).

Setor	Angra dos Reis			Paraty			Rio Claro		
	Admitidos	Desligados	Saldo	Admitidos	Desligados	Saldo	Admitidos	Desligados	Saldo
Extrativa Mineral	11	30	-19	-	-	-	-	-	-
Indústria de Transformação	757	3.644	-2.887	32	28	4	6	17	-11
Serviços Ind. De Util. Pública	35	46	-11	11	15	-4	-	-	-
Construção Civil	362	1.156	-794	44	57	-13	5	3	2
Comércio	3.676	3.938	-262	1.035	1.132	-97	115	113	2
Serviços	3.369	3.959	-590	1.962	1.880	82	112	117	-5
Agropecuária	315	156	159	10	19	-9	61	189	-128
<b>TOTAL</b>	<b>8.525</b>	<b>12.929</b>	<b>-4.404</b>	<b>3.094</b>	<b>3.131</b>	<b>-37</b>	<b>299</b>	<b>439</b>	<b>-140</b>

Fonte: MTE 2017.

Em Angra dos Reis, segundo dados do Ministério do Trabalho e Emprego para o ano de referência, o setor de Agropecuária foi o único setor que registrou incremento de trabalhadores formais. Este setor admitiu 315 empregados e demitiu 156, registrando um saldo positivo de 159 postos de trabalho. Cabe destacar o setor de Indústria e transformação, que registrou o maior saldo negativo de postos de trabalho (2.887), enquanto admitiu 757 trabalhadores, 3.644 foram desligados. O

setor de construção civil também seguiu essa tendência, enquanto admitiu 362 trabalhadores, 1.156 foram desligados.

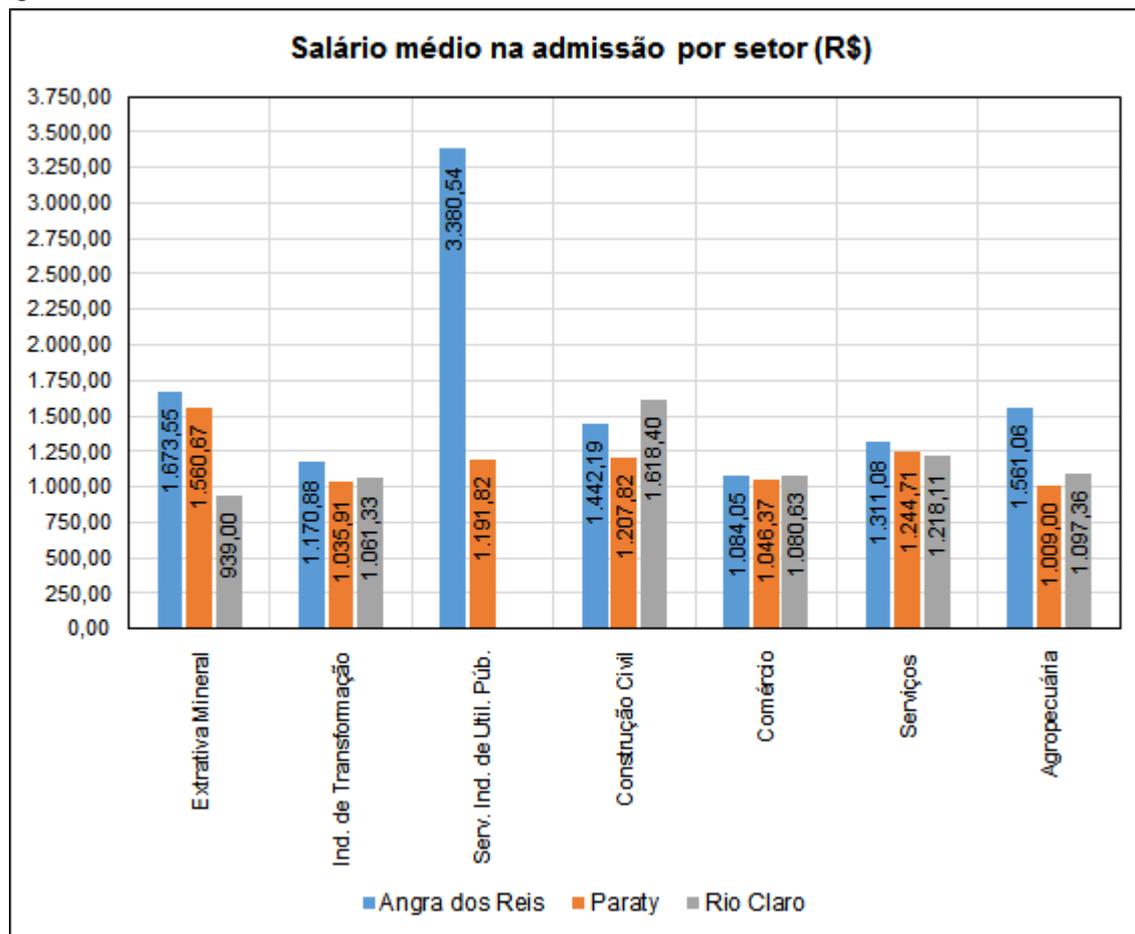
No município de Paraty, os setores que apresentaram saldo positivo nos postos de trabalhos em 2016 foram Serviços e Indústria de Transformação, ambos apresentaram respectivamente saldo de 82 e 4 trabalhadores empregados. O setor de comércio foi o que apresentou maior saldo negativo (97) - enquanto 1.035 foram admitidos, 1.132 foram desligados.

Já o município de Rio Claro apresentou saldo positivo nos postos de trabalho nos setores de construção civil e comércio, ambos com saldo de 2 postos de trabalho em 2016. O setor de agropecuária apresentou o maior número de desligamentos de trabalhadores, enquanto 61 foram admitidos, 189 foram desligados.

No geral, todos municípios da All apresentaram um número maior de desligamentos do que de admissões no período analisado. O município de Angra dos Reis foi o que apresentou maior saldo negativo, registrando um saldo negativo de 4.404 postos de trabalho, seguido de Rio Claro (140) e Paraty (37).

Quanto ao rendimento médio por setor de trabalho, a Figura 5-54 apresenta os valores para o ano de 2016.

Figura 5-54 - Salário Médio de Admissão Jan/2016 a Dez/2016.



Fonte: MTE 2017.

Analisando os dados do gráfico é possível afirmar que, entre os três municípios da AII, Angra dos Reis é o município com os salários mais elevados, exceto no setor de construção civil. Neste último, Rio Claro registrou a maior média de salário (R\$ 1.618,40). No setor de serviços industriais de utilidade pública Angra dos Reis se destaca com uma média salarial de R\$ 3.380,54. Nos setores de indústria de transformação, comércio e serviços as médias salariais são bem próximas nos municípios da AII.

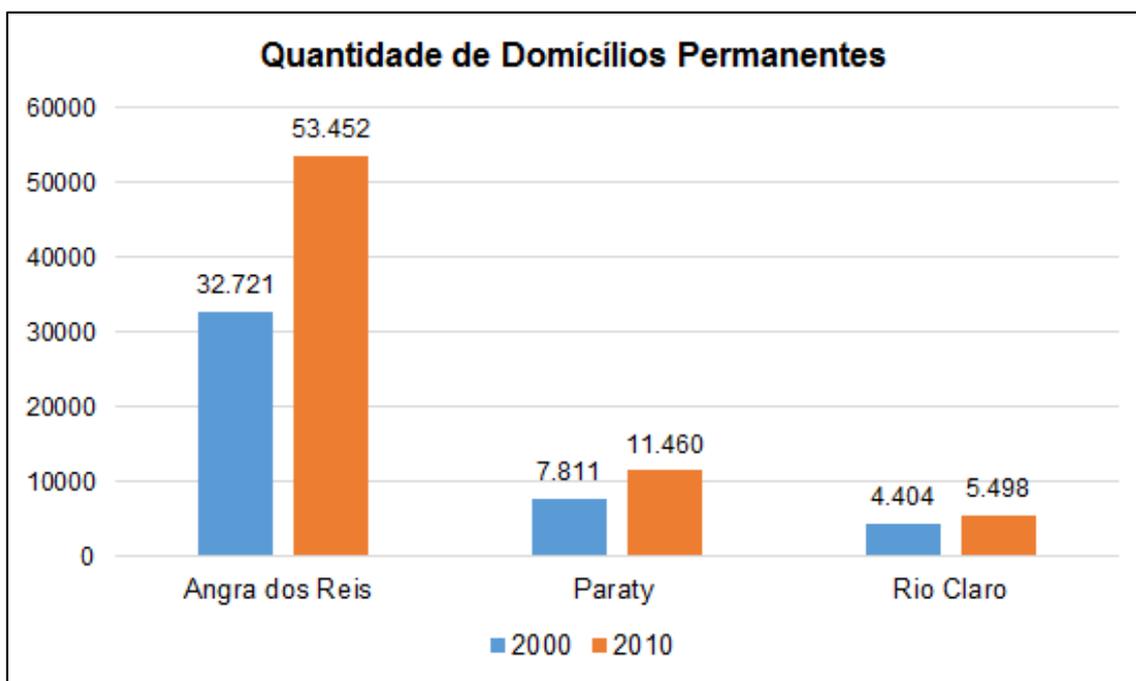
#### 5.4.2.5 Saneamento Básico

O censo 2010 avaliou as condições de saneamento dos domicílios brasileiros, classificando-as como adequadas, semi-adequadas ou inadequadas. Conforme IBGE (2010), são classificados como Saneamento Adequado os domicílios que apresentam escoadouros ligados à rede geral ou fossa séptica, servidos de água proveniente de rede geral de abastecimento e com destino do lixo coletado diretamente ou indiretamente pelos serviços de limpeza; classificados como

Saneamento Semi-Adequado aqueles em que os domicílios possuem, pelo menos, um dos serviços de abastecimento de água, esgoto ou lixo classificados como adequado; e, quanto ao Saneamento Inadequado: domicílios com escoadouro ligados à fossa rudimentar, vala, rio, lago ou mar e outro escoadouro; servidos de água proveniente de poço ou nascente ou outra forma com destino de lixo queimado ou enterrado, ou jogado em terreno baldio.

A quantidade de domicílios Permanentes nos municípios da All, para os anos de 2000 e 2010, são apresentados na figura Figura 5-55. Em Angra dos Reis, a quantidade de domicílios permanentes registrou um crescimento de 63,3% no período intracenso. Em Paraty este crescimento foi de 46,7% e Rio Claro 24,8%.

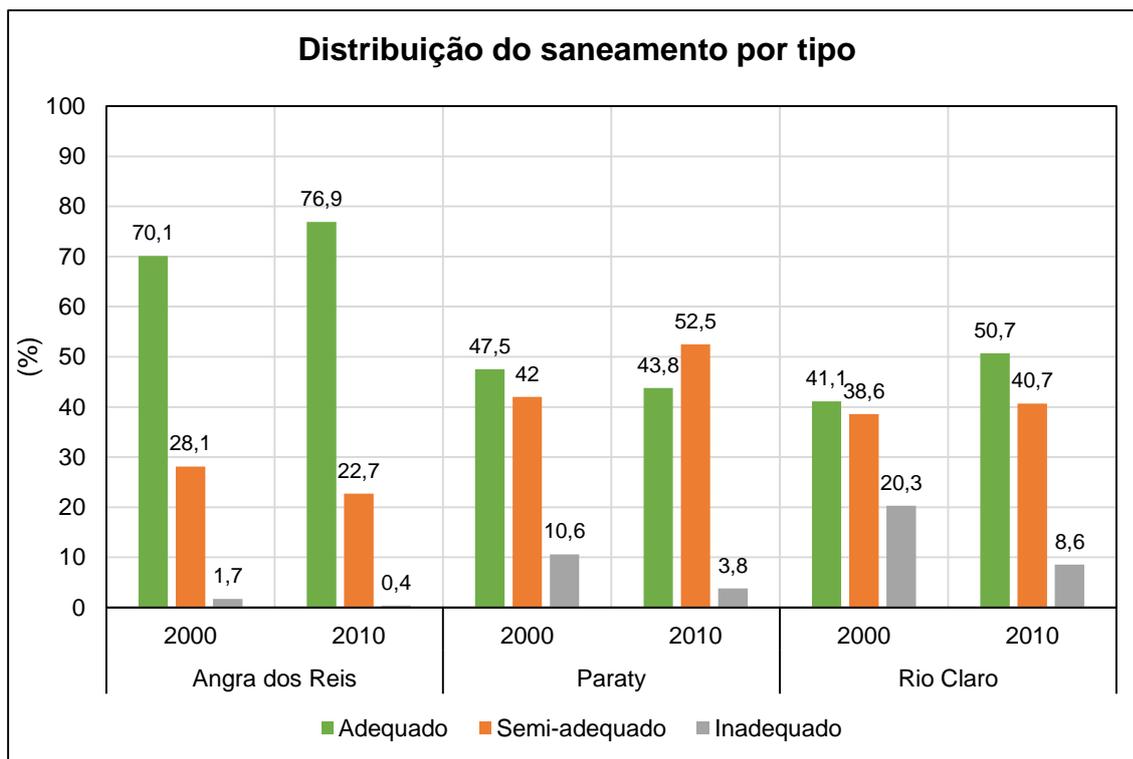
Figura 5-55 – Quantidade de Domicílios Permanentes, por município, para os anos de 2000 e 2010.



Fonte: IBGE, 2000 e 2010.

A Figura 5-56 apresenta, na forma de gráfico, os valores percentuais da destinação do saneamento dos domicílios, por município, conforme os dados disponibilizados pelo IBGE para os anos de 2000 e 2010 (IBGE, 2000, 2010).

Figura 5-56 - Distribuição do saneamento dos domicílios, por município, para os anos de 2000 e 2010.



Fonte: IBGE, 2000 e 2010.

Analisando os valores sobre o destino do esgoto domiciliar dos municípios contemplados, é possível observar que vem havendo uma qualificação deste serviço, principalmente em Angra dos Reis e Paraty. Entre os três municípios, Angra dos Reis foi o que apresentou os melhores resultados, passando de 1,7 % do saneamento com destino inadequado para 0,4 % em 2010. Ainda, sobre Angra dos Reis verifica-se que houve um crescimento de 6,8 % com o destino Adequado e uma redução de 5,4 % da disposição semi-adequada.

No município de Paraty observa-se uma redução da destinação adequada de 3,7%. Em contrapartida houve uma redução de 6,8% e um aumento de 10,5% ao tratamento semi-adequado. A distorção nos valores está associada diretamente à redução da ausência de tratamento de esgoto.

Já Rio Claro, mesmo havendo uma melhora geral nos dados, eles ainda são ruins se comparado com os demais municípios. Por exemplo, o tratamento inadequado, mesmo havendo uma redução substancial, ainda é mais que o dobro que Paraty.

No ano de 2010 os municípios registraram uma melhoria no tratamento dos resíduos, crescendo em média, cerca de 15 a 20% a destinação adequada ou semi-adequada. Esses valores podem indicar uma melhoria na qualidade de vida dessas

populações, principalmente no tocante a doenças relacionadas com esgoto doméstico.

Com relação à coleta de resíduos, os três municípios são bem atendidos. A Tabela 5-8 apresenta os dados, conforme divulgado pelo IBGE para o ano de 2010.

Tabela 5-8 - Coleta de lixo nos domicílios.

Formas de Coleta de Lixo	Domicílios (%)		
	Angra dos Reis	Paraty	Rio Claro
Serviço de Limpeza	86,47	75,10	69,44
Caçamba de Serviço de Limpeza	12,44	17,64	19,61
Queimado/Enterrado/Jogado Terreno Baldio/Outros	1,09	7,26	11,33

Fonte: IBGE, 2010.

Em 2010, a coleta de lixo era feita diretamente por serviço de limpeza em 86,47% dos domicílios em Angra dos Reis, enquanto que em Paraty e Rio Claro esses valores registravam 75,1% e 69,44% respectivamente. Já o recolhimento realizado através de caçamba se apresentou para Rio Claro o percentual mais elevado, registrando 19,61% entre os municípios, seguido por Paraty (17,64%) e Angra dos Reis (12,44%).

A disposição de lixo em terreno baldio, enterrado ou queimado, assim como o recolhimento por caçamba, apresenta o maior índice percentual para Rio Claro marcando 11,33% do total. Seguindo a mesma tendência, em Paraty esse valor registrado foi de 7,26% e em Angra dos Reis 1,09%.

A Tabela 5-9 apresenta a maneira como os domicílios eram atendidos com relação ao abastecimento de água. O município de Angra dos Reis registrou o recebimento de água potável via rede geral em 88,89% dos municípios, seguido por Paraty em 70,24% e Rio Claro com 65,06%.

Tabela 5-9 - Formas de abastecimento de água.

Forma de Abastecimento	Domicílios (%)		
	Angra dos Reis	Paraty	Rio Claro
Rede Geral	88,89	70,24	65,06
Poço Nascente/ Armazenamento de água da Chuva	11,11	29,76	34,94

Fonte: IBGE, 2010.

Os domicílios que não eram atendidos pelo serviço o faziam através de maneiras inadequadas. Rio Claro registrou essa maneira de abastecimento em 34,94% dos domicílios. No município de Paraty esse modo de abastecimento de água também mostrou-se elevado, marcando 29,76% dos domicílios, enquanto que Angra dos Reis registrou 11,11%.

A disposição do esgotamento sanitário é classificada em quatro categorias, são elas: Rede geral de esgoto ou pluvial; Fossa séptica; Outros (fossa rudimentar, rio, lago, mar), e; não dispunham de banheiro. A Tabela 5-10 apresenta os valores percentuais dos municípios contemplados.

Tabela 5-10 - Forma de esgotamento sanitário.

Forma de Esgotamento Sanitário	Domicílios (%)		
	Angra dos Reis	Paraty	Rio Claro
Rede Geral de esgoto ou pluvial	65,74	16,94	52,36
Fossa Séptica	19,70	40,07	12,86
Outros (Fossa rudimentar, rio, lago, mar)	14,40	42,53	34,69
Não dispunham banheiro	0,16	0,46	0,00

Fonte: IBGE, 2010.

O município de Paraty foi o que registrou o menor número de domicílios atendidos pela rede geral ou pluvial, registrando o equipamento de infraestrutura urbana em apenas 16,94%, enquanto que em Rio Claro esse mesmo serviço atendia 52,36% dos municípios e Angra dos Reis atingiu 65,74%. Em contrapartida, o município de Paraty apresentou o maior percentual entre os 3 municípios quanto a disposição em fossa séptica, atingindo 40,07%. Angra dos Reis marcou essa disposição final em 19,7% dos municípios e Rio Claro 12,86%.

A destinação inadequada na forma de fossa rudimentar, rio, lago ou mar também foi o maior registrado em Paraty, totalizando 42,53% dos domicílios, enquanto que Rio Claro registrou 34,69% e Angra dos Reis 14,4%. Os domicílios que não dispunham de banheiro ou sanitário registraram valores inferior a 1 % nos três municípios.

#### 5.4.2.6 Saúde

A rede de saúde no Estado do Rio de Janeiro contava com um total de 20.993 estabelecimentos com as mais diversas formas de atendimento segundo dados do

DATASUS em dezembro de 2016. Na All, estes serviços representam 2,19% em relação dos números estaduais, ou 459 estabelecimentos (Tabela 5-11).

Tabela 5-11 - Estabelecimentos de Saúde – Tipo/Quantidade.

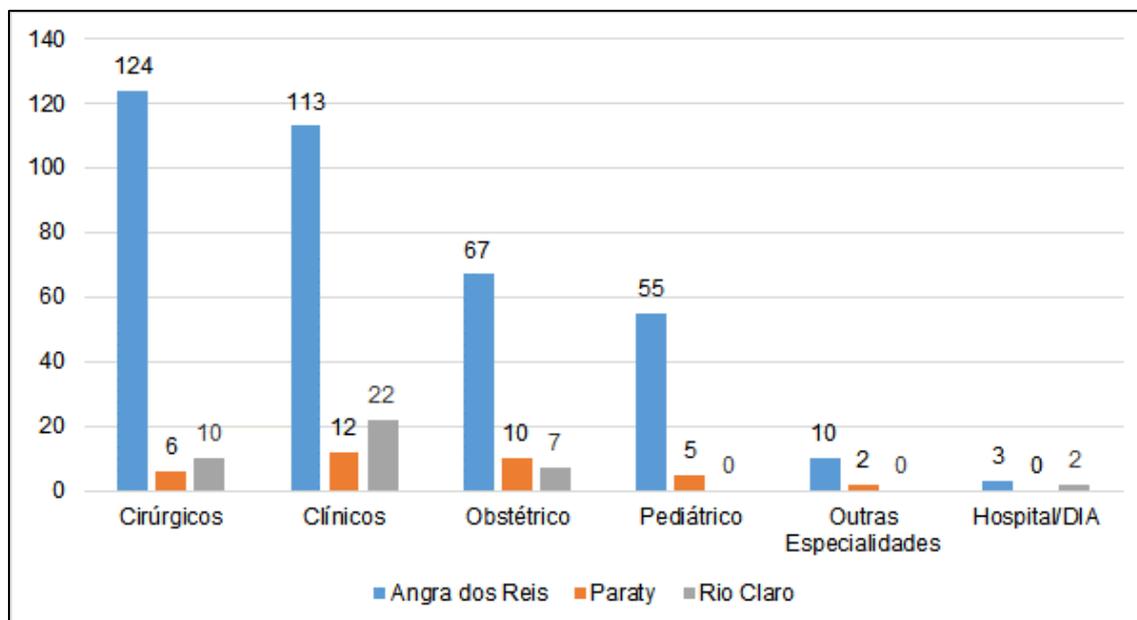
Tipo de Estabelecimento	Quantidade		
	Angra dos Reis	Paraty	Rio Claro
Academia da Saúde		-	1
Central de Regulação	2	1	-
Central de Regulação Médica das Urgências	1	-	-
Centro de atenção hemoterápica e/ou hematológica	1	-	-
Centro de atenção psicossocial-caps.	3	1	1
Centro de saúde/unidade básica de saúde	45	9	10
Central de regulação de serviços de saúde	-	-	1
Clinica especializada/ambulatório especializado	56	4	1
Consultório	247	7	1
Farmácia	2	1	-
Hospital Geral	5	1	1
Policlínica	5	-	-
Pronto atendimento	4	-	-
Pronto Socorro Geral	-	-	1
Secretaria de Saúde	1	-	1
Serviço de atenção domiciliar isolado ( <i>Home Care</i> )	1	-	-
Unidade de atenção à saúde indígena	2	1	-
Unidade de serviço de apoio de diagnose e terapia	23	2	1
Unidade de vigilância em saúde	2	1	1
Unidade móvel de nível pre-hosp.- urg./emerg.	5	2	2
Unidade móvel fluvial	1	-	-
Unidade móvel terrestre	1	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>407</b>	<b>30</b>	<b>22</b>

Fonte: Datasus, 2017.

Quanto a leitos de internação, ainda segundo dados do DATASUS, em dezembro de 2016 o Estado do Rio de Janeiro contava com 38.859 unidades, sendo que 63,17% eram do Sistema Único de Saúde. Nos municípios da All totalizam 448

unidades, sendo que 379 eram do Sistema Único de Saúde, distribuídos conforme gráfico a seguir (Figura 5-57).

Figura 5-57 - Leitos existentes por especialidade (Dez/2016).



Fonte: Datasus, 2017.

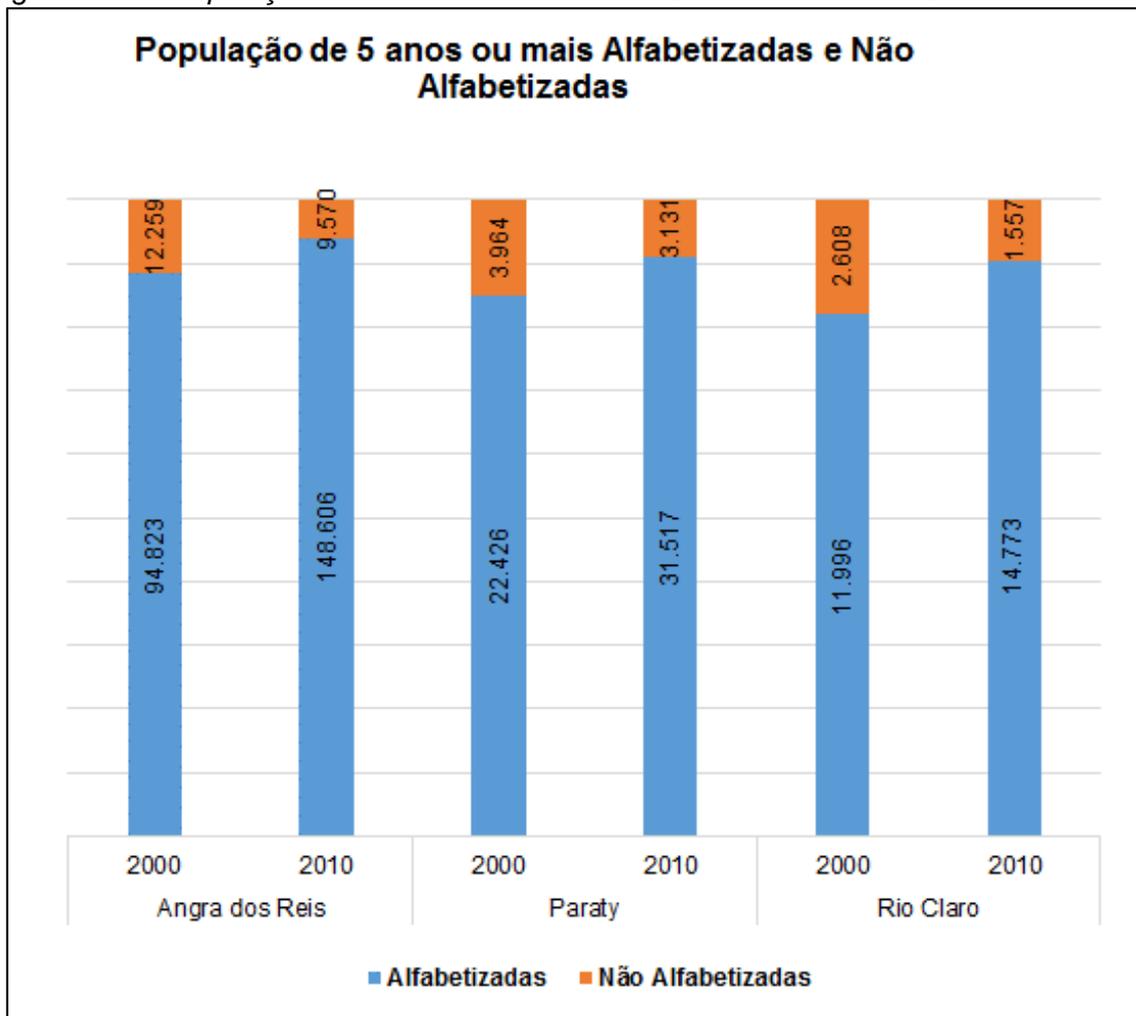
Quanto às taxas de mortalidade os dados referem-se ao ano de 2015 do DATASUS. Neste ano, nos municípios da All foram registrados 1.397 óbitos. Angra dos Reis registrou 1.028 óbitos, enquanto Paraty registrou 239 e Rio Claro, 130.

As doenças do aparelho circulatório representaram 28,78% das taxas de mortalidade na All, seguido de 16,9% de causas externas e 14,1% de Neoplasias (tumores). As neoplasias da traqueia, brônquios e pulmões representam 16,8% do total, seguidos das neoplasias de próstata com 8,1% e neoplasias da mama com 7,6%.

#### 5.4.2.7 Educação

As condições educacionais são de suma importância para um local, ou região e, de maneira geral, conforme dados do IBGE, os municípios da All apresentam bom atendimento quanto a situação de alfabetização. A Figura 5-58 apresenta a população de 5 anos ou mais alfabetizadas e não alfabetizadas entre os anos 2000 e 2010.

Figura 5-58 – População de 5 anos ou mais Alfabetizada e Não Alfabetizada

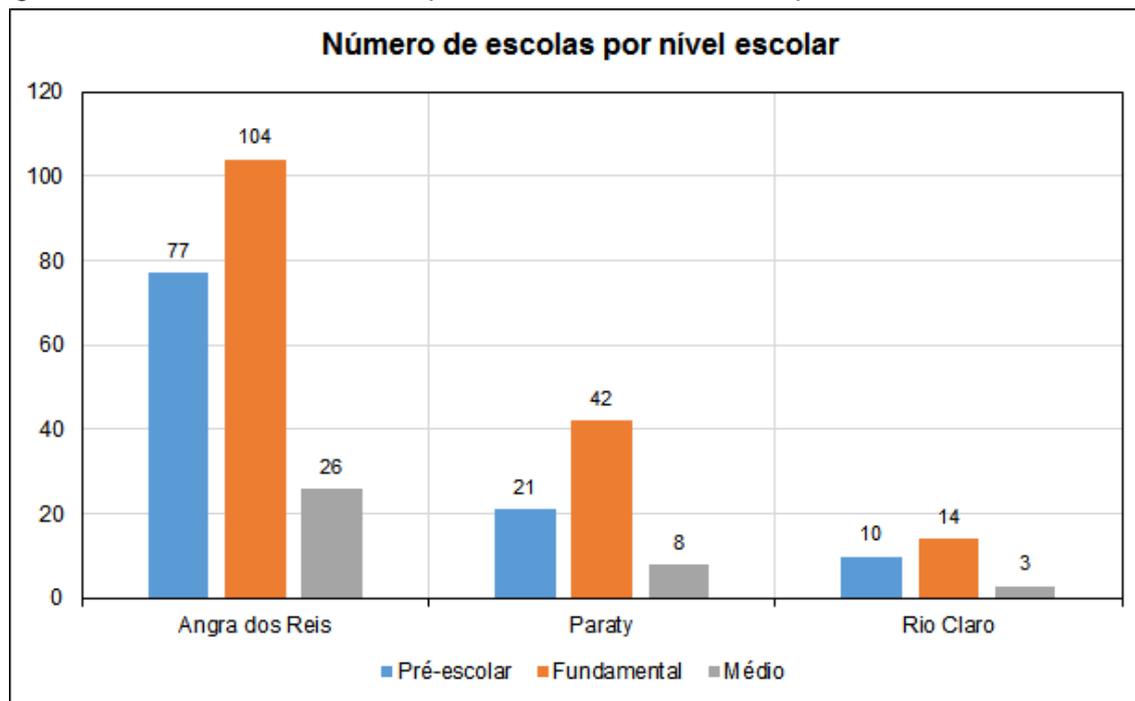


Fonte: IBGE, 2017.

Entre os municípios da área de influência, Angra dos Reis apresenta as maiores taxas de alfabetização. Em 2000, 88,55% da população residente no município, de 5 anos ou mais, era alfabetizada. Em 2010, essa população era de 93,95%. Em Paraty e Rio Claro, as taxas de alfabetização, eram, respectivamente, de 84,98% e 82,14% em 2000 e 90,96% e 90,47% em 2010.

O sistema escolar nos municípios da All, como será apresentado a seguir, está fortemente voltado para o ensino fundamental. A Figura 5-59 apresenta os dados do número de escolas por nível escolar para o ano de 2015 (IBGE) nos municípios contemplados nesse estudo.

Figura 5-59 - Número de escolas por nível escolar nos municípios da All.



Fonte: IBGE, 2017.

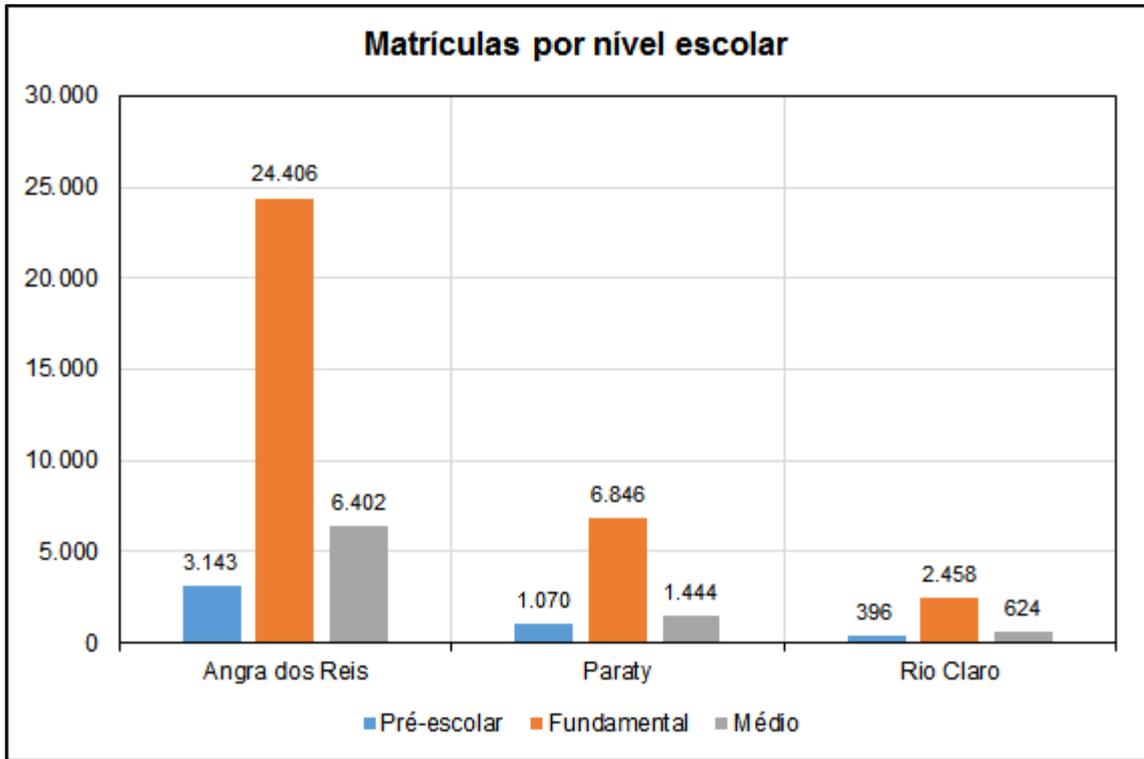
Em 2015, o sistema de educação em Angra dos Reis contava com 207 escolas, com um total de 33.951 matrículas. Destas, 77 instituições eram de ensino pré-escolar, registrando 3.143 matrículas. Já as escolas de ensino fundamental atendiam 24.406 alunos em 104 unidades espalhadas pelo território do município, enquanto que 26 escolas de ensino médio congregando 6.402 alunos.

O município de Paraty contabilizou, no ano de 2015, 21 unidades de pré-escola, 42 de ensino fundamental e 8 de nível médio, totalizando 71 escolas. Nestas estavam matriculados 9.360 alunos, distribuídos em 1.070 na pré-escola, 6.846 matriculados no ensino fundamental e 1.444 no ensino médio.

Rio Claro apresentou 27 escolas e 3.478 alunos em 2015. Do total de escolas, 10 estavam destinados ao ensino pré-escolar, 14 de nível fundamental e 3 de nível médio. Com relação às matrículas nesses níveis, foram matriculados neste ano de referência 396 alunos na pré-escola, 2.458 no nível fundamental e 624 no ensino médio.

A Figura 5-60 apresenta os números de matrícula por nível escolar nos municípios da All, para o ano de 2015.

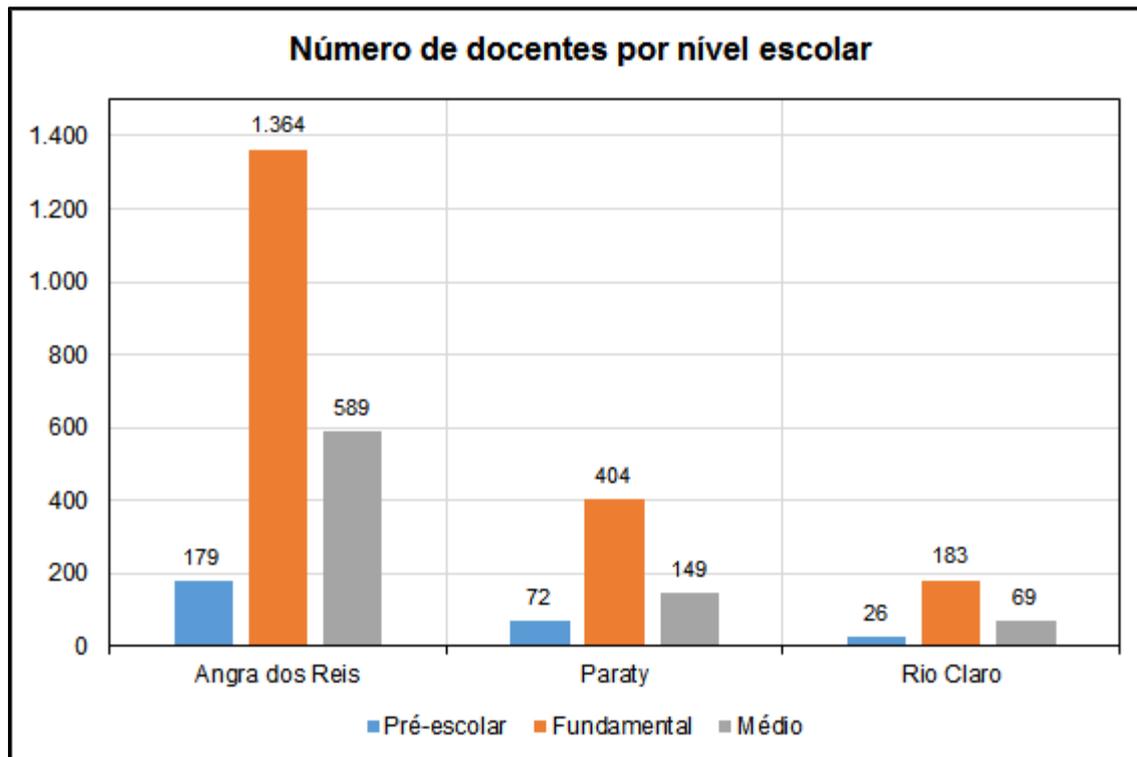
Figura 5-60 – Matrículas por nível escolar nos municípios da área de influência.



Fonte: IBGE, 2017.

Conforme os dados para o ano de 2015, o município de Angra dos Reis contava com 2.132 docentes, enquanto que Paraty e Rio Claro registraram, respectivamente, 625 e 278. A Figura 5-61 apresenta o número de docentes por nível escolar nos municípios contemplados no presente estudo.

Figura 5-61 - Número de docentes por nível escolar nos municípios da AII.

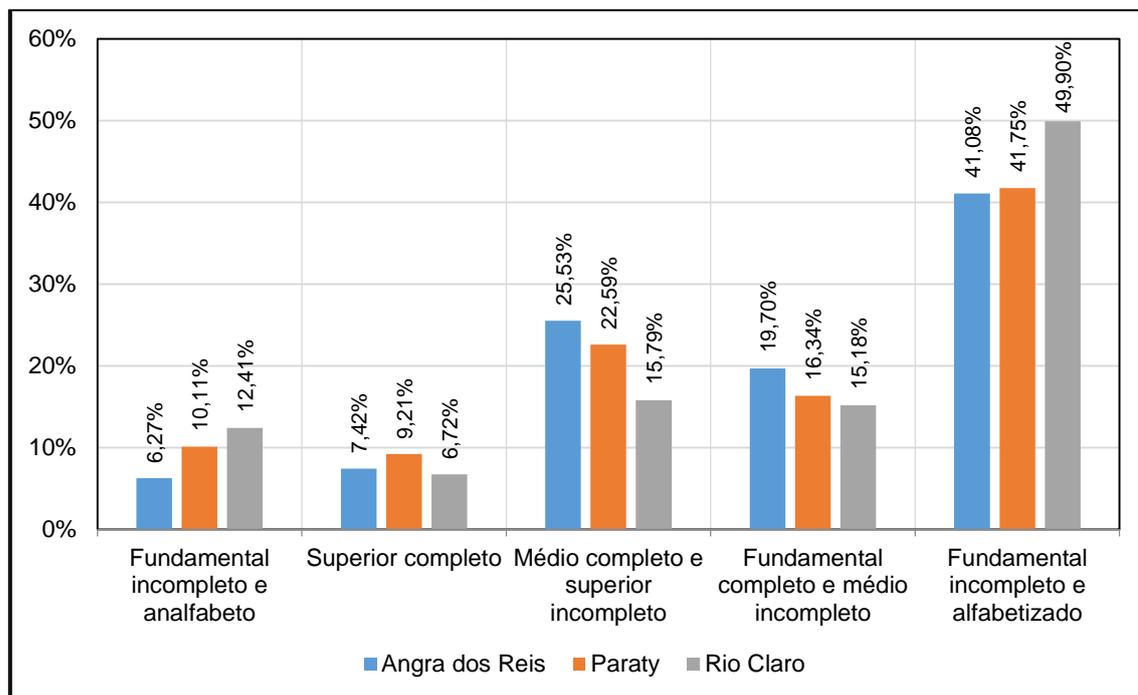


Fonte: IBGE, 2017.

O corpo docente do município de Angra dos Reis dividia-se em: 179 professores de nível pré-escolar; 1.364 professores para o ensino fundamental, e 589 professores de nível médio. Paraty, contava com 72 professores em nível pré-escolar, 404 de ensino fundamental, e 149 de nível médio. Já Rio Claro, contava com 26 professores em nível pré-escolar, 183 de ensino fundamental, e 69 de nível médio.

Em 2010, a população com 25 anos de idade ou mais era de 99.505 habitantes em Angra dos Reis, 21.821 habitantes em Paraty e 10.726 habitantes em Rio Claro. A Figura 5-62 apresenta o nível de escolaridade da população com 25 anos de idade ou mais.

Figura 5-62 - Escolaridade da população com 25 anos, ou mais.



Fonte: PNUD, 2015.

De maneira geral, a população com 25 anos de idade, ou mais, estava em 2010, com ensino fundamental incompleto, porém alfabetizadas. Essa categoria de escolaridade representou para Angra dos Reis 41,08% desse contingente, enquanto que em Paraty significou 41,75% e em Rio Claro 49,9% dessa faixa etária.

Na categoria com ensino fundamental incompleto e analfabetos, o município que registrou os maiores valores percentuais foi Rio Claro (12,41%) seguido por Paraty (10,11%) e Angra dos Reis (6,27%). No que se refere ao número de pessoas com nível médio completo e superior incompleto, Rio Claro teve o menor registro, apresentando em 2010, 15,79% desse contingente, enquanto Paraty registrou 22,59% e Angra dos Reis 25,53%.

Já com relação a população com nível superior completo, Paraty teve no ano de referência 9,21% ao todo, estando à frente de Angra dos Reis (7,42%) e Rio Claro (6,72%).

#### 5.4.2.8 Segurança Pública

Entende-se não haver necessidade de apresentação de dados atualizados sobre segurança pública para os municípios da área de influência indireta do estudo (Angra dos Reis, Paraty e Rio Claro), considerando a característica e localização do empreendimento, que será implantado em uma área industrial consolidada,

amparado em um outro processo de licenciamento ambiental, já em fase de operação, cujo tema de segurança pública já vem sendo contemplado.

Cabe ressaltar que a UAS irá gerar 205 postos de trabalho durante o pico da obra e somente durante sua fase de implantação. Ademais, é considerado que todas as pessoas contratadas serão provenientes dos municípios da área de influência indireta do estudo (Angra dos Reis, Paraty e Rio Claro).

Assim, não é previsto que a UAS seja o vetor de impacto para as questões de segurança pública na região, uma vez que não atrairá contingente de mão de obra, como esclarecido na Reunião Técnica Informativa de 01/12/2018, no âmbito do Programa de Comunicação Social da Eletronuclear.

Cabe ressaltar que a segurança pública tem sido objeto de ações por parte da Eletronuclear, uma vez que esse tema é abordado na Condicionante 2.49 da Licença Prévia nº 279/2008 e Condicionante 2.39 da Licença de Instalação nº 591/2009, ambas de Angra 3, e Condicionante 2.1.14.1.1 da Licença de Operação nº 1217/2014 da CNAAA, com a celebração de convênios para a aquisição de equipamentos para a Defesa Civil dos municípios de Angra dos Reis, Paraty e Rio Claro.

O Parecer Técnico nº 4924/2013, que realizou a análise das condicionantes de Angra 3 e apresentou proposta para a retificação da Licença de Instalação nº 591/2009, diz que:

*“É importante observar, que o fornecimento de infraestrutura e o aparelhamento dos órgãos de segurança atendidos por esta Condicionante, melhoram suas capacidades operacionais, o que é fundamental para que os mesmos desempenhem adequadamente seus papéis tanto no âmbito da segurança pública, quanto no Plano de Emergência Externo”.*

Neste sentido, a Eletronuclear vem realizando ações com o intuito de contribuir positivamente com os indicadores de segurança pública nos municípios de Angra dos Reis, Paraty e Rio Claro, sendo este tema contemplado na Condicionante 2.1.14.1.1 da Licença de Operação nº 1217/2014 da CNAAA, conforme citado anteriormente.

Ainda, ressalta-se que toda atividade de Educação Ambiental e Comunicação Social da UAS estará vinculada ao Programa de Educação Ambiental da CNAAA e ao Plano Estratégico de Comunicação da Eletronuclear Eletronuclear, ou seja, serão utilizados os mesmos canais e metodologia.

### **5.4.3 Caracterização Socioeconômica e Cultural da AID**

Para a realização deste estudo, utilizaram-se os dados do Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, disponíveis para consulta em nível de bairro. Para o estudo da Área de Influência Direta foram identificados todos aglomerados urbanos no entorno e até 5 km da propriedade da CNAAA através da imagem de satélite e da malha dos setores censitários do IBGE.

Foram identificados oito bairros, a saber: Frade e Porto Frade (pertencentes ao Distrito de Cunhambebe); Praia Brava, Praia Vermelha, Praia das Goiabas, Vila Histórica de Mambucaba, Parque Perequê e Parque Mambucaba (pertencentes ao Distrito de Mambucaba) (Apêndice 5.1.1-1: Mapa das Áreas de Influência do Meio Socioeconômico). No bairro Praia das Goiabas, conforme o Censo de 2010 não havia população residente, o que pode caracterizar domicílios de uso ocasional. Cabe ressaltar que durante a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) – Angra 3 (ELETRONUCLEAR/MRS, 2005), a pesquisa identificou esses domicílios como integrantes do Condomínio das Goiabas e neste período, somente cinco domicílios particulares eram permanentemente ocupados. Portanto, neste estudo as análises não versarão sobre esse Bairro, tendo em vista a indisponibilidade de dados para esses domicílios junto ao Censo 2010.

#### **5.4.3.1 Dinâmica Territorial – Uso e Ocupação do Solo**

Neste item serão abordados os aspectos relativos ao uso e ocupação do solo do município de instalação do empreendimento, onde serão utilizados instrumentos de planejamento e gestão integrantes do plano diretor de Angra dos Reis, através da Lei nº 1.754, de 21 de dezembro de 2006. Destaca-se aqui a Lei de Zoneamento, nº 2.091, de 23 de janeiro de 2009.

A Lei de Zoneamento define três níveis de abordagem no que se refere à Divisão territorial para a caracterização do uso e ocupação do solo: o Macrozoneamento; o Zoneamento e o Microzoneamento.

No macrozoneamento, o território é dividido em quatro macrozonas, a saber: Macrozona Rural (MRU): constitui-se de áreas apropriadas a atividades da agropecuária, e que permitem a atividade do turismo rural; Macrozona Urbana (MZU): compreende as áreas efetivamente utilizadas para fins urbanos; Macrozona

da Ilha Grande (MIG): inclui todas as áreas insulares emersas e imersas da Ilha Grande e ilhas adjacentes; Macrozona das Demais Ilhas (MDI): inclui todas as áreas insulares emersas e imersas, excetuando-se a Ilha Grande e ilhas adjacentes.

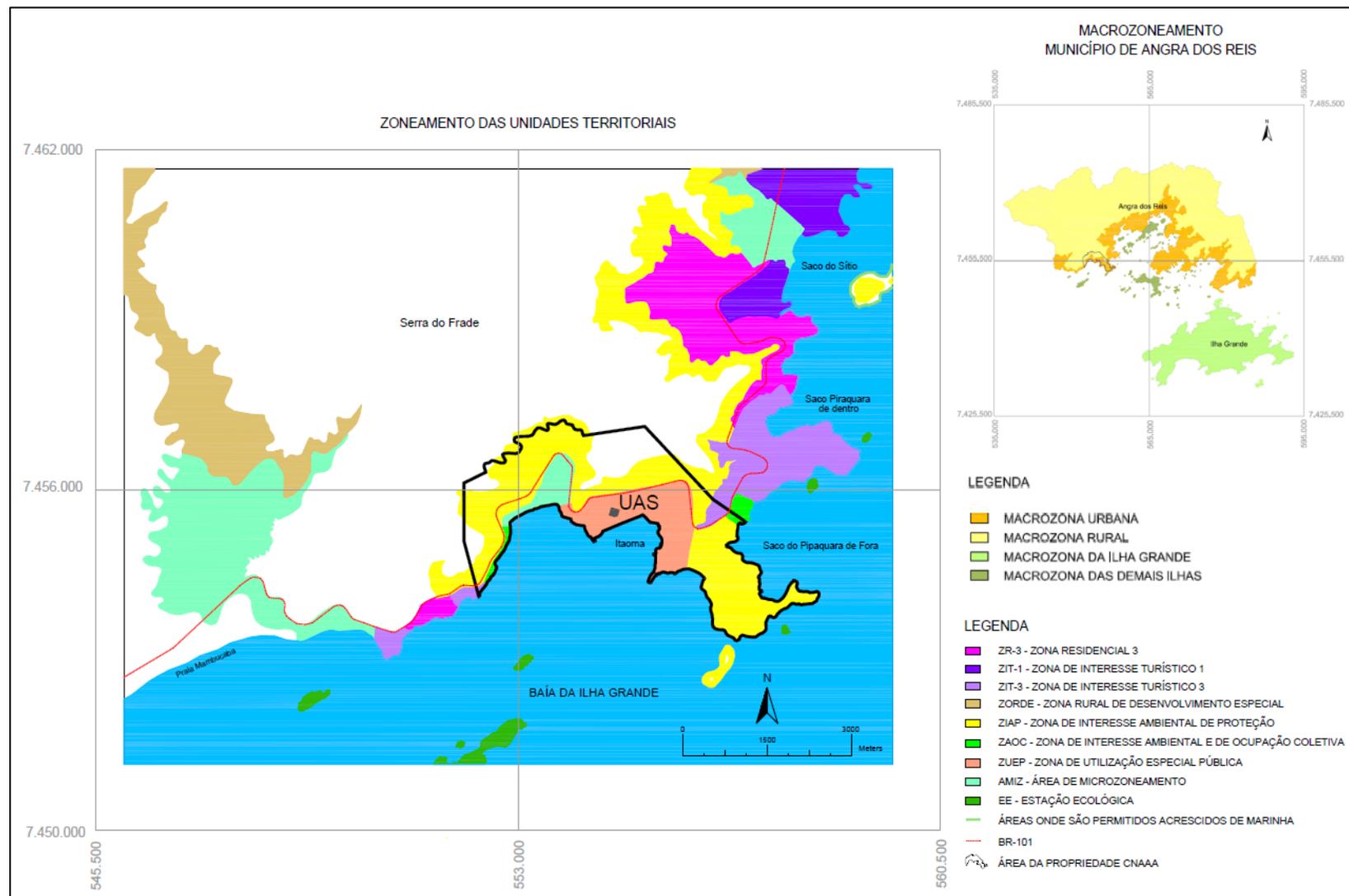
No que se refere ao zoneamento, o território de Angra dos Reis é composto dos seguintes tipos de zonas:

- I - Zona Residencial (ZR);
- II - Zona Comercial (ZC);
- III - Zona de Interesse Turístico (ZIT);
- IV - Zona Especial de Interesse Social (ZEIS);
- V - Zona Especial de Interesse Ambiental e Turístico de Ocupação Controlada (ZEIATOC);
- VI - Zona de Interesse Ambiental de Proteção (ZIAP);
- VII - Zona Especial do Centro Histórico de Angra dos Reis (ZECHAR);
- VIII - Zona Rural de Desenvolvimento Especial (ZORDE);
- IX - Zona de Interesse Ambiental e de Ocupação Coletiva (ZAOC);
- X - Zona de Interesse Ambiental e de Ocupação Coletiva do Centro (ZAOCC);
- XI - Zona de Utilização Especial Pública (ZUEP).

O microzoneamento é caracterizado por adensamentos urbanos ao longo do território municipal, sendo eles: no continente - Perequê, Parque Mambucaba, Vila Histórica de Mambucaba, Vila Residencial de Praia Brava, Frade, Grande Japuíba, Camorim, Jacuacanga, Monsuaba. Na Ilha Grande: Vila do Abraão, Praia Grande de Araçatiba, Praia Vermelha, Praia do Provetá.

O empreendimento em questão está situado na Macrozona Urbana (MZU) e na Zona de Utilização Especial Pública (ZUEP). Esta Zona compreende áreas destinadas a atividades especiais que envolvam grandes complexos industriais, atividades com risco a saúde ou ao meio ambiente e equipamentos públicos de grande porte (Figura 5-63).

Figura 5-63 – Macrozoneamento e Zoneamento da Área de Interesse.

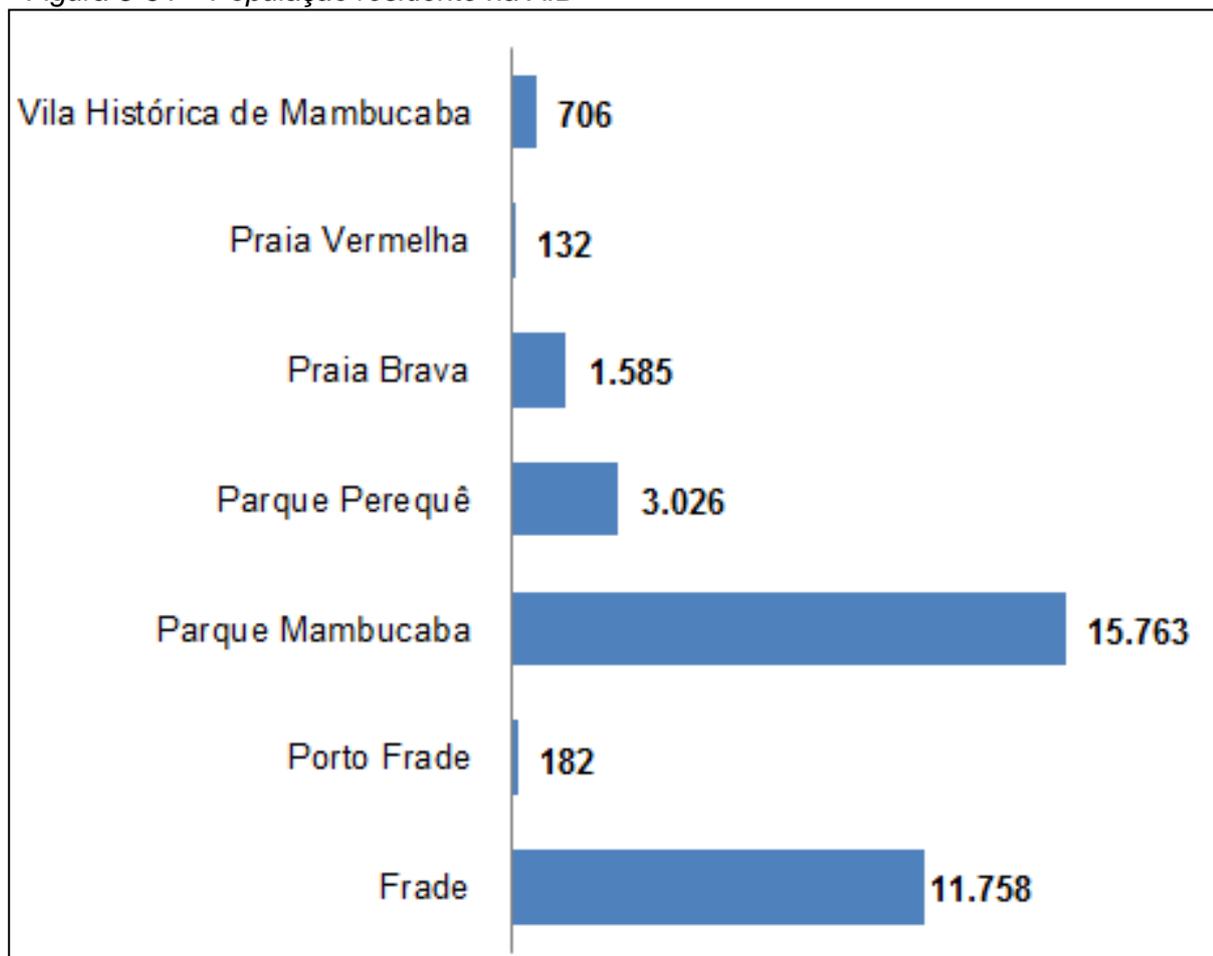


Fonte: Compilado da Lei nº 2.091/2009

### 5.4.3.2 Dinâmica Populacional e Territorial

A população residente na AID em 2010 totalizava 33.152 habitantes, o que representava 19,6% do total de habitantes no município. Os Bairros Frade (11.758 hab.), Parque Mambucaba (15.763 hab.) e Parque Perequê (3.026 hab.) representavam 92% da população da AID (Figura 5-64).

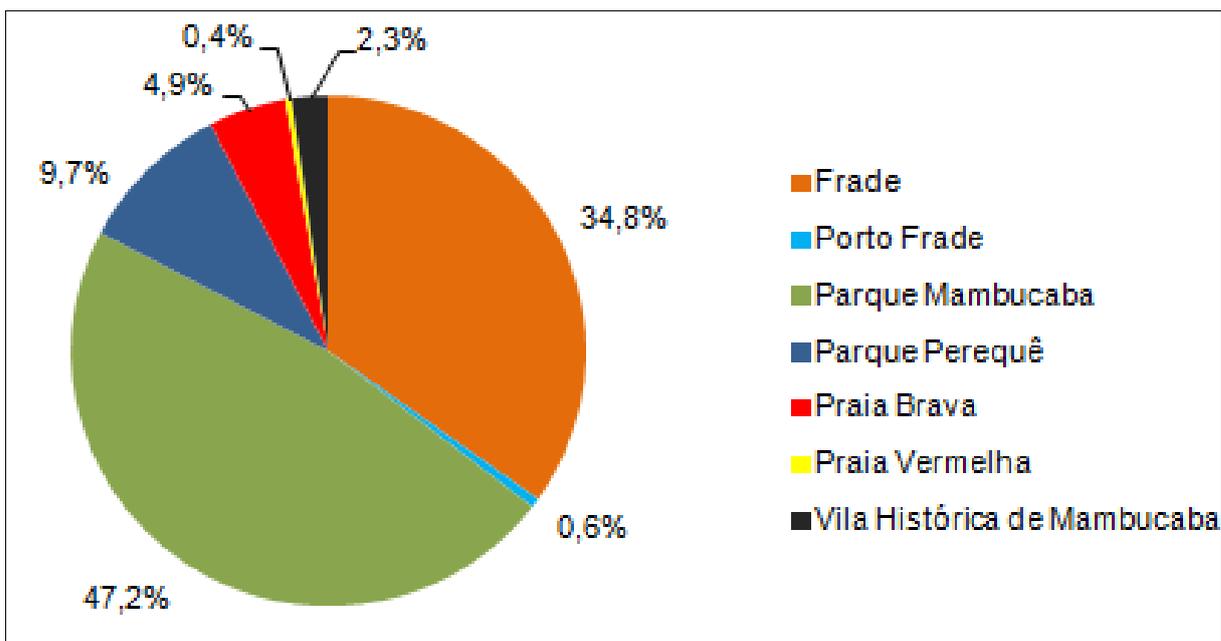
Figura 5-64 – População residente na AID



Fonte: IBGE, 2010.

A Área de Influência Direta contava com 10.530 domicílios, representando dessa forma, uma média de 3,15 habitantes por unidade domiciliar. Assim como a distribuição da população, o Bairro do Frade (3.669 domicílios), Parque Mambucaba (4.975 domicílios) e Parque Perequê (1.025 domicílios) concentram o maior número de domicílios na AID (Figura 5-65).

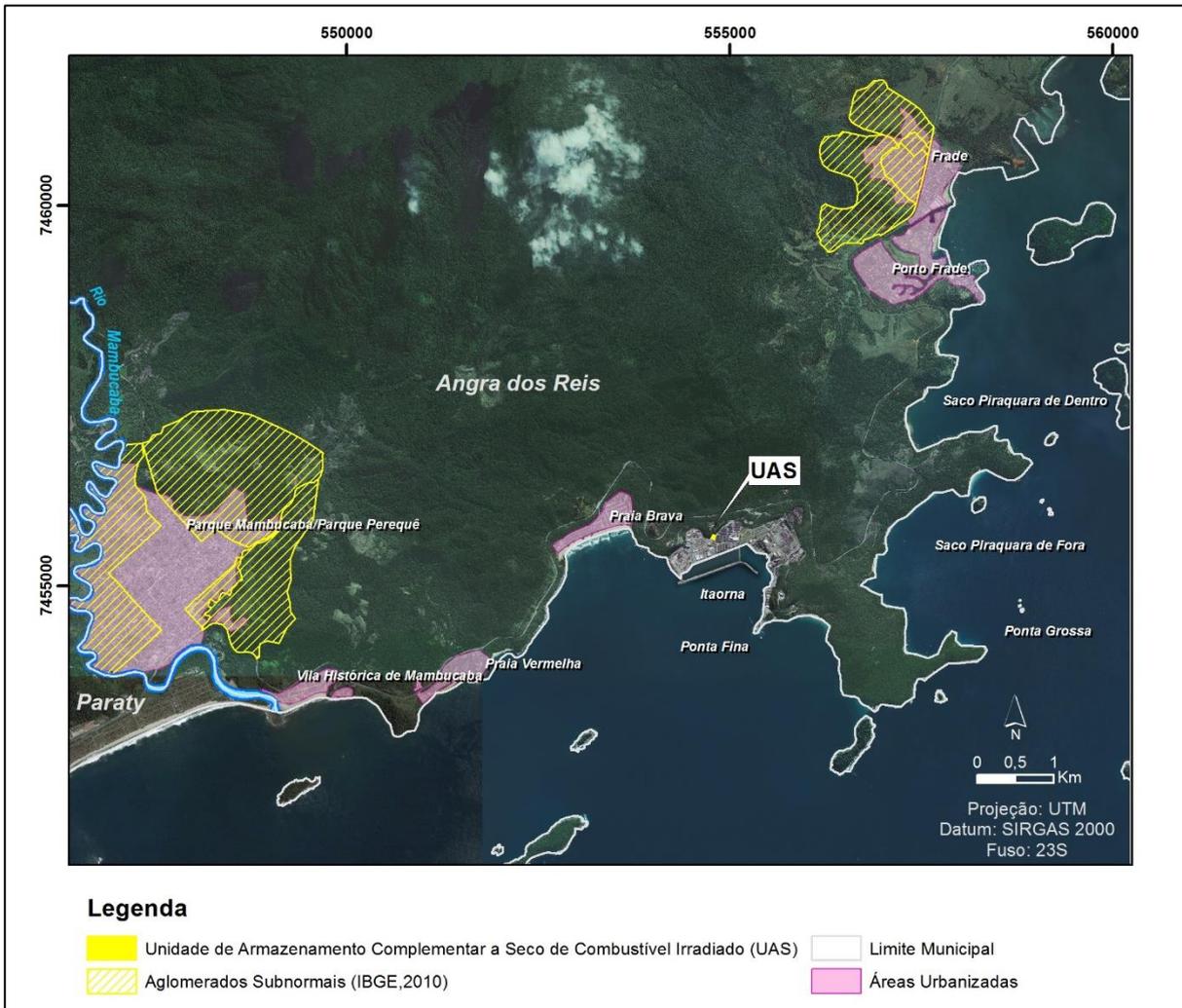
Figura 5-65 – Percentual de Domicílios Particulares Permanentes na AID, por bairro.



Fonte: IBGE, 2010.

Os bairros Parque Mambucaba/Parque Perequê e Frade apresentam domicílios classificados como Aglomerado Subnormal. Estes se caracterizam por construções habitacionais carentes e estando dispostas, em geral, de forma desordenada e densa. A delimitação destes aglomerados pode ser verificada na Figura 5-66.

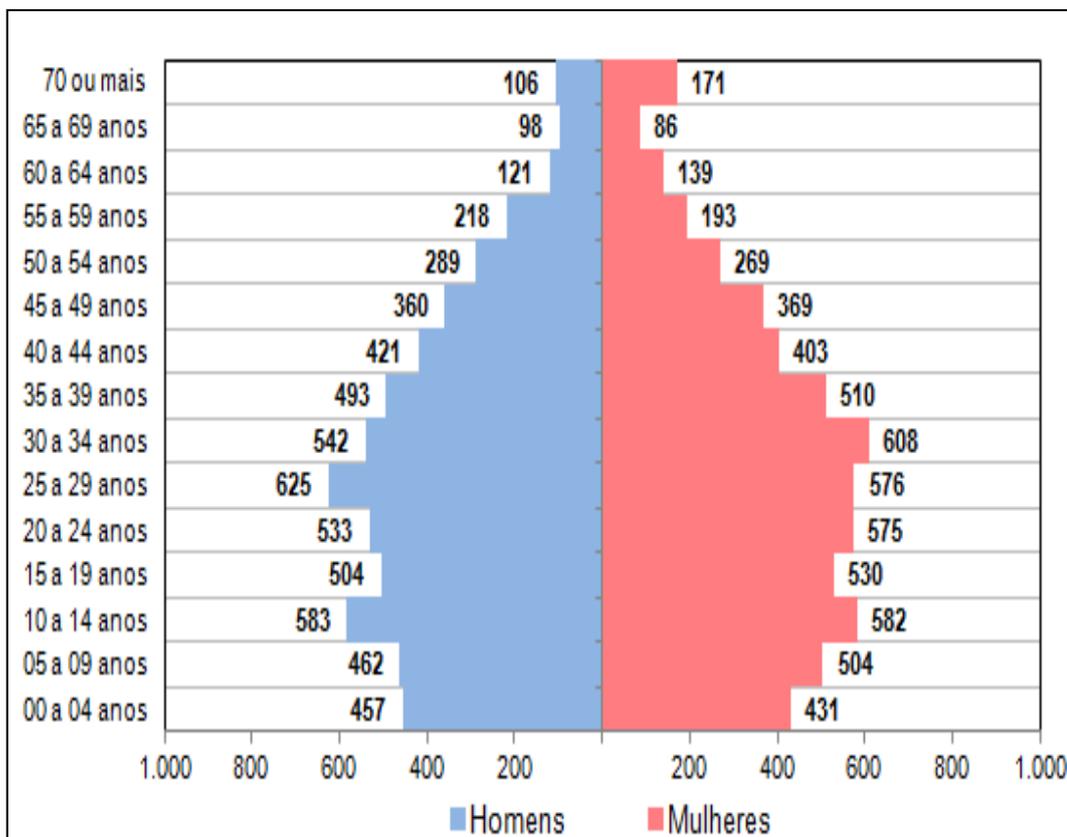
Figura 5-66 – Aglomerados Subnormais da AID.



Fonte: Bourscheid, 2017.

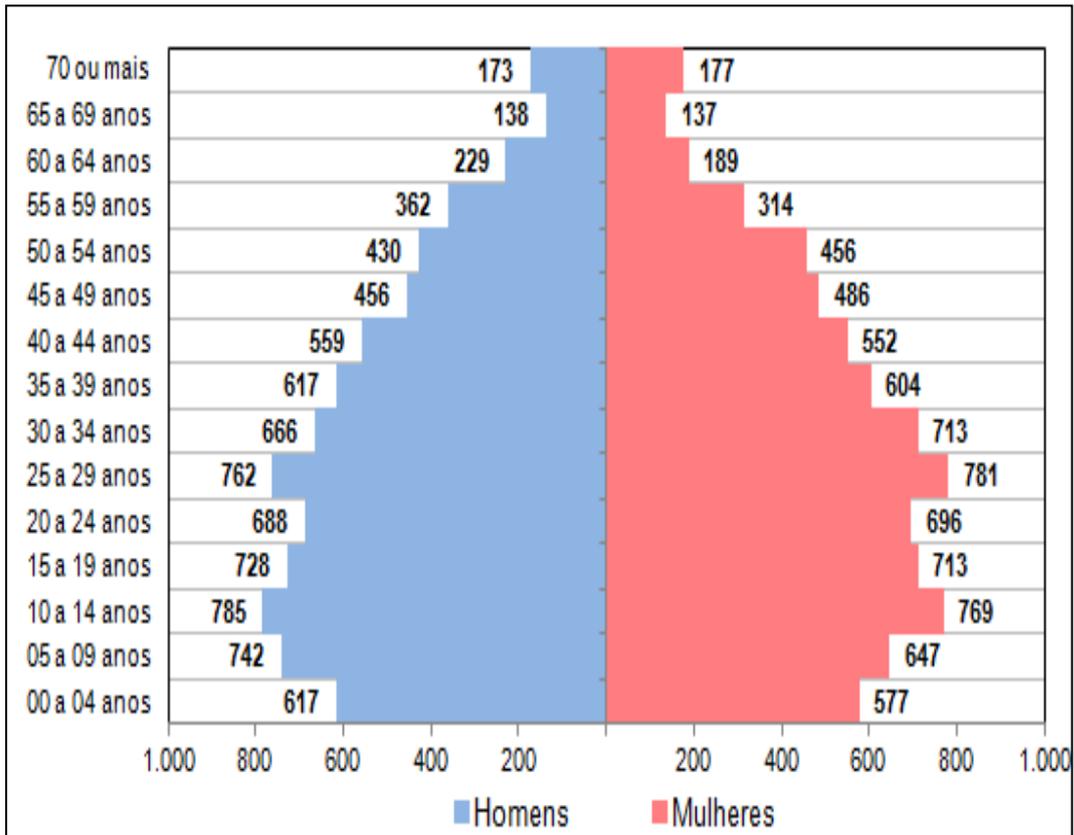
Nestes bairros de maior população da AID, a participação do gênero feminino e masculino apresenta boa distribuição no perfil da população. No Frade a população de mulheres representa 50,6% do total, no Parque Mambucaba, este gênero representa 49,6% e no Parque Perequê 49,7%. Nos três bairros, a população de homens apresenta maior participação na faixa de 25 a 29 anos (Figura 5-67, Figura 5-68 e Figura 5-69).

Figura 5-67 – Pirâmide Etária – Frade



Fonte: IBGE, 2010.

Figura 5-68 – Pirâmide Etária - Parque Mambucaba



Fonte: IBGE, 2010.

Figura 5-69 – Pirâmide Etária – Parque Perequê

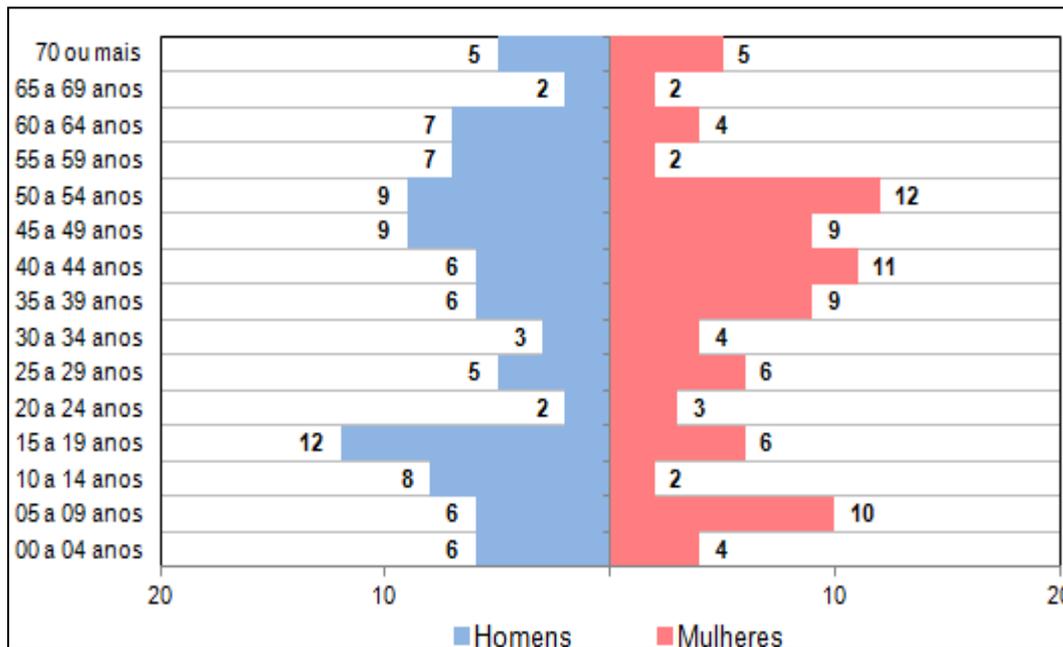


Fonte: IBGE, 2010.

O Porto Frade, localizado junto a Planície do Rio do Frade apresenta uma população de 182 habitantes divididos em 63 domicílios de uso permanente (IBGE, 2010). Neste bairro encontram-se os condomínios de alto padrão econômico onde os domicílios têm como característica o uso ocasional, além de grandes empreendimentos turísticos como o Hotel do Frade e Golf Resort (ELETRONUCLEAR/MRS, 2005).

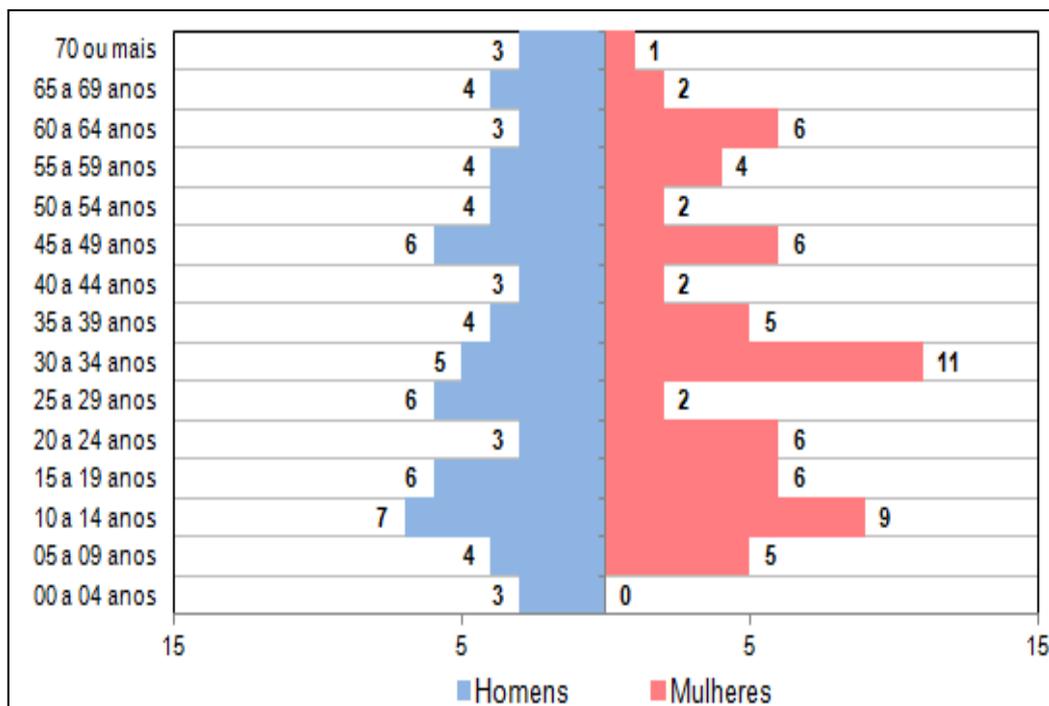
A população do Porto Frade apresenta base e topo similares, com maior predomínio de mulheres nas faixas de 35 a 54 anos, que representam 22,5% da população total do Bairro (Figura 5-70).

Figura 5-70 – Pirâmide Etária – Porto Frade



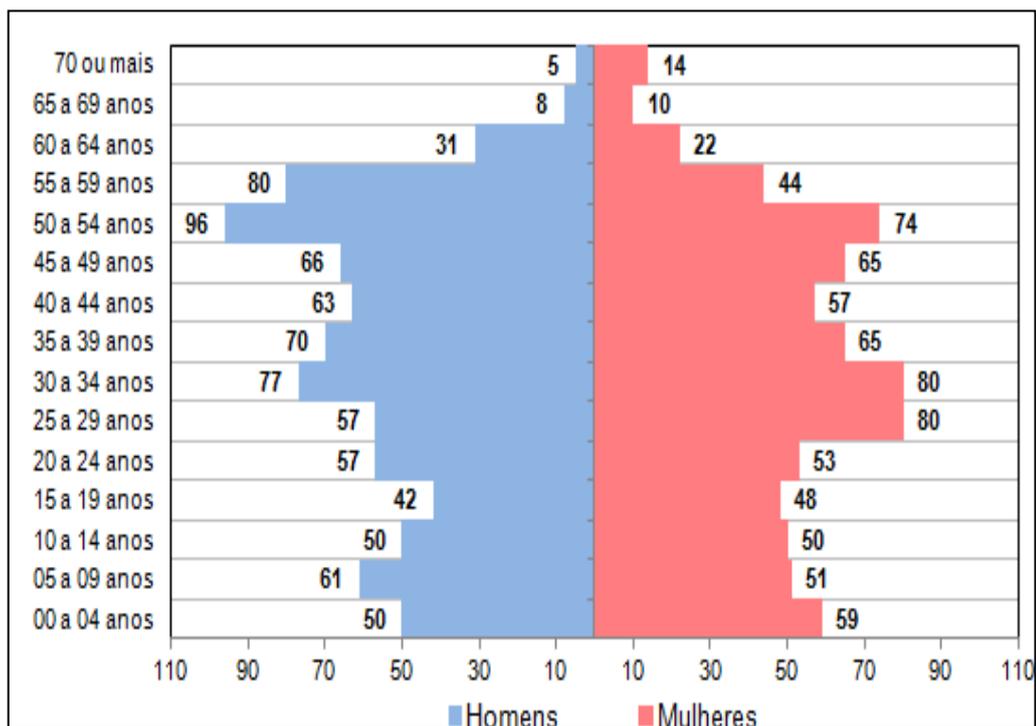
Fonte: IBGE, 2010.

A Praia Vermelha com apenas 132 habitantes apresenta uma população masculina bem distribuída entre as faixas de idade. Este fato não acontece na população feminina, em que não há registro de habitantes entre as faixas de 0 a 4 anos e a maior quantidade do total (11 habitantes) está inserida na faixa de 30 a 34 anos (Figura 5-71). De acordo com Eletronuclear/MRS (2005), na Praia Vermelha localiza-se o Condomínio Barlavento onde são registrados os domicílios de uso ocasional e também há ocupações de padrão espacial desorganizado e de acabamento incompleto, feitas por populações de baixa renda. Este processo de urbanização irregular encontra motivação na proximidade em relação aos locais de trabalho, que se resumem à CNAAA, aos condomínios de luxo e à rede lazer-hotelaria.

**Figura 5-71 – Pirâmide Etária - Praia Vermelha**


Fonte: IBGE, 2010.

O bairro Praia Brava, constituído pela vila residencial de funcionários da Eletronuclear, contava com 1.585 habitantes em 2010 e mostra uma população jovem, mas que apresenta uma distribuição equitativa nas faixas posteriores até 54 anos (Figura 5-72).

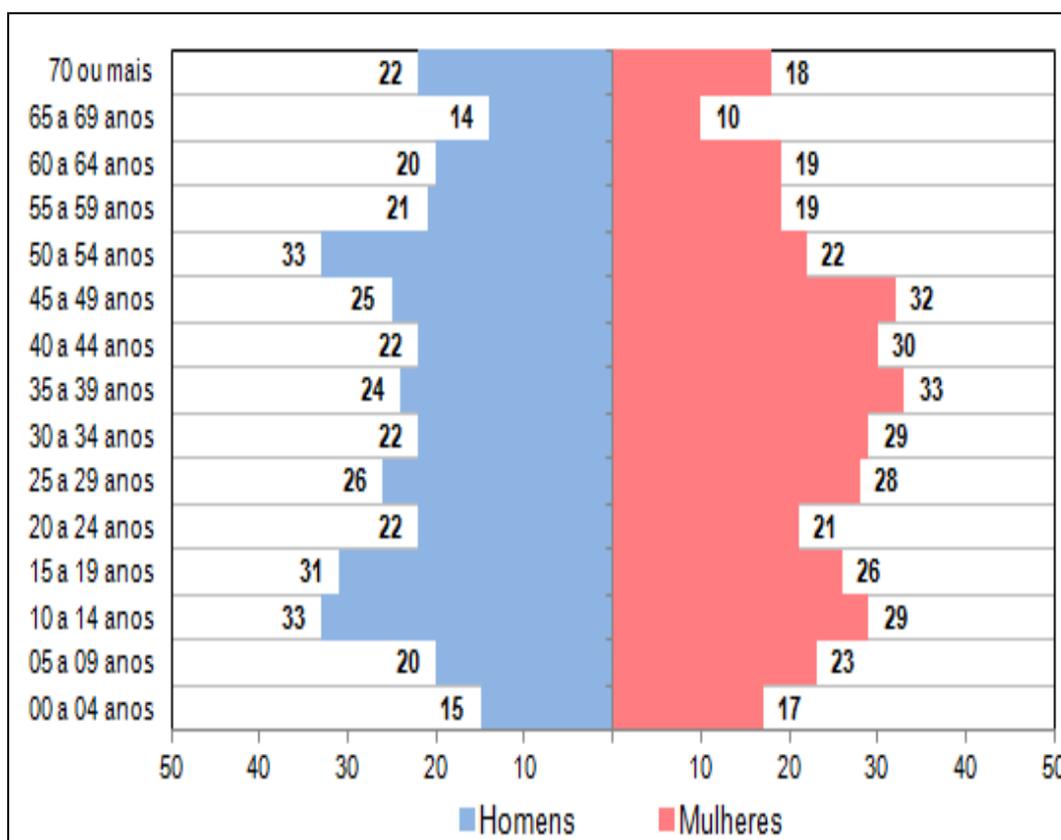
**Figura 5-72 – Pirâmide Etária – Praia Brava**


Fonte: IBGE, 2010.

A Vila Histórica de Mambucaba é a sede do distrito de Mambucaba e guarda diversas construções que espelham a organização dos sítios urbanos dos séculos XVIII e XIX (ELETRONUCLEAR/MRS, 2005). Segundo este mesmo estudo, na Vila Histórica de Mambucaba há pequenas pousadas, com instalações improvisadas, que atendem ao turismo sazonal e concentram-se os domicílios de uso ocasional.

Em 2010 a Vila Histórica de Mambucaba apresentava uma população de 706 habitantes. A pirâmide etária da Vila Histórica de Mambucaba apresentava uma população bem distribuída entre as faixas etárias e entre os gêneros masculino e feminino (Figura 5-73).

Figura 5-73 – Pirâmide Etária – Vila Histórica de Mambucaba



Fonte: IBGE, 2010.

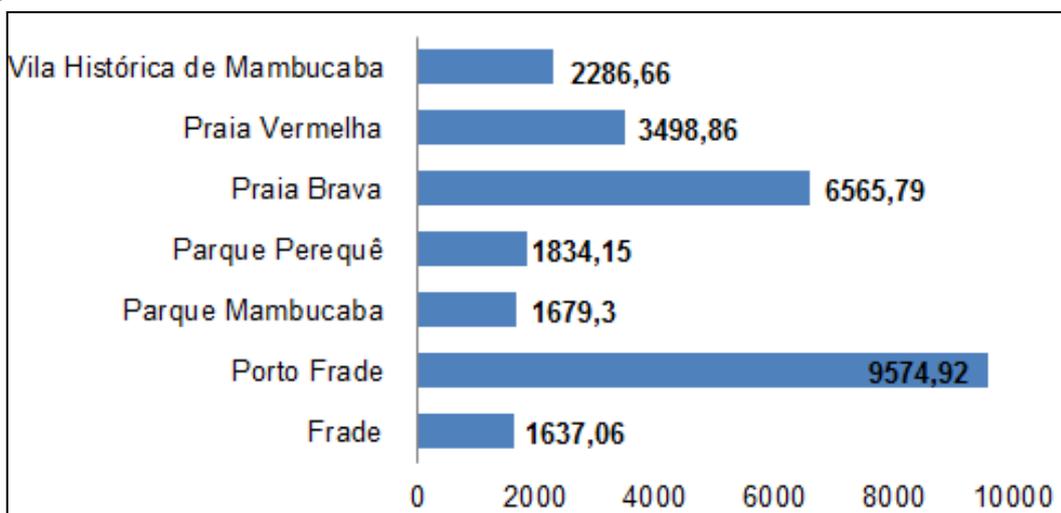
#### 5.4.3.3 Aspectos Econômicos

No que se refere ao rendimento médio mensal dos domicílios particulares, verifica-se uma diferença acentuada entre os bairros. Porto Frade, caracterizado pelos condomínios de luxo e os grandes empreendimentos turísticos, apresenta o maior rendimento médio com R\$ 9.574,92 - seguido da Praia da Brava, onde se encontra a vila residencial de funcionários da Eletronuclear, com rendimento médio de R\$ 6.565,79. De qualquer forma, em ambos os casos essas faixas financeiras

estão bem acima das que foram registradas pelo Censo 2010 nos demais bairros. Desconsiderando esses dois bairros, a média salarial da AID é de R\$ 2.187,21.

Os bairros Frade, Parque Mambucaba e Parque Perequê onde há maior concentração populacional e a existência de Aglomerados Subnormais apresentaram os menores rendimentos médios mensal dos domicílios particulares (Figura 5-74).

Figura 5-74 – Rendimento Nominal Médio Mensal dos domicílios particulares permanentes (R\$)



Fonte: IBGE, 2010.

#### 5.4.3.4 Saneamento Básico

Em 2010, conforme o Censo, a coleta de lixo era realizada de forma adequada em 99,63% dos domicílios. Em apenas 0,36% dos domicílios da AID o lixo era queimado na propriedade ou jogado em terreno baldio ou logradouro (Tabela 5-12).

Tabela 5-12 – Formas de Coleta de Lixo nos Domicílios (%).

Bairros	Serviço de Limpeza	Caçamba de serviço de Limpeza	Outros
Frade	91,03	8,48	0,49
Porto Frade	96,83	3,17	-
Parque Mambucaba	92,6	7,06	0,34
Parque Perequê	97,37	2,24	0,39
Praia Brava	95,32	3,31	1,37

Bairros	Serviço de Limpeza	Caçamba de serviço de Limpeza	Outros
Praia Vermelha	100,00	-	-
Vila Histórica de Mambucaba	93,36	6,64	-

Fonte: IBGE, 2010.

O abastecimento de água era feito adequadamente por rede geral de distribuição em 94,7% dos domicílios da AID. Em 4,5% o abastecimento era realizado por poço ou nascente, em 0,6% era realizado por rio, açude, lago ou igarapé e em 0,2% o abastecimento era realizado de outras formas (Tabela 5-13).

Tabela 5-13 – Formas de Abastecimento de Água nos domicílios (%).

Bairros	Rede Geral	Poço ou nascente dentro/fora	Rio, açude, lago ou igarapé	Outras
Frade	88,33	10	1,61	0,06
Porto Frade	93,65	4,76	0,0	1,59
Parque Mambucaba	98,29	1,48	0,02	0,2
Parque Perequê	99,02	0,39	0,0	0,59
Praia Brava	96,1	2,72	0,39	0,79
Praia Vermelha	93,18	0,0	0,0	6,82
Vila Histórica - Mamb.	96,27	3,73	0,0	0,0

Fonte: IBGE, 2010.

O destino do esgoto sanitário distribuía-se entre rede geral de esgoto ou pluvial em 45,16% dos domicílios, o uso de fossas era a modalidade mais utilizada nos domicílios da área de influência direta, representando mais de 52% do uso nas residências e, portanto, ampliando de forma consistente os impactos na qualidade de água subterrânea. O bairro Porto Frade, que apresentou em 2010 o maior rendimento mensal dos domicílios na AID, ainda possui 35% dos domicílios com esgotamento sanitário realizado através de fossas. Na Praia Vermelha, observa-se o menor número de domicílios atendidos por rede geral de esgoto (Tabela 5-14).

Tabela 5-14 – Formas de Esgotamento sanitário nos domicílios (%).

Bairros	Rede Geral/Pluvial	Fossa séptica	Fossa rudimentar	Vala	Rio, lago ou mar	Outro /Não tinham
Frade	79,29	11,53	4,06	3,68	1,04	0,41
Porto Frade	63,49	26,98	7,94	0	0	1,59
Parque Mambucaba	14,47	43,38	41,19	0,36	0,16	0,44
Parque Perequê	34,54	27,8	35,71	0	0,78	1,17
Praia Brava	92,4	4,48	0,39	0,39	0	2,34
Praia Vermelha	9,09	86,36	0	0	0	4,55
Vila Histórica Mamb.	22,82	75,93	1,24	0	0	0

Fonte: IBGE, 2010.

#### 5.4.4 Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico

De acordo com o Art. 216 da Constituição Federal de 1988, constituem Patrimônio Cultural Brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira.

Segundo o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN, os bens de natureza *material* podem ser imóveis como as cidades históricas, sítios arqueológicos e paisagísticos e bens individuais; ou móveis, como coleções arqueológicas, acervos museológicos, documentais, bibliográficos, arquivísticos, videográficos, fotográficos e cinematográficos. Já os bens culturais de natureza *imaterial* dizem respeito àquelas práticas e domínios da vida social que se manifestam em saberes, ofícios e modos de fazer; celebrações; formas de expressão cênicas, plásticas, musicais ou lúdicas; e nos lugares (como mercados, feiras e santuários que abrigam práticas culturais coletivas).

O diagnóstico foi realizado com objetivo de localizar, caracterizar e mapear o patrimônio cultural, arqueológico, histórico e paisagístico acautelado em âmbito federal, estadual e municipal nas áreas de influência do empreendimento (AII, AID e ADA), utilizando como parâmetro à legislação brasileira<sup>10</sup>, as informações

<sup>10</sup> Decreto-Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937, que organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional; Lei nº 3.924, de 26 de julho de 1961, que dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos; Decreto nº 3.551, de 4 de agosto de 2000, que institui o Registro de Bens Culturais de Natureza Imaterial que constituem patrimônio cultural brasileiro, cria o Programa Nacional do Patrimônio Imaterial e dá outras providências; Lei nº 11.483, de 31 de maio de 2007, que dispõe

disponibilizadas nos bancos de dados dos órgãos oficiais e instituições de ensino/pesquisa, demais publicações especializadas, além de realizar o levantamento das instituições públicas e privadas envolvidas com as questões do patrimônio.

Neste sentido, os resultados obtidos foram organizados em quatro categorias, sendo elas:

- *Patrimônio Material*: Referente aos Bens e Conjuntos Urbanos Tombados; Bens Móveis e Integrados, e ao Patrimônio Ferroviário;
- *Patrimônio Imaterial*: Referente aos Bens Inventariados e Registrados;
- *Patrimônio Paisagístico*: Referente a Paisagem Cultural Brasileira chancelada;
- *Patrimônio Arqueológico*: Referente aos sítios arqueológicos localizados em meio terrestre e subaquático.

#### 5.4.4.1 Área de Influência Indireta

O diagnóstico do Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico da Área de Influência Indireta (AII) abrange a totalidade dos municípios de Angra dos Reis, Paraty e Rio Claro - área definida para o Meio Socioeconômico.

##### 5.4.4.1.1 Angra dos Reis/RJ

#### a) **Patrimônio Material**

##### – *Âmbito Federal*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, disponível no site <http://portal.iphan.gov.br> (acesso em 07.04.2017), foram localizados 15 registros de patrimônio material acautelados em âmbito federal, conforme apresentados no Quadro 5-9 e no Mapa de Localização do Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico (Apêndice 5.4.4-1).

---

sobre a revitalização do setor ferroviário, altera dispositivos da Lei no 10.233, de 5 de junho de 2001, e dá outras providências; Portaria do IPHAN nº 127, de 30 de abril de 2009, que estabelece a chancela da Paisagem Cultural Brasileira.

Quadro 5-9 - Relação do patrimônio material acautelado em âmbito federal.

	Patrimônio Material	Localização	Informações
1.	Capela do Senhor do Bonfim (Igreja do Bonfim)	Angra dos Reis: Ilhota do Bonfim.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado - Livro de Belas Artes. Inscrição Nº: 423. Nº do Processo: 0432-T-50. Data: 01.12.1954. Obs: O tombamento inclui todo o seu acervo, de acordo com a Resolução do Conselho Consultivo da SPHAN, de 13/08/85, referente ao Processo Administrativo nº 13/85/SPHAN.
2.	Convento de São Bernardino de Sena: Ruínas e a Capela dos Terceiros	Angra dos Reis: Morro de Santo Antônio.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado - Livro Histórico. Inscrição Nº: 246. Nº do Processo: 0371-T. Data: 23.07.1947. Obs.: O tombamento inclui também o cruzeiro fronteiro e o acervo da Capela da Ordem Terceira de São Francisco da Penitência.
3.	Relógio do Convento de São Bernardino do Sena	Angra dos Reis: Morro de Santo Antônio.	Tipo: Bens Móveis. Proteção: Tombado – Livro de Belas Artes. Inscrição: 246. Data: 23.07.1947.
4.	Convento e Igreja de Nossa Senhora do Carmo	Angra dos Reis: Largo do Carmo.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado - Livro Histórico. Inscrição Nº: 239. Nº do Processo: 0344-T. Data: 28.11.1944. Obs.: O tombamento inclui todo o seu acervo, de acordo com a Resolução do Conselho Consultivo da SPHAN, de 13/08/85, referente ao Processo Administrativo nº 13/85/SPHAN; O tombamento inclui também a área da antiga cerca conventual.
5.	Igreja da Ordem Terceira de Nossa Senhora do Carmo	Angra dos Reis: Largo do Carmo.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado - Livro de Belas Artes. Inscrição: 388. Nº do Processo: 0432-T-50. Data: 09.08.1950. Obs.: O tombamento inclui todo o seu acervo, de acordo com a Resolução do Conselho Consultivo da SPHAN, de 13/08/85, referente ao Processo Administrativo nº 13/85/SPHAN; O tombamento inclui também a área da antiga cerca conventual.
6.	Igreja de Nossa Senhora da Lapa da Boa Morte (Igreja da Lapa; Capela de Nossa Senhora da Lapa da Boa Morte)	Angra dos Reis: Rua Doutor Bastos.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado - Livro de Belas Artes –Vol. 1, Folha 80. Inscrição Nº: 421. Nº do Processo: 0432-T-50. Data: 01.12.1954. Obs.: O tombamento inclui todo o seu acervo, de acordo com a Resolução do Conselho Consultivo da SPHAN, de 13/08/85, referente ao Processo Administrativo nº 13/85/SPHAN.

	Patrimônio Material	Localização	Informações
7.	Igreja de Santa Luzia (Capela de Santa Luzia)	Angra dos Reis: Rua do Comércio, esquina com a Rua Santa Luzia.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado - Livro de Belas Artes. Inscrição Nº: 422. Nº do Processo: 0432-T-50. Data: 01.12.1954. Obs.: O tombamento inclui todo o seu acervo, de acordo com a Resolução do Conselho Consultivo da SPHAN, de 13/08/85, referente ao Processo Administrativo nº 13/85/SPHAN.
8.	Igreja Matriz de Nossa Senhora da Conceição (Igreja da Conceição)	Angra dos Reis: Praça da Matriz.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado - Livro de Belas Artes. Inscrição Nº: 420. Nº do Processo: 0432-T-50. Data: 01.12.1954. Obs.: O tombamento inclui todo o seu acervo, de acordo com a Resolução do Conselho Consultivo da SPHAN, de 13/08/85, referente ao Processo Administrativo nº 13/85/SPHAN.
9.	Fazenda, Ilhota Morcego e Casa*	Angra dos Reis: Enseada do Abraão, freguesia de Santa Ana de Ilha Grande.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado - Livro Histórico. Inscrição Nº: 191. Nº do Processo: 0317-T. Data: 23.07.1942.
10.	Imagem de Nossa Senhora do Rosário*	Angra dos Reis: Mambucaba.	Tipo: Bens Móveis. Proteção: Tombado – Livro de Belas Artes. Inscrição Nº 493. Nº do Processo: 0816-T-69. Data: 11.12.1969.
11.	Sobrado à Praça General Osório, 19	Angra dos Reis: Praça General Osório.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado - Livro Histórico. Inscrição Nº: 429. Nº do Processo: 0794-T-67. Data: 31.11.1970. Obs.: O sobrado integra um conjunto arquitetônico com outros prédios tombados no mesmo Processo.
12.	Sobrado à Praça General Osório, 3 a 13	Angra dos Reis: Praça General Osório.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado - Livro Histórico. Inscrição Nº: 422. Nº do Processo: 0794-T-67. Data: 17.12.1969. Obs.: O sobrado integra um Conjunto Arquitetônico com outros prédios tombados no mesmo Processo.
13.	Sobrado à Praça General Osório, 35	Angra dos Reis: Praça General Osório.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado - Livro Histórico. Inscrição Nº: 423. Nº do Processo: 0794-T-67. Data: 17.12.1969. Obs.: O sobrado integra um Conjunto Arquitetônico com outros prédios tombados no mesmo Processo.

	Patrimônio Material	Localização	Informações
14.	Sobrado à Praça General Osório, s/n	Angra dos Reis: Praça General Osório.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado - Livro Histórico. Inscrição Nº: 421. Nº do Processo: 0794-T-67. Data: 17.12.1969. Obs.: O sobrado integra um Conjunto Arquitetônico com outros prédios tombados no mesmo Processo.
15.	Vila Histórica de Mambucaba	Angra dos Reis: Mambucaba.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – Livro Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico. Inscrição Nº: 047. Nº do Processo: 0816-T-69. Data: 11.12.1969.

Fonte: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Acesso em 07.04.2017. \* Patrimônio Material cuja localização geográfica não foi identificada no levantamento realizado.

### – Âmbito Estadual

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto Estadual de Patrimônio Cultural – INEPAC, disponível no *site* <http://www.inepac.rj.gov.br> (acesso em 11.04.2017), e na Secretaria do Estado da Cultura - Mapa de Cultura do Rio de Janeiro, disponível no *site* <http://mapadecultura.rj.gov> (acesso em 11.04.2017), foram localizados 18 registros de patrimônio material acautelados em âmbito estadual, conforme apresentados no Quadro 5-10 e no Mapa de Localização do Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico (Apêndice 5.4.4-1).

Quadro 5-10 - Relação do patrimônio material acautelado em âmbito estadual<sup>11</sup>.

	Patrimônio Material	Localização	Informações
1.	Sobrado dito Casa das Laranjeiras	Angra dos Reis: Rua Arcebispo Santos, nº 125.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E 03/27.970/82. Tombamento Provisório: 26.10.1982. Tombamento Definitivo: 27.01.1988.
2.	Sobrados Professor Lima nº 150, 154 e 156	Angra dos Reis: Rua Professor Lima, nº 150, 154 e 156.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E 03/97.970/82. Tombamento Provisório: 26.10.1982. Tombamento Definitivo: 27.01.1988.

<sup>11</sup> Os Patrimônios listados nos itens 1 a 19, apresentam o mesmo processo de tombamento estadual (E 03/27.970/82), conforme apresentado no *site* oficial do Instituto Estadual do Patrimônio Cultural do Rio de Janeiro/RJ/INEPAC.

	Patrimônio Material	Localização	Informações
3.	Sobrados Av. Júlio César Noronha nº 8, 12 e 22	Angra dos Reis: Av. Júlio César Noronha, nº 8, 12 e 22.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E 03/97.970/82. Tombamento Provisório: 26.10.1982. Tombamento Definitivo: 27.01.1988.
4.	Sobrado Onório Lima	Angra dos Reis: Rua Honório Lima, nº 67.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E 03/97.970/82. Tombamento Provisório: 26.10.1982. Tombamento Definitivo: 27.01.1988.
5.	Sobrado Travessa Santa Luzia nº 91	Angra dos Reis: Travessa Santa Luzia, nº 91.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E 03/97.970/82. Tombamento Provisório: 26.10.1982. Tombamento Definitivo: 27.01.1988.
6.	Sobrado dito Pensão da Maria	Angra dos Reis: Rua Arcebispo Santos, nº 20, 22 e 26.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E 03/97.970/82. Tombamento Provisório: 26.10.1982. Tombamento Definitivo: 27.01.1988.
7.	Casa na Praça General Osório	Angra dos Reis: Praça General Osório esquina com a Rua Frei Inácio.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E 03/97.970/82. Tombamento Provisório: 26.10.1982. Tombamento Definitivo: 27.01.1988.
8.	Sobrado da Rua do Comércio	Angra dos Reis: Rua do Comércio, nº 172 esquina com a Rua Raul Pompéia.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E-18/300.320/84. Tombamento Provisório: 02.04.1985.
9.	Sobrado Professor Lima	Angra dos Reis: Rua Professor Lima, nº 200.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E-18/300.320/84. Tombamento Provisório: 26.10.1982. Tombamento Definitivo: 27.01.1988.
10.	Casa onde nasceu Raul Pompéia*	Angra dos Reis: Junto da BR-101 defronte ao acesso aos estaleiros da Verolme, em Jacuecanga).	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E-03/27.970/82. Tombamento Provisório: 26.10.1982. Tombamento Definitivo: 27.01.1988.
11.	Casa da Fazenda do Pontal*	Angra dos Reis: Rodovia Governador Mário Covas - BR 101.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E-03/27.970/82. Tombamento Provisório: 26.10.1982. Tombamento Definitivo: 27.01.1988.
12.	Câmara Municipal	Angra dos Reis (Praça Nilo Peçanha, s/nº).	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E 03/97.970/82. Tombamento Provisório: 26.10.1982. Tombamento Definitivo: 27.01.1988.
13.	Prefeitura Municipal	Angra dos Reis: Rua Professor Lima, nº 186.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E 03/97.970/82. Tombamento Provisório: 26.10.1982. Tombamento Definitivo: 27.01.1988.

	Patrimônio Material	Localização	Informações
14.	Igreja da Ribeira*	Angra dos Reis: Estrada do Contorno em Cunhambebe.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E 03/97.970/82. Tombamento Provisório: 26.10.1982. Tombamento Definitivo: 27.01.1988.
15.	Capela de São José*	Angra dos Reis: Próxima ao km 115 da BR-101, em Cunhambebe.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E 03/97.970/82. Tombamento Provisório: 26.10.1982. Tombamento Definitivo: 27.01.1988.
16.	Chafariz dito da Carioca	Angra dos Reis: Rua José Rigger, esquina com a Rua Professor Lima.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E 03/97.970/82. Tombamento Provisório: 26.10.1982. Tombamento Definitivo: 27.01.1988.
17.	Chafariz dito da Saudade*	Angra dos Reis: Praça Duque de Caxias.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E 03/97.970/82. Tombamento Provisório: 26.10.1982. Tombamento Definitivo: 27.01.1988.
18.	Monumento aos Mortos do Aquidabã*	Angra dos Reis: A 16 km da BR-101, na Ponta do Leste em Jacuecanga.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E 03/97.970/82. Tombamento Provisório: 26.10.1982. Tombamento Definitivo: 27.01.1988.
19	Mercado Redondo	Angra dos Reis: Praça Duque de Caxias (antigo Largo da Banca).	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E 03/97.970/82. Tombamento Provisório: 18.10.1982. Tombamento Definitivo: 12.04.1988.

Fonte: Instituto Estadual do Patrimônio Cultural (INEPAC); Secretaria de Estado da Cultura (Mapa de Cultura do Rio de Janeiro), Acesso em 11.04.2017. \* Patrimônio Material cuja localização geográfica não foi identificada no levantamento realizado.

#### – *Âmbito Municipal*

No levantamento realizado no *site* oficial da Prefeitura Municipal de Angra dos Reis, disponível no *site* <http://www.angra.rj.gov.br> (acesso em 12.04.2017), não foram localizados registros de patrimônio material acautelados em âmbito municipal. Entretanto, apresenta 27 bens portadores de referências culturais que são reconhecidos pela comunidade como patrimônio material do município, conforme apresentados no Quadro 5-11.

Quadro 5-11 - Relação do patrimônio material reconhecido pela comunidade.

	Patrimônio Material	Localização	Informações
1.	Sobrado Rua do Comércio	Angra dos Reis: Ruas Dr. Bastos, Arcebispo Santos, do Comércio e Prof. Lima.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
2.	Casas Térreas Rua Arcebispo Santos, nº 105 e 109	Angra dos Reis: Rua Arcebispo Santos, nº 105 e 109.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada .
3.	Edificação Rua do Comércio, nº 30 e 38	Angra dos Reis.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
4.	Capela de Nossa Senhora do Amparo e Cemitério	Angra dos Reis: Próxima ao Rio Jurumirim.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
5.	Igreja de Nossa Senhora da Piedade	Angra dos Reis: Ponta da Piedade – Ilha da Gipoia.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
6.	Colégio Naval	Angra dos Reis (Corredor Turístico da Estrada do Contorno).	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
7.	Cais de Santa Luzia	Angra dos Reis: Próximo ao Porto.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
8.	Farol de Castelhanos	Angra dos Reis: Ilha Grande.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
9.	Forte do Leme	Angra dos Reis: Praia do Maciel.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
10.	Conjunto de Canhões da Fortaleza do Carmo	Angra dos Reis.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
11.	Ruínas do Engenho Central do Bracuhy	Angra dos Reis: Santa Rita do Bracuhy.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.

	<b>Patrimônio Material</b>	<b>Localização</b>	<b>Informações</b>
12.	Ruínas do Lazareto	Angra dos Reis: Ilha Grande.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
13.	Ruínas do Aqueduto	Angra dos Reis: Ilha Grande.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
14.	Ruínas do Britador	Angra dos Reis: Ilha Grande.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
15.	Centro de Cultura Teófilo Massad	Angra dos Reis.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
16.	Biblioteca Guilherme Biggs	Angra dos Reis.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
17.	Biblioteca Pública Pedro Gabriel	Angra dos Reis.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
18.	Museu do Cárcere	Angra dos Reis, Ilha Grande.	Tipo: Bens Imóveis/Móveis. Proteção: Não identificada.
19.	Monumento a Airton Senna	Angra dos Reis, Centro.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
20.	Monumento a Feliciano Sodré	Angra dos Reis.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
21.	Monumento a Lopes Trovão	Angra dos Reis.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
22.	Monumento ao Padre Julio Maria	Angra dos Reis.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
23.	Monumento à Praia de Lopes Mendes	Angra dos Reis, Praia de Lopes Mendes.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
24.	Monumento a Getúlio Vargas	Angra dos Reis.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
25.	Munumento a Raul Pompéia	Angra dos Reis.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.

	Patrimônio Material	Localização	Informações
26.	Monumento ao Guarda Marinha João Guilherme Greenhalgh	Angra dos Reis.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
27.	Monumento ao Marquês de Tamandaré	Angra dos Reis.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.

Fonte: Prefeitura Municipal de Angra dos Reis, Acesso em 13.04.2017.

## b) Patrimônio Imaterial

### – Âmbito Federal

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, disponível no site <http://portal.iphan.gov.br> (acesso em 17.04.2017), foram localizados 05 bens imateriais registrados e/ou inventariados em âmbito federal, conforme apresentados no Quadro 5-12.

Quadro 5-12 - Relação dos bens imateriais registrados e/ou inventariados em âmbito federal.

	Patrimônio Imaterial	Localização	Informações
1.	Jongo no Sudeste	Rio de Janeiro, Espírito Santo, São Paulo e Minas Gerais.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Registrado. Nº do Processo: 01450.005763/2004-43. Data: 15.12.2005. Obs.: Abrangência Regional.
2.	Matrizes do Samba no Rio de Janeiro: Partido Alto, Samba de Terreiro e Samba-Enredo	Rio de Janeiro.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Registrado. Nº do Processo: 01450.011404/2004-25. Data: 20.11.2007. Obs.: Abrangência Estadual.
3.	Ofício dos Mestres de Capoeira	AC, AL, AP, AM, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MT, MS, MG, PA, PB, PR, PE, PI, <b>RJ</b> , RN, RS, RO, RR, SC, SP, SE, TO	Tipo: Saberes. Proteção: Registrado. Nº do Processo: 01450.002863/2006-80. Data: 20.10.2008. Obs.: Abrangência Nacional.
4.	Roda de Capoeira	AC, AL, AP, AM, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MT, MS, MG, PA, PB, PR, PE, PI, <b>RJ</b> , RN, RS, RO, RR, S	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Registrado. Nº do Processo: 01450.002863/2006-80. Data: 21.10.2008. Obs.: Abrangência Nacional.

	Patrimônio Imaterial	Localização	Informações
5.	Identificação da Venerável Irmandade de São Benedito de Angra dos Reis	Angra dos Reis.	Tipo: ----- Proteção: Inventariado. Nº do Processo: ----- Data: ----- Obs.: Abrangência Local.

Fonte: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Acesso em 17.07.2014.

#### – *Âmbito Estadual*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto Estadual de Patrimônio Cultural – INEPAC, disponível no *site* <http://www.inepac.rj.gov.br> (acesso em 17.04.2017), e na Secretaria do Estado da Cultura - Mapa de Cultura do Rio de Janeiro, disponível no *site* <http://mapadecultura.rj.gov> (acesso em 17.04.2017), foi localizado 01 registro de patrimônio imaterial acautelado em âmbito estadual, conforme apresentado no Quadro 5-13 e no Mapa de Localização do Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico (Apêndice 5.4.4-1).

*Quadro 5-13 – Relação do patrimônio imaterial acautelado em âmbito estadual.*

	Patrimônio Imaterial	Localização	Informações
1.	Área Indígena Guarani-Bracuí	Angra dos Reis: Parque Nacional da Bocaina, a 1.300 m de altitude, no sentido sudoeste da nascente do rio Bracuí.	Tipo: Lugares. Proteção: Tombado - INEPAC Nº do Processo: E-28/000.486/91 Tombamento Provisório: 14.03.1991.

Fonte: Instituto Estadual do Patrimônio Cultural (INEPAC); Secretaria de Estado da Cultura (Mapa de Cultura do Rio de Janeiro), Acesso em 17.04.2017.

#### – *Âmbito Municipal*

No levantamento realizado no *site* oficial da Prefeitura Municipal de Angra dos Reis, disponível no *site* <http://www.angra.rj.gov.br> (acesso em 12.04.2017), não foram localizados registros de patrimônio imaterial acautelados em âmbito municipal. Entretanto, apresenta 25 bens portadores de referências culturais que são reconhecidos pela comunidade como patrimônio imaterial do município, conforme apresentados no Quadro 5-14.

Quadro 5-14 - Relação do patrimônio imaterial reconhecido pela comunidade.

	Patrimônio Material	Localização	Informações
1.	Artesanato de Cavala	Angra dos Reis.	Tipo: Saberes. Proteção: Não identificada.
2.	Folia de Reis Luz Divina	Angra dos Reis: Bairro Parque das Palmeiras.	Tipo: Celebrações/Saberes. Proteção: Não identificada.
3.	Procissão de Nossa Senhora da Conceição	Angra dos Reis.	Tipo: Celebrações. Proteção: Não identificada.
4.	Coral da Cidade	Angra dos Reis.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Não identificada.
5.	Orquestra Sinfônica de Angra dos Reis	Angra dos Reis.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Não identificada.
6.	Encontro de Quadrilhas	Angra dos Reis.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Não identificada.
7.	Festival de Música e Ecologia da Ilha Grande	Angra dos Reis.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Não identificada.
8.	União de Umbandistas e Candomblecistas	Angra dos Reis.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Não identificada.
9.	Festa do Divino Espírito Santo	Angra dos Reis.	Tipo: Celebrações. Proteção: Não identificada.
10.	Festejo de São Benedito	Angra dos Reis.	Tipo: Celebrações. Proteção: Não identificada.
11.	Festa do Peixe	Angra dos Reis.	Tipo: Celebrações. Proteção: Não identificada.
12.	Procissão Marítima do Ano Novo	Angra dos Reis.	Tipo: Celebrações. Proteção: Não identificada.
13.	Festa de São Sebastião	Angra dos Reis: Ilha Grande.	Tipo: Celebrações. Proteção: Não identificada.
14.	Festa de Sant'Ana	Angra dos Reis.	Tipo: Celebrações. Proteção: Não identificada.
15.	Festa de Nossa Senhora Aparecida	Angra dos Reis.	Tipo: Celebrações. Proteção: Não identificada.
16.	Folia de Reis	Angra dos Reis.	Tipo: Celebrações/Saberes. Proteção: Não identificada.
17.	Pastorinhas	Angra dos Reis.	Tipo: Formas de Expressão/Saberes. Proteção: Não identificada.
18.	Serra Velho	Angra dos Reis.	Tipo: Formas de Expressão/Saberes. Proteção: Não identificada.
19.	Lenda de Nossa Senhora da Conceição	Angra dos Reis.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Não identificada.
20.	Lenda de São Bernardino de Sena	Angra dos Reis.	Tipo: Formas Expressão. Proteção: Não identificada.
21.	Lenda da Ilha Bissexta	Angra dos Reis.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Não identificada.
22.	Lenda do Túnel	Angra dos Reis.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Não identificada.
23.	Lenda do Jorge, O Grego	Angra dos Reis.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Não identificada.
24.	Lenda de Juan Lourenço	Angra dos Reis.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Não identificada.

Fonte: Prefeitura Municipal de Angra dos Reis, Acesso em 17.04.2017.

c) **Patrimônio Paisagístico**

– *Âmbito Federal*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, disponível no *site* <http://portal.iphan.gov.br> (acesso em 19.04.2017), não foram localizados registros de patrimônio paisagístico acautelados em âmbito federal.

– *Âmbito Estadual*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto Estadual de Patrimônio Cultural – INEPAC, disponível no *site* <http://www.inepac.rj.gov.br> (acesso em 19.04.2017), e na Secretaria do Estado da Cultura - Mapa de Cultura do Rio de Janeiro, disponível no *site* <http://mapadecultura.rj.gov> (acesso em 19.04.2017), foram localizados 02 registros de patrimônio paisagístico acautelados em âmbito estadual, conforme apresentados no Quadro 5-15 e no Mapa de Localização do Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico (Apêndice 5.4.4-1).

*Quadro 5-15 – Relação do patrimônio paisagístico acautelado em âmbito estadual.*

	<b>Patrimônio Imaterial</b>	<b>Localização</b>	<b>Informações</b>
1.	Serra do Mar/Mata Atlântica 1	Correspondente ao Estado do Rio de Janeiro e estende-se por 38 municípios.	Tipo: Bem Natural. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E-18/000.172/91. Tombamento Provisório: 06.03.1991.
2.	Ilha Grande	Angra dos Reis: Baía de Angra dos Reis - 5 Distrito Municipal.	Tipo: Bem Natural. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E-05/000.170/87. Tombamento Provisório: 11.03.1987. Tombamento Definitivo: 09.11.1987.

Fonte: Instituto Estadual do Patrimônio Cultural (INEPAC); Secretaria de Estado da Cultura (Mapa de Cultura do Rio de Janeiro), Acesso em 19.04.2017.

– *Âmbito Municipal*

No levantamento realizado no *site* oficial da Prefeitura Municipal de Angra dos Reis, disponível no *site* <http://www.angra.rj.gov.br> (acesso em 12.04.2017), não

foram localizados registros de patrimônio paisagístico acautelados em âmbito municipal.

**d) Patrimônio Arqueológico**

– *Sítios Arqueológicos*

No levantamento realizado através da consulta ao Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos – CNSA e no Arquivo *Shapefile* de Sítios Georreferenciados, do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, disponível no site <http://portal.iphan.gov.br> (acesso em 26.04.2017), bem como nas publicações especializadas, foram localizados 130 registros de sítios arqueológicos no município de Angra dos Reis/RJ, conforme apresentado no Quadro 5-16 e no Mapa de Localização do Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico (Apêndice 5.4.4-1). Os sítios arqueológicos cujas coordenadas geográficas não foram identificadas no levantamento foram considerados na totalidade da área do município de Angra dos Reis.

Quadro 5-16 – Relação dos sítios arqueológicos no município de Angra dos Reis/RJ.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
1.	RJ00008*	Ruínas da Praia da Pedreira	Histórico	Alta muralha de pedra com amarras e buracos, uma coluna separada da muralha e uma estrada, possivelmente, vestígios de um antigo engenho.	Fragmentos de xícaras e cacos coloniais; líticos.	Ilha Grande: Angra dos Reis.	C. Rodrigues/J. Antonio/Paulo Seda/Ondemar Dias Jr, 1978.	CNSA/IPHAN.
2.	RJ00009*	Polidores Fixos n.1 da Ilha Grande	Pré-Colonial	Matações de granito-gnaisse apresentando sulcos e caneluras escavadas artificialmente.	Suportes com sulcos de polimento.	Angra dos Reis.	Alceo Magnanini, 1981.	CNSA/IPHAN.
3.	RJ00010*	Polidores Fixos n.2 da Ilha Grande	Pré-Colonial	Matações de granito-gnaisse apresentando sulcos e caneluras escavadas artificialmente.	Suportes com sulcos de polimento.	Angra dos Reis.	Alceo Magnanini, 1981.	CNSA/IPHAN.
4.	RJ00011*	Polidores Fixos n.3 da Ilha Grande	Pré-Colonial	Matações de granito-gnaisse apresentando sulcos e caneluras escavadas artificialmente.	Suportes com sulcos de polimento.	Angra dos Reis.	Alceo Magnanini, 1981.	CNSA/IPHAN.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
5.	RJ00012	Sítio Arqueológico Ilhota do Leste	Pré-Colonial	Sambaqui.	Líticos (polidos e lascados); pontas ósseas; corantes; estrutura funerária.	573043 7436689	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
	RJ00599	Oficinas Líticas do Ilhote do Leste	Pré-Colonial	Oficina lítica.	Grande quantidade de rochas com amoladores e polidores.	573043 7436689	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Tenório, <i>apud</i> Oliveira, 2006.
6.	RJ00013*	Sítio Arqueológico da Praia do Leste	Pré-Colonial	Elevação de 10,15m, em cordão arenoso.	Líticos (lascados); cerâmicos.	Angra dos Reis.	Alceo Magnanini/Lina Kneip, 1981.	CNSA/IPHAN.
7.	RJ00014	Toca da Picota	De Contato	Pequena toca ou gruta granítica com pouca altura (1m).	Cerâmicos.	549110 7453603	Ondemar Dias Jr./C. Rodrigues/J. de Oliveira/M. Neves, 1969.	CNSA/IPHAN; Dias Jr. <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.
8.	RJ00015*	Sambaqui da Caieira	Pré-Colonial	Sambaqui.	Líticos (lascados); cerâmicos; restos alimentares (moluscos e peixes); estrutura funerária.	Angra dos Reis.	Tania Andrade Lima, 1984.	CNSA/IPHAN.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
9.	RJ00016*	Sítio Arqueológico da Ilha Pequena	Pré-Colonial	Possivelmente, vestígios de um acampamento Tupiguarani.	Líticos (lascados); cerâmicos; materiais orgânicos; estrutura funerária.	Angra dos Reis: Japuiba.	Beltrão & Kneip, 1968; Dias Jr., 1973; Beltrão, 1978; Mendonça, 1981.	CNSA/IPHAN; Beltrão & Kneip, 1968; Dias Jr., 1973; Beltrão, 1978; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
10.	RJ00017*	Sítio Arqueológico da Ilha de São Jorge	Pré-Colonial/ Histórico	Sambaqui/Histórico.	Líticos (lascados e polidos); cerâmicos; material orgânico; material histórico – louças européias, pregos, etc.	Angra dos Reis: Baía da Ribeira, Ilha de São Jorge.	Beltrão & Kneip, 1968; Dias Jr., 1973; Beltrão, 1978; Mendonça, 1981.	CNSA/IPHAN; Beltrão & Kneip, 1968; Dias Jr., 1973; Beltrão, 1978; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
11.	RJ00018*	Sambaqui do Peri	Pré-Colonial	Sambaqui.	Líticos; restos alimentares; artefatos em conchas e ossos.	Angra dos Reis: Baía da Ribeira, Ilha Comprida.	Tania Andrade Lima, 1988, 1991, 1995.	CNSA/IPHAN; Lima <i>apud</i> Oliveira, 2006.
12.	RJ00019*	Pimenta (RJ-LP-30)	De Contato	-----	-----	Angra dos Reis.	C. Rodrigues/M. Neves/J. Oliveira/Ondemar Dias Jr., 1970.	CNSA/IPHAN.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
13.	RJ00020*	Sítio do Major	Pré-Colonial/ De Contato	Sambaqui.	Restos alimentares; artefatos em conchas e ossos; líticos.	Angra dos Reis. Baía da Ribeira, Ilha do Major.	Tania Andrade Lima, 1988, 1991, 1995.	CNSA/IPHAN; Lima <i>apud</i> Oliveira, 2006.
14.	RJ00296*	Amoladores de Lopes Mendes	-----	-----	-----	Angra dos Reis.	-----	CNSA/IPHAN.
15.	RJ00297	Sambaqui da Mambucaba	Pré-Colonial	Sambaqui.	Líticos; artefatos ósseos; fogueiras; restos de peixes.	548813 7453738	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
16.	RJ00298*	Sítio do Alexandre	Pré-Colonial	Sambaqui.	Líticos; artefatos ósseos; conchas; cerâmica de contato.	Angra dos Reis: Baía da Ribeira, Ilha do Alexandre.	Dias Jr., 1973; Mendonça, 1981.	CNSA/IPHAN; Dias Jr., 1973; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2009; Eletronuclear e MRS, 2009.
17.	RJ00299*	Sítio do Arande	Multicomponencial	-----	-----	Angra dos Reis.	-----	CNSA/IPHAN; Eletronuclear e MRS, 2009.
18.	RJ00300*	Sítio do Bigode I	-----	-----	-----	Angra dos Reis.	-----	CNSA/IPHAN.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
19.	RJ00301*	Sítio do Bigode II	-----	-----	-----	Angra dos Reis.	-----	CNSA/IPHAN.
20.	RJ00302*	Sítio Ilha da Fitinha	De Contato	-----	Líticos; fogueiras; conchas; cerâmica de contato.	Angra dos Reis, Baía da Ribeira (ilha em rio/manguezal).	Dias Jr., 1973; Mendonça, 1981; Lima, 1987, 1991, 1995.	CNSA/IPHAN; Dias Jr., 1973; Mendonça, 1981; Lima <i>apud</i> Oliveira, 2006.
21.	RJ00303*	Sítio Ilha dos Porcos	Pré-Histórico	Sambaqui.	-----	Angra dos Reis: Baía da Ribeira, Ilha dos Porcos.	Mendonça, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
22.	RJ00304*	Sítio do Joaquim (Ilha da Caieira ou Caieira II)	Pré-Histórico/ De Contato	Sambaqui.	Líticos; artefatos ósseos; restos faunísticos; cerâmica de contato.	Angra dos Reis.	Dias Jr., 1973; Mendonça, 1981; Lima, 1991.	CNSA/IPHAN; Dias Jr., 1973; Mendonça, 1981; Lima <i>apud</i> Oliveira, 2006.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
23.	RJ00305*	Sítio do Ubá	De Contato	-----	Sepultamento; fogueiras; ossos de peixes; líticos; cerâmica de contato.	Angra dos Reis: Baía da Ribeira.	Dias Jr., 1973; Mendonça, 1981; Lima, 1987, 1991, 1995.	CNSA/IPHAN; Dias Jr., 1973; Mendonça, 1981; Lima <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.
24.	RJ00306*	Sítio do Ulá	-----	-----	-----	Angra dos Reis.	-----	CNSA/IPHAN.
25.	RJ00360*	Sítio Cunhambebe	Pré-Histórico	Sambaqui.	Sepultamento; líticos; ossos e conchas; cerâmica de contato.	Angra dos Reis.	Dias Jr., 1973; Mendonça, 1981; Lima, 1987, 1991, 1995.	CNSA/IPHAN; Dias Jr., 1973; Mendonça, 1981; Lima <i>apud</i> Oliveira, 2006.
26.	RJ00537*	Ruínas da Praia de Pedreira - Ilha Grande	Histórico	Alta muralha em pedra com amarra, coluna, muretas, galeria. Possivelmente antigo engenho.	Louças.	Angra dos Reis.	O. Dias Jr., 1978.	CNSA/IPHAN.
27.	RJ00543*	Sítio Sobre Duna Praia da Longa	Pré-Colonial	Oficina lítica.	Líticos (lascados e polidos); área de refugio; área de lascamento.	Angra dos Reis.	Maria Cristina Tenório, 2000.	CNSA/IPHAN.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
28.	RJ00578	Longa I	Pré-Colonial	Oficina lítica.	2 suportes com 62 marcas.	570658 7441036	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.
29.	RJ00579	Sítio da Praia Vermelha 1	Pré-Colonial	Oficina lítica.	1 suporte com 13 marcas.	566569 7438435	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.
30.	RJ00580	Sítio da Praia Vermelha II	Pré-Colonial	Oficina lítica.	2 suportes com 38 marcas.	566569 7438435	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
31.	RJ00581	Sítio da Praia Vermelha III	Pré-Colonial	Oficina lítica.	1 suporte com 30 marcas.	566551 7438454	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Eletronuclear e MRS, 2009.
32.	RJ00582	Sítio da Praia Grande	Pré-Colonial	Oficina lítica.	1 suporte com marcas de polimento.	569269 7439440	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
33.	RJ00583	Sítio Araçatiba	Pré-Colonial	Oficina lítica.	1 suporte com sulcos de polimento.	567117 7438968	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
34.	RJ00584	Sítio Praia de Ubatuba	Pré-Colonial	Oficina lítica.	1 suporte com marcas de polimento.	572145 7441567	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
35.	RJ00585	Sítio Praia de Ubatuba - Conj. II	Pré-Colonial	Oficina lítica.	1 suporte com 5 marcas.	572026 7441510	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.
36.	RJ00586*	Sítio Praia do Bananal Pequeno	Pré-Colonial	Oficina lítica.	1 suporte com marcas.	Angra dos Reis: Praia do Bananal Pequeno.	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN.
37.	RJ00587	Sítio Praia da Tapera	Pré-Colonial	Oficina lítica.	3 suportes com marcas de polimento.	572601 7440741	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
38.	RJ00588	Sítio Provetá 1	Pré-Colonial	Oficina lítica.	11 suportes com 37 marcas.	567565 7436124	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
39.	RJ00589	Sítio do Mero	Pré-Colonial	Oficina lítica.	Lâminas de machados com gume polido e lascas de quartzo.	567598 7432120	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.
40.	RJ00590	Sítio Mero 1	Pré-Colonial	Oficina lítica.	6 suportes com 46 marcas.	567563 7432065	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.
41.	RJ00591	Sítio Mero II	Pré-Colonial	Oficina lítica.	4 suportes com 13 marcas.	567632 7432249	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
42.	RJ00592	Sítio da Barra do Purungo	Pré-Colonial	Oficina lítica.	Suportes com marcas de polimento.	569830 7435267	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
43.	RJ00593	Sítio da Barra Luís Tenório	Pré-Colonial	Oficina lítica.	Suporte com marcas de polimento.	569766 7435676	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
44.	RJ00594	Sítio Parnaioaca	Pré-Colonial	Oficina lítica.	2 suportes com 17 marcas.	576631 7434364	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2009; Eletronuclear e MRS, 2009.
45.	RJ00595	Sítio Parnaioaca II	Pré-Colonial	Oficina lítica.	1 suporte com 27 marcas.	576431 7435343	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2009; Eletronuclear e MRS, 2009.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
46.	RJ00596	Sítio do Cachadaço	Pré-Colonial	Oficina lítica.	7 conjuntos de amoladores/sulcos na pedra.	585237 7437092	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
47.	RJ00597*	Sítio Rio das Andorinhas	Pré-Colonial	Oficina lítica.	4 conjuntos de rochas com sulcos na pedra.	Angra dos Reis.	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN.
48.	RJ00598	Barra do Rio das Andorinhas	Pré-Colonial	Oficina lítica.	3 suportes com 56 marcas.	582669 7435450	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
49.	RJ00600	Sítio da Ponta do Leste	Pré-Colonial	Oficina lítica.	10 suportes com marcas de polimento.	574835 7436258	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
50.	RJ00601	Sítio Lopes Mendes I	Pré-Colonial	Oficina lítica.	13 suportes com 80 marcas.	589986 7437076	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
51.	RJ00602	Sítio Lopes Mendes II	Pré-Colonial	Oficina lítica.	8 suportes com 82 marcas.	590036 7436965	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.
52.	RJ00603	Sítio Sobre Dunas Lopes Mendes	Pré-Colonial	Sítio lítico sobre duna.	Núcleos e lascas de quartzo.	589733 7437575	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.
53.	RJ00610	Prainha	Pré-Colonial	Oficina lítica.	5 suportes com 26 marcas.	569830 7435267	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN, Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
54.	RJ00611	Califórnia	Histórico	Naufração ocorrido em 1866, de embarcação de cabotagem, com casco de madeira, revestimento de chapa metálica, impulsionado por velas e por rodas de pás laterais, movidas por máquina a vapor.	Um fragmento de utensílio de louça tipo faiança fina, sem decoração; madeira (estruturas do casco e da roda-de-pás); metal (estruturas do maquinário, da caldeira, das rodas-de-pás e do casco).	566293 7438673	Gilson Rambelli, Paulo Camargo e Flávio Calippo, 2004.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Eletronuclear e MRS, 2009.
55.	RJ00612	Pinguino	Histórico	Naufração ocorrido em 1967, de embarcação de longo curso, com casco de aço, impulsionado por motores à explosão (diesel).	Aço (casco e casaria).	573397 7443227	Gilson Rambelli, Paulo Camargo e Flávio Calippo, 2004.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
56.	RJ00613	Califórnia	Histórico	Naufrágio ocorrido em 1866, de embarcação de cabotagem, com casco de madeira, revestimento de chapa metálica, impulsionado por velas e por rodas de pás laterais, movidas por máquina a vapor.	Um fragmento de utensílio de louça tipo faiança fina, sem decoração; madeira (estruturas do casco e da roda-de-pás); metal (estruturas do maquinário, da caldeira, das rodas-de-pás e do casco).	566300 7438677	Gilson Rambelli, Paulo Camargo e Flávio Calippo, 2004.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Eletronuclear e MRS, 2009.
57.	RJ00633	Sambaqui da Ponta Fina	Pré-Colonial	Sambaqui.	Lítico lascado e polido; material orgânico.	555427 7454515	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
58.	RJ00635*	Ilha das Flechas	-----	-----	-----	Angra dos Reis.	-----	CNSA/IPHAN.
59.	RJ00638	Polidor e Amolador Fixo do Moacir	Pré-Colonial	Oficina lítica.	Suporte com 16 marcas de amolações/polimento.	551805 7451199	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
60.	RJ00689	Santa Rita do Bracuhy	Histórico	-----	-----	560632 7466101	Cynthia Tarrisse de Fontoura, 2010.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
61.	RJ00692	Longa II	Pré-Colonial	Oficina lítica.	-----	570760 7440936	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
62.	RJ00693*	Enseada das Palmas	-----	-----	-----	Angra dos Reis.	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN.
63.	RJ00707	Praia do Recife	Pré-Colonial	Oficina lítica.	-----	590084 7439233	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
64.	RJ00709	Praia da Aroeira	Pré-Colonial	Oficina lítica.	4 suportes com 27 marcas.	589777 7439217	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
65.	RJ00711	Itaoca	Pré-Colonial	Oficina lítica.	2 suportes com 52 marcas.	587997 7438672	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
66.	RJ00712	Praia da Julia	Pré-Colonial	Oficina Lítica.	1 suporte com 8 marcas.	585843 7440495	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
67.	RJ00716	Praia do Morcego	Pré-Colonial	Oficina Lítica.	-----	587283 7441929	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
68.	RJ00718	Praia Preta	Pré-Colonial	Oficina Lítica.	7 suportes com 76 marcas.	585170 7442289	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
69.	RJ00719	Praia da Feiticeira	Pré-Colonial	Oficina lítica.	Lítico lascado.	583021 7442443	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
70.	RJ00720	Praia da Fazenda	Pré-Colonial	Oficina lítica.	2 suportes com 18 marcas.	581491 7443546	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
71.	RJ00721*	Saco do Céu I	Pré-Colonial	-----	Lítico (lascado).	Angra dos Reis, Ilha Grande, Saco do Céu.	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
72.	RJ00723	Praia de Santana	Pré-Colonial	-----	-----	578291 7446649	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
73.	RJ00724	Praia da Longa	Pré-Colonial	Sítio lítico sobre duna.	Líticos.	570573 7441018	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.
74.	RJ00728	Amoladores do Acaia 2	Pré-Colonial	Oficina lítica.	Conjunto de amoladores polidores.	546557 7437793	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
75.	RJ00739	Amoladores do Acaia 3	Pré-Colonial	Oficina lítica.	2 conjuntos de amoladores polidores.	564590 7437920	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
76.	RJ00743	Amoladores do Acaia 1	Pré-Colonial	Oficina lítica.	Conjunto de amoladores polidores com 6 sulcos.	564487 7437780	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
77.	RJ00758	Sambaqui do Acaia	Pré-Colonial	Sambaqui.	Líticos (lascados); restos de fauna.	564410 7437780	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
78.	RJ00759	Sambaqui da Praia da Aroeira	Pré-Colonial	Sambaqui.	Líticos (lascados e polidos); restos de fauna.	589432 7439012	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
79.	RJ00761	Sambaqui Gruta do Acaia	Pré-Colonial	Sambaqui.	Líticos (lascados); restos de fauna.	564410 7437780	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
80.	RJ00804	Bateria do Matacão	Histórico	Forte ou Fortificação.	Alinhamento simples de pedras.	557523 7454036	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
81.	RJ00806	Estrutura de Pedra da Grande Jaqueira	Histórico	Forte ou Fortificação.	Alinhamento simples de pedras associado a um grande matacão com aproximadamente 3m de comprimento.	557592 7453962	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
82.	RJ00807	Amolador Fixo de Piraquara 3	Pré-Colonial	Polidor.	Conjunto de marcas de polimento e amolação.	557351 7454167	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
83.	RJ00808	Edificação do Século 19 na Praia do Velho	Histórico	-----	-----	557334 7454167	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
84.	RJ00809	Amoladores Fixos de Piraquara 1 e 2	Pré-Colonial	Polidor.	Conjuntos de marcas de polimento e amolação.	557307 7454176	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
85.	RJ00816	Sambaqui do Velho	Pré-Colonial	Sambaqui.	Líticos lascados e polidos; cerâmico; fauna malacológica e ictiológica; restos ósseos de mamíferos e répteis; sepultamento.	557314 7454134	Oliveira e Ayrosa, 1992; Oliveira e Funari, 2005.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Oliveira e Ayrosa, 1992; Oliveira e Funari, <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.
86.	RJ00817*	Bateria do Polidor	Histórico	Forte.	Fragmentos de louça branca.	Angra dos Reis.	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN.
87.	RJ00818	Estrutura de Sinalização 1 no Morro da Piraquara	Histórico	Forte.	-----	557618 7453957	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
88.	RJ00819	Estruturas do Bambual no Morro da Piraquara	Histórico	Forte.	Alinhamentos de pedras.	557668 7453996	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
89.	RJ00821	Edificações da Praia Secreta	Histórico	Edificação do século XIX.	Alinhamento de pedras.	557008 7455562	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
90.	RJ00823	Estruturas de Vigia do Alto da Piraquara	Histórico	Forte.	Vestígios de edificações; alinhamento de pedras.	557517 7453935	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
91.	RJ00824	Estrutura de Pedra no Alto do Morro da Piraquara	Histórico	Forte.	-----	557015 7453853	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
92.	RJ00825	Estrutura de Sinalização 2 no Morro da Piraquara	Histórico	Forte.	Círculos de pedra; alinhamento de pedras.	557909 7454141	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
93.	RJ00826	Área de Descarte	Histórico	Barraco junto ao mar com restos de alinhamentos e cultura material.	Cerâmicos; moluscos.	557516 7454072	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
94.	RJ00827	Edificação do Século XVIII	Histórico	Edificação do século XVIII.	Vestígios de edificações.	557326 7454131	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
95.	RJ00837	Baterias da Fruta Pão	Histórico	Forte.	Alinhamento de pedras.	554496 7454043	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
96.	RJ00838	Bateria do Portao da Marina	Histórico	Forte.	Alinhamento de pedras; fragmentos de ferro oxidado, argola metálica e moeda; restos de carvão.	557252 7454248	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
97.	RJ00839	Bateria da Ponta da Fortaleza	Histórico	Forte.	Vestígios de edificações; alinhamento de pedras; material malacológico.	558512 7457123	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
98.	RJ00840	Bateria do Motegráfico	Histórico	Forte.	Vestígios de edificações.	557028 7454833	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
99.	RJ00841	Bateria do Costão Rochoso de Piraquara	Histórico	Forte ou Fortificação.	Vestígios de edificações; alinhamento de pedras.	557479 7454081	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
100.	RJ00857	Estrada de Ferro	-----	-----	Líticos lascados; Cerâmicos; Cerâmica telha e tijolo.	Angra dos Reis <sup>12</sup> .	Jeanne Cordeiro.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
101.	RJ00890*	Itaunas	Pré-Colonial	Sambaqui.	Líticos (lascados).	Angra dos Reis.	Marcia Barboza da Costa Guimarães.	CNSA/IPHAN.
102.	RJ00983	Santo Antônio XI	Histórico/De Contato	Aldeamento.	Líticos lascados; Faiança, louça, lajotas, telhas, cerâmicas de contato.	Angra dos Reis <sup>13</sup> .	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
103.	RJ01012	Toca de Lopes Mendes	-----	-----	Estrutura Funerária.	589775 7436706	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.

<sup>12</sup> De acordo com a ficha de registro do sítio arqueológico RJ00857 Estrada de Ferro, disponível no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológico – CNSA/SGPA do IPHAN, o mesmo encontra-se localizado no município de Angra dos Reis/RJ. Contudo, no Arquivo *Shapefile* de Sítios Georreferenciados, disponível no site do IPHAN, o sítio arqueológico está localizado no município de Itaboraí/RJ.

<sup>13</sup> De acordo com a ficha de registro do sítio arqueológico RJ00983 Santo Antônio XI, disponível no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológico – CNSA/SGPA do IPHAN, o mesmo encontra-se localizado no município de Angra dos Reis/RJ. Contudo, no Arquivo *Shapefile* de Sítios Georreferenciados, disponível no site do IPHAN, o sítio arqueológico está localizado no município de Itaboraí/RJ.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
104.	-----	Algodão*	Pré-Histórico	Sambaqui.	Restos alimentares; ossos e conchas; Sepultamentos.	Angra dos Reis, Ilha do Algodão.	Tania Andrade Lima.	Lima <i>apud</i> Oliveira, 2006.
105.	-----	Amoladores do Sr. Jurandir	Pré-Histórico	Oficina lítica.	-----	589536 7438905	Maria Cristina Tenório.	Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
106.	-----	Praia da Camiranga	Pré-Histórico	Oficina Lítica.	9 suportes com 38 marcas.	581924 7442909	Maria Cristina Tenório.	Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
107.	-----	Praia de Fora	Pré-Histórico	Oficina lítica.	13 suportes com 60 marcas.	581336 7443859	Maria Cristina Tenório.	Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
108.	-----	Praia do Sul	Pré-Histórico	Oficina lítica.	2 suportes com 10 marcas.	572928 7436694	Maria Cristina Tenório.	Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
109.	-----	Fortificação de Piraquara*	Histórico	Fortificação.	18 estruturas arqueológicas dispersas.	Angra dos Reis, Baía da Ribeira, Piraquara.	Oliveira & Funari 2004, 2005.	Oliveira & Funari <i>apud</i> Oliveira, 2006.
110.	-----	Saco do Céu*	Pré-Histórico	Oficina lítica.	-----	Angra dos Reis, Ilha Grande, Saco do Céu.	Maria Cristina Tenório.	Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
111.	-----	Barra do Purungo I	Pré-Histórico	Oficina lítica.	1 suporte com 9 marcas.	569712 7435634	Maria Cristina Tenório.	Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
112.	-----	Barra do Purungo II	Pré-Histórico	Oficina lítica.	1 suporte com 24 marcas.	569712 7435634	Maria Cristina Tenório.	Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
113.	-----	Ponta do Leste 1*	Pré-Histórico	Oficina lítica.	8 suportes com 83 marcas.	Angra dos Reis, Ilha Grande, Praia do Leste.	Maria Cristina Tenório.	Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
114.	-----	Sítio da Estrada	Pré-Histórico	Lítico sobre duna.	-----	573290 7436651	Maria Cristina Tenório.	Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
115.	-----	Provetá*	Pré-Histórico	Lítico sobre duna.	Líticos lascados; restos faunísticos.	Angra dos Reis, Ilha Grande, Praia do Provetá.	Maria Cristina Tenório.	Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
116.	-----	Sítio Andorinhas	Pré-Histórico	Oficina lítica.	7 suportes com 51 marcas.	583060 7436206	Maria Cristina Tenório.	Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
117.	-----	Sítio Andorinhas 1	Pré-Histórico	Oficina lítica.	9 suportes com 56 marcas.	583028 7436152	Maria Cristina Tenório.	Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
118.	-----	Toca do Índio	-----	Abrigo sob rocha.	Líticos; restos malacológicos.	572063 7437964	Maria Cristina Tenório.	Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006.
119.	-----	Ilha de Sandri*	Pré-Histórico	Oficina lítica.	Bloco rochoso com marcas de polimento.	Angra dos Reis, Ilha do Sandri.	Oliveira, 2006; Oliveira & Ayrosa, 1991.	Oliveira, 2006; Oliveira & Ayrosa <i>apud</i> Eletronuclear e MRS, 2009.
120.	-----	Edificação do Século XIX	Histórico	Edificação.	Escada de pedra.	551768 7451317	Nanci Vieira de Oliveira.	Oliveira, 2006.
121.	-----	Ilha do Bigode I*	Pré-Histórico/ De Contato	Sambaqui.	Líticos; artefatos ósseos; fogueiras; restos de peixes; cerâmica de contato.	Angra dos Reis, Baía da Ribera.	Dias Jr. 1973; Mendonça, 1981; Lima, 1987, 1991, 1995.	Dias Jr. 1973; Mendonça, 1981; Lima <i>apud</i> Oliveira, 2006.
122.	-----	Ilha do Bigode II*	Pré-Histórico/ De Contato	Sambaqui.	Líticos; artefatos ósseos; fogueiras; restos de peixes; cerâmica de contato.	Angra dos Reis, Baía da Ribera.	Dias Jr. 1973; Mendonça, 1981; Lima, 1987, 1991, 1995.	Dias Jr. 1973; Mendonça, 1981; Lima <i>apud</i> Oliveira, 2006.
123.	-----	Polidor/Amolador Fixo de Piraquara I, II e III	Pré-Colonial	Oficina lítica.	Conjuntos de marcas de polimento e amolação.	557292 7455168	Oliveira e Ayrosa, 1992; Oliveira e Funari, 2005.	Oliveira e Ayrosa, 1992; Oliveira e Funari <i>apud</i> Oliveira, 2006.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
124.	-----	Sítio da Ilhota do Leste I	Pré-Colonial	Oficina lítica.	27 suportes com 95 marcas.	573043 746689	Maria Cristina Tenório.	Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.
125.	-----	Sítio da Tapera*	Pré-Colonial	Oficina lítica.	-----	Angra dos Reis, Ilha Grande, Praia da Tapera.	Maria Cristina Tenório.	Tenório <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.
126.	-----	Praia do Leste*	Pré-Colonial	Lito-cerâmico	Indústria lítica e cerâmica.	Angra dos Reis.	-----	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
127.	-----	Polidor/Amolador B	Pré-Colonial	Oficina lítica.	-----	557308 7454196	Oliveira & Funari, 2005.	Oliveira & Funari <i>apud</i> Eletronuclear e MRS, 2009.
128.	-----	Barra Luis Tenório*	Pré-Colonial	Oficina lítica.	Suporte com marcas de polimento.	Angra dos Reis.	Gaspar & Tenório, 2000.	Gaspar & Tenório <i>apud</i> Eletronuclear e MRS, 2009.
129.	-----	Cachaçado*	Pré-Colonial	Oficina lítica.	Suporte com marcas de polimento.	Angra dos Reis.	Gaspar & Tenório, 2000.	Gaspar & Tenório <i>apud</i> Eletronuclear e MRS, 2009.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/A	Fonte
130.	-----	Bateria do Marégrafo	Histórico	-----	-----	556937 7455851	Oliveira, 2006.	Oliveira <i>apud</i> Eletronuclear e MRS, 2009.

Fonte: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Acesso em 26.04.2017; Eletronuclear e MRS, 2009; Oliveira, 2006. \* Sítio Arqueológico cuja localização geográfica não foi identificada no levantamento realizado.

– *Naufrações em Angra dos Reis*

No levantamento bibliográfico realizado, foram localizados 31 registros de naufrágios no município de Angra dos Reis, disponíveis em <http://www.naufragiosdobrasil.com.br> e <http://www.naufragios.com.br>, conforme apresentado no Quadro 5-17.

Quadro 5-17 - Relação dos naufrágios no município de Angra dos Reis/RJ.

	Nome	Tipo de Embarcação	Nacionalidade	Ano de Fabricação	Características	Ano de Naufrágio	Motivo	Localização	Coordenadas Geográficas	Condições Atuais
1.	Aquidabã	Encouraçado	Brasileira	1885	Material do Casco: aço; Comprimento: 80,4m; Calado: 5,48m;	1906	Explosão	Angra dos Reis: Ponta da Jacuecanga.	23°02' 541 Sul 044° 15' 181 Oeste.	Desmantelado
2.	Babe	-----	-----	-----	-----	1887	-----	Angra dos Reis.	-----	-----
3.	Bezerra de Meneses	Cargueiro	Brasileira	-----	Material do Casco: Madeira; Comprimento: 55,8m.	1891	Choque	Angra dos Reis: Laje Alagada.	23°02.075' Sul 044° 18.037' Oeste	Desmantelado
4.	Brigue	-----	-----	-----	-----	1920	-----	Angra dos Reis.	-----	-----
5.	Camargo	-----	-----	-----	-----	1852	-----	Angra dos Reis.	-----	-----
6.	Ponta do Leste	-----	-----	-----	-----	1976	-----	Angra dos Reis.	-----	-----
7.	Quadrado da Gipóia	-----	Brasileira	-----	-----	-----	-----	Angra dos Reis: Enseada da Fazenda – Ilha Gipóia.	23° 02' 64" Sul 044° 20' 57" Oeste	Desmantelado
8.	Rebocador	-----	-----	-----	-----	2004	-----	Angra dos Reis.	-----	-----
9.	Ribeira	-----	-----	-----	-----	1900	-----	Angra dos Reis.	-----	-----
10.	Flecher	-----	-----	-----	-----	1892	-----	Angra dos Reis.	-----	-----
11.	Forty II	-----	-----	-----	-----	1973	-----	Angra dos Reis.	-----	-----
12.	São José	-----	-----	-----	-----	1859	-----	Angra dos Reis.	-----	-----
13.	Esquilo PT-HNB	Helicóptero	Brasileira	-----	Material: alumínio; Comprimento: 10,93m.	1998	Acidentes diversos.	Angra dos Reis: Extremidade da Laje da Matriz de Fora.	23° 06' 36" Sul 044° 15' 59" Oeste	Semi-inteiro
14.	Manoel Maria	-----	-----	-----	-----	1889	-----	Angra dos Reis: Ilha Grande.	-----	-----

	Nome	Tipo de Embarcação	Nacionalidade	Ano de Fabricação	Características	Ano de Naufrágio	Motivo	Localização	Coordenadas Geográficas	Condições Atuais
15	Califórnia	Vapor de Rodas	Brasileira	1806	Material do Casco: madeira chapeada; Comprimento: 42m.	1853	Incêndio e Explosão	Angra dos Reis: Praia Vermelha, Ilha Grande.	23°09.570' Sul 044° 21.002' Oeste	-----
16	Palmas	-----	-----	-----	-----	1856	-----	Angra dos Reis: Ilha Grande.	-----	-----
17	Parnaioca	-----	-----	-----	-----	1950	-----	Angra dos Reis: Ilha Grande.	-----	-----
18	Comandante Manoel Lourenço	Vapor	Brasileira	1889	Material do Casco: aço; Comprimento: 60,5m	1927	Encalhe.	Angra dos Reis, Ilha Grande.	23° 11' 01.91" Sul 44° 10' 53.06" Oeste	Desmantelado
19	Petroleiro de Angra	-----	-----	-----	-----	-----	-----	Angra dos Reis.	-----	-----
20	Pinguino	Graneleiro	Panamenha	-----	Material do Casco: aço; Comprimento: 50m;	1967	Incêndio	Angra dos Reis: Ilha Grande, Enseada do Sítio Forte.	23°07.06' Sul 044° 16.992' Oeste	Inteiro
21	Ponta do Abraão	-----	-----	-----	-----	1800	-----	Angra dos Reis.	-----	-----
22	D.N.O.G.	Rebocador	Brasileira	1919	Material do Casco: aço; Comprimento: 40,5m.	1942	Choque	Angra dos Reis: Ilha Grande, saída do Canal da Marambaia.	23° 07' 44" Sul 044° 01' 59" Oeste	Enterrado
23	Dom Manuel	-----	-----	-----	-----	1916	-----	Angra dos Reis: Ilha Grande.	-----	-----
24	Rio de Janeiro	-----	-----	-----	-----	1853	-----	Angra dos Reis: Ilha Grande.	-----	-----
25	Franqueiros	-----	-----	-----	-----	1913	-----	Angra dos Reis: Ilha Grande.	-----	-----
26	Halcón Negro	-----	-----	-----	-----	1950	-----	Angra dos Reis: Ilha Grande.	-----	-----
27	Japurá	-----	-----	-----	-----	1901	-----	Angra dos Reis: Ilha Grande.	-----	-----
28	Ilha Comprida	-----	-----	-----	-----	1993	-----	Angra dos Reis: Ilha Comprida.	-----	-----

	Nome	Tipo de Embarcação	Nacionalidade	Ano de Fabricação	Características	Ano de Naufrágio	Motivo	Localização	Coordenadas Geográficas	Condições Atuais
29	Mércia	Pesqueiro	Brasileira	1944	Material do Casco: aço; Comprimento: 48,16m.	1952	Choque	Angra dos Reis: Baía Leste da Ilha Grande.	23° 06' 384" Sul 044° 04' 069" Oeste	Enterrado
30	Casco	-----	-----	-----	-----	-----	-----	Angra dos Reis: Ilha Grande.	-----	-----
31	Drina	-----	-----	-----	-----	1898	-----	Angra dos Reis.	-----	-----

Fonte: <https://www.naufragiosdobrasil.com.br/> <http://www.naufragios.com.br/>, Acesso em 04.05.2017.

## 5.4.4.1.2 Paraty/RJ

 a) **Patrimônio Material**

 – *Âmbito Federal*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, disponível no *site* <http://portal.iphan.gov.br> (acesso em 08.05.2017), foram localizados 08 registros de patrimônio material acautelados em âmbito federal. É importante salientar que Paraty é uma região rica em bens culturais, o que resultou no tombamento de todo o município na década de 1960. Este, e os demais patrimônios da cidade, que são tombados de maneira individual pelo IPHAN, seguem apresentados no Quadro 5-18 e no Mapa de Localização do Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico (Apêndice 5.4.4-1).

Quadro 5-18 - Relação do patrimônio material acautelado em âmbito federal.

	Patrimônio Material	Localização	Informações
1.	Paraty, RJ: Conjunto Arquitetônico e Paisagístico da Cidade	Paraty.	<p>Tipo: Bens Imóveis.            Proteção: Tombado - Livro Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico.            Inscrição Nº: 017.            Nº do Processo: 0563-T-57.            Data: 13.02.1958.            Obs.: Em 01/03/1974, foi inscrito sob o nº 510, o Município de Paraty, inscrição esta que também inclui o conjunto arquitetônico e paisagístico da cidade de Paraty.</p> <p>Tipo: Bens Imóveis.            Proteção: Tombado - Livro Belas Artes.            Inscrição Nº: 510 - Vol. I, Fl. 093.            Nº do Processo: 0563-T-57.            Data: 01.03.1974.            Proteção: Tombado - Livro Arquitetônico, Etnográfico e Paisagístico.            Inscrição Nº: 063 - Vol. I, Fl. 014.            Nº do Processo: 0563-T-57.            Data: 01.03.1974.            Obs.: O tombamento inclui o conjunto arquitetônico e paisagístico da cidade de Paraty, inscrito sob o nº 441, fls. 82 deste Livro, em 13/02/1958. O Município de Paraty foi erigido em Monumento Nacional pelo Decreto nº 58.077, de 24/03/1966.</p>

	Patrimônio Material	Localização	Informações
2.	Casa da Fazenda de Nossa Senhora da Conceição, Bananal*	Paraty: Estrada do Cunha.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado - Livro Histórico. Inscrição Nº: 407 - Vol. I, Fl. 066. Nº do Processo: 0783-T-66. Data: 20.10.1967.
3.	Edifício da Santa Casa (Conjunto Arquitetônico e Paisagístico)	Paraty.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado - Livro Belas Artes. Inscrição Nº: 510 - Vol. I, Fl. 93. Nº do Processo: 0563-T-57. Data: 01.03.1974.
4.	Forte Defensor Perpétuo	Paraty: Morro do Forte.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado - Livro Histórico. Inscrição Nº: 318-A - Vol. I, Fl. 053. Nº do Processo: 0532-T-55. Data: 09.01.1957.
5.	Igreja de Nossa Senhora das Dores (e suas respectivas imagens e alfaias)	Paraty: Bairro Histórico.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado - Livro Histórico. Inscrição Nº: 337 - Vol. I, Fl. 056. Nº do Processo: 0657-T-62. Data: 13.02.1962. Obs.: O tombamento inclui todo o seu acervo, de acordo com a Resolução do Conselho Consultivo da SPHAN, de 13/08/85, referente ao Processo Administrativo nº 13/85/SPHAN.
6.	Igreja de Nossa Senhora do Rosário e São Benedito (e suas respectivas imagens e alfaias)	Paraty: Rua Samuel Costa, Bairro Histórico.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado - Livro Histórico. Inscrição Nº: 338 - Vol. I, Fl. 056. Nº do Processo: 0658-T-62. Data: 13.02.1962. Obs.: O tombamento inclui todo o seu acervo, de acordo com a Resolução do Conselho Consultivo da SPHAN, de 13/08/85, referente ao Processo Administrativo nº 13/85/SPHAN.
7.	Igreja Santa Rita (e suas respectivas imagens e alfaias).	Paraty, Largo de Santa Rita, Bairro Histórico.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado - Livro Histórico. Inscrição Nº: 339 - Vol. I, Fl. 056. Nº do Processo: 0656-T-62. Data: 13.02.1962. Obs.: O tombamento inclui todo o seu acervo, de acordo com a Resolução do Conselho Consultivo da SPHAN, de 13/08/85, referente ao Processo Administrativo nº 13/85/SPHAN.
8.	Igreja Matriz Nossa Senhora dos Remédios (e suas respectivas imagens e alfaias)	Paraty, Praça Monsenhor Hélio Pires, Bairro Histórico.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado - Livro Histórico. Inscrição Nº: 336 - Vol. I, Fl. 056. Nº do Processo: 0655-T-61. Data: 13.02.1962. OBS.: O tombamento inclui todo o seu acervo, de acordo com a Resolução do Conselho Consultivo da SPHAN, de 13/08/85, referente ao Processo Administrativo nº 13/85/SPHAN.

Fonte: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Acesso em 08.05.2017. \* Patrimônio Material cuja localização geográfica não foi identificada no levantamento realizado.

– *Âmbito Estadual*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto Estadual de Patrimônio Cultural – INEPAC, disponível no *site* <http://www.inepac.rj.gov.br> (acesso em 08.05.2017), e na Secretaria do Estado da Cultura - Mapa de Cultura do Rio de Janeiro, disponível no *site* <http://mapadecultura.rj.gov> (acesso em 08.05.2017), não foram localizados registros de patrimônio material acautelados em âmbito estadual.

– *Âmbito Municipal*

No levantamento realizado no *site* oficial da Prefeitura Municipal de Paraty, disponível no *site* <http://pmparaty.rj.gov.br> (acesso em 08.05.2017), não foram localizados registros de patrimônio material acautelados em âmbito municipal. Contudo, conforme mencionado anteriormente, o município de Paraty é tombado em âmbito federal. Desta forma, nem todos os prédios históricos possuem registro de tombamento individual. No *site* de Turismo de Paraty, disponível em <http://www.paraty.tur.br> (acesso em 08.05.2017), constam, fora os bens tombados em âmbito federal pelo IPHAN, 11 edificações que pertencem ao Centro Histórico do município, mostrando a pluralidade de estilos arquitetônicos e sua temporalidade, conforme apresentados no Quadro 5-19.

*Quadro 5-19 - Relação do patrimônio material do Centro Histórico de Paraty.*

	<b>Patrimônio Material</b>	<b>Localização</b>	<b>Informações</b>
1.	Sobrado dos Bonecos	Paraty.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada em âmbito municipal. Obs.: Em âmbito federal o município de Paraty é considerado monumento nacional, incluindo o conjunto arquitetônico e paisagístico (Decreto nº 58.077, de 24/03/1966).
2.	Casa de Cultura	Paraty.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada em âmbito municipal. Obs.: Em âmbito federal o município de Paraty é considerado monumento nacional, incluindo o conjunto arquitetônico e paisagístico (Decreto nº 58.077, de 24/03/1966).

	Patrimônio Material	Localização	Informações
3.	Sobrado da Rua da Matriz	Paraty.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada em âmbito municipal. Obs.: Em âmbito federal o município de Paraty é considerado monumento nacional, incluindo o conjunto arquitetônico e paisagístico (Decreto nº 58.077, de 24/03/1966).
4.	Câmara Municipal	Paraty.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada em âmbito municipal. Obs.: Em âmbito federal o município de Paraty é considerado monumento nacional, incluindo o conjunto arquitetônico e paisagístico (Decreto nº 58.077, de 24/03/1966).
5.	Sobrados da Rua do Comércio	Paraty.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada em âmbito municipal. Obs.: Em âmbito federal o município de Paraty é considerado monumento nacional, incluindo o conjunto arquitetônico e paisagístico (Decreto nº 58.077, de 24/03/1966).
6.	Sobrado do Príncipe	Paraty.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada em âmbito municipal. Obs.: Em âmbito federal o município de Paraty é considerado monumento nacional, incluindo o conjunto arquitetônico e paisagístico (Decreto nº 58.077, de 24/03/1966).
7.	Mercado do Peixe	Paraty.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada em âmbito municipal. Obs.: Em âmbito federal o município de Paraty é considerado monumento nacional, incluindo o conjunto arquitetônico e paisagístico (Decreto nº 58.077, de 24/03/1966).
8.	Casas da Rua da Praia	Paraty.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada em âmbito municipal. Obs.: Em âmbito federal o município de Paraty é considerado monumento nacional, incluindo o conjunto arquitetônico e paisagístico (Decreto nº 58.077, de 24/03/1966).
9.	Sobrado dos Abacaxis	Paraty.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada em âmbito municipal. Obs.: Em âmbito federal o município de Paraty é considerado monumento nacional, incluindo o conjunto arquitetônico e paisagístico (Decreto nº 58.077, de 24/03/1966).
10.	Chafariz da Pedreira	Paraty.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada em âmbito municipal. Obs.: Em âmbito federal o município de Paraty é considerado monumento nacional, incluindo o conjunto arquitetônico e paisagístico (Decreto nº 58.077, de 24/03/1966).

	Patrimônio Material	Localização	Informações
11.	Quartel da Fortaleza Pititiba	Paraty.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada em âmbito municipal. Obs.: Em âmbito federal o município de Paraty é considerado monumento nacional, incluindo o conjunto arquitetônico e paisagístico (Decreto nº 58.077, de 24/03/1966).

Fonte: Prefeitura Municipal de Paraty, Acesso em 08.05.2017.

## b) Patrimônio Imaterial

### – Âmbito Federal

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, disponível no *site* <http://portal.iphan.gov.br> (acesso em 09.05.2017), foram localizados 03 bens imateriais registrados e/ou inventariados em âmbito federal, conforme apresentados no Quadro 5-20.

Quadro 5-20 - Relação dos bens imateriais registrados e/ou inventariados em âmbito federal.

	Patrimônio Imaterial	Localização	Informações
1.	Festa do Divino de Paraty  Inventário Nacional de Referências Culturais (INRC) da Festa do Divino Espírito Santo em Paraty.	Paraty.	Tipo: Celebrações. Proteção: Registrado. Nº do Processo: 01450.015103/2007-13 Data: 03.03.2013. Obs.: Abrangência Local.
2.	Jongo no Sudeste	Rio de Janeiro, Espírito Santo, São Paulo e Minas Gerais.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Registrado. Nº do Processo: 01450.005763/2004-43. Data: 15.12.2005. Obs.: Abrangência Regional.
3.	Matrizes do Samba no Rio de Janeiro: Partido Alto, Samba de Terreiro e Samba-Enredo	Rio de Janeiro.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Registrado. Nº do Processo: 01450.011404/2004-25. Data: 20.11.2007. Obs.: Abrangência Estadual.

Fonte: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Acesso em 09.05.2017.

– *Âmbito Estadual*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto Estadual de Patrimônio Cultural – INEPAC, disponível no *site* <http://www.inepac.rj.gov.br> (acesso em 09.05.2017), e na Secretaria do Estado da Cultura - Mapa de Cultura do Rio de Janeiro, disponível no *site* <http://mapadecultura.rj.gov> (acesso em 09.05.2017), não foram localizados registros de patrimônio imaterial acautelados em âmbito estadual.

– *Âmbito Municipal*

No levantamento realizado no *site* oficial da Prefeitura Municipal de Paraty, disponível no *site* <http://www.pmparaty.rj.gov.br> (acesso em 09.05.2017), não foram localizados registros de patrimônio imaterial acautelados em âmbito municipal. Entretanto, apresenta 12 bens portadores de referências culturais que são reconhecidos pela comunidade como patrimônio imaterial do município, conforme apresentados no Quadro 5-21.

*Quadro 5-21 - Relação do patrimônio imaterial reconhecido pela comunidade.*

	<b>Patrimônio Material</b>	<b>Localização</b>	<b>Informações</b>
1.	FLIP - Festa Internacional Literária de Paraty	Paraty.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Não identificada.
2.	Festival da Cachaça ou da Pinga de Paraty	Paraty.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Não identificada.
3.	Festival Internacional de Cinema	Paraty.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Não identificada.
4.	Canoa Caiçara	Paraty.	Tipo: Saberes. Proteção: Não identificada. Obs.: O Conselho Consultivo do IPHAN considerou pertinente o requerimento de registro do bem e desenvolve um estudo para efetivar seu tombamento.
5.	Os Coroas Cirandeiros	Paraty: Praça da Matriz/Praça Ministro Hélio Pires.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Não identificada.
6.	Grupo de Cirandeiros Sete Unidos	Paraty.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Não identificada.
7.	Coral de Índios da Aldeia Paraty-Mirim	Paraty: Paraty – Mirim.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Não identificada.
8.	Ciranda de Tarituba	Paraty: Avenida Bulhões s/n, Tarituba, na estrada para Angra dos Reis.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Não identificada.

	<b>Patrimônio Material</b>	<b>Localização</b>	<b>Informações</b>
9.	Grupo de Folia de Reis Estrela do Oriente	Paraty.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Não identificada.
10.	Comunidade Quilombola Campinho da Independência	Paraty: Rodovia Rio -Santos, km 584.	Tipo: Lugares. Proteção: Não identificada.
11.	Sociedade Musical de Santa Cecília	Paraty: Rua do Comércio, 52/243.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Não identificada.
12.	Artesanato do Mamanguá	Paraty.	Tipo: Saberes. Proteção: Não identificada.

Fonte: Prefeitura Municipal de Paraty, Acesso em 09.05.2017.

### c) **Patrimônio Paisagístico**

#### – *Âmbito Federal*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, disponível no *site* <http://portal.iphan.gov.br> (acesso em 09.05.2017), não foram localizados registros de patrimônio paisagístico acautelados em âmbito federal.

#### – *Âmbito Estadual*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto Estadual de Patrimônio Cultural – INEPAC, disponível no *site* <http://www.inepac.rj.gov.br> (acesso em 09.05.2017), e na Secretaria do Estado da Cultura - Mapa de Cultura do Rio de Janeiro, disponível no *site* <http://mapadecultura.rj.gov> (acesso em 09.05.2017), foram localizados 02 registros de patrimônio paisagístico acautelados em âmbito estadual, conforme apresentados no Quadro 5-22.

**Quadro 5-22 – Relação do patrimônio paisagístico acautelado em âmbito estadual.**

	<b>Patrimônio Imaterial</b>	<b>Localização</b>	<b>Informações</b>
1.	Serra do Mar/Mata Atlântica 25	Correspondente ao Estado do Rio de Janeiro e estende-se por 38 municípios.	Tipo: Bem Natural Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E-18/000.172/91. Tombamento Provisório: 06.03.1991.
2.	Litoral Fluminense: Paraty 1	Paraty: Praias, Enseadas, Ilhas, Sacos e Litoral.	Tipo: Bem Natural. Proteção: Tombamento – INEPAC. Nº do Processo: E-18/300.459/85 Data: Provisório: ---- Definitivo: 11.05.1987

Fonte: Instituto Estadual do Patrimônio Cultural (INEPAC); Secretaria de Estado da Cultura (Mapa de Cultura do Rio de Janeiro), Acesso em 09.05.2017.

### – *Âmbito Municipal*

No levantamento realizado no *site* oficial da Prefeitura Municipal de Paraty, disponível no *site* <http://pmparaty.rj.gov.br> (acesso em 09.05.2017), não foram localizados registros de patrimônio paisagístico acautelados em âmbito municipal. Entretanto, apresenta 02 bens portadores de referências culturais que são reconhecidos pela comunidade como patrimônio paisagístico do município, conforme apresentados no Quadro 5-23.

**Quadro 5-23 – Relação do patrimônio paisagístico reconhecido pela comunidade.**

	<b>Patrimônio Imaterial</b>	<b>Localização</b>	<b>Informações</b>
1.	Praias do Litoral Fluminense	Paraty.	Tipo: Bens Natural. Proteção: Não identificada.
2.	Praia de Paraty Mirim	Paraty.	Tipo: Bens Natural. Proteção: Não identificada.

Fonte: Prefeitura Municipal de Paraty, Acesso em 09.05.2017.

### **d) Patrimônio Arqueológico**

#### – *Sítios Arqueológicos*

No levantamento realizado através da consulta ao Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos – CNSA e no Arquivo *Shapefile* de Sítios Georreferenciados, do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, disponível no *site* <http://portal.iphan.gov.br> (acesso em 10.05.2017), bem como nas publicações

especializadas, foram localizados 79 registros de sítios arqueológicos no município de Paraty/RJ, conforme apresentado no Quadro 5-24 e no Mapa de Localização do Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico (Apêndice 5.4.4-1). Os sítios arqueológicos cujas coordenadas geográficas não foram identificadas no levantamento foram considerados na totalidade da área do município de Paraty.

Quadro 5-24 - Relação dos sítios arqueológicos no município de Paraty/RJ.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/Ano	Fonte
1.	RJ00150*	Toca do Cavalo (RJ-LP-17)	De Contato	Gruta formada por blocos de pedras isolados.	Cerâmico; malacológico.	Paraty: Fazenda Bom Retiro.	Ondemar Dias; C. Rodrigues; C. Oliveira, M. Neves, 1969.	CNSA/IPHAN;
2.	RJ00151*	Toca dos Caboclos (Toca dos Caboclos II)	De Contato/ Histórico	Abrigo rochoso com diversos matacões isolados.	Cerâmico; louça; malacológico.	Paraty: Morro dos Caboclos.	Ondemar Dias; Calasans Rodrigues; C. de Oliveira, 1969.	CNSA/IPHAN;
3.	RJ00152*	Rio Piriúiaçu (Perequêaçu RJ-LP-25)	De Contato/ Histórico	-----	Cerâmico; louça colonial (nacional e importada).	Paraty.	Ondemar Dias; Mário Neves; Calasans Rodrigues, 1969; Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
4.	RJ00153*	Praia da Djanira (Corumbê)	De Contato/ Histórico	-----	Cerâmico; cacos coloniais e neo-brasileiros.	Paraty.	Ondemar Dias; José Carlos de Oliveira, 1970.	CNSA/IPHAN;
5.	RJ00154*	Ilha Pequena (RJ-LP-23)	Pré-Colonial	Área triangular, com cerca de 75m <sup>2</sup> .	Lítico (lascado); material orgânico; malacológico.	Paraty.	Ondemar Dias; Braz Pepe; C. Calasans; J. Oliveira, 1969.	CNSA/IPHAN;
6.	RJ00155*	Ilha Pelada Grande (RJ-LP-26)	-----	Grupo de abrigos sob-rocha, situados em frente à ilha Pelada Pequena, subindo pela rocha cerca de 50m.	-----	Paraty.	Ondemar Dias; J. Oliveira; C. Calasans, 1969; Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
7.	RJ00156*	Ilha Itacá (RJ-LP-24)	Pré-Colonial	Lente de terra escura, próxima ao nível do mar.	Lítico (lascado); cerâmico; malacológico.	Paraty: Baía de Paraty.	Ondemar Dias; Braz Pepe; J. Oliveira; M. Neves, 1969.	CNSA/IPHAN;
8.	RJ00157*	Ilha Comprida (RJ-LP-22)	-----	-----	Lítico (lascado); malacológico.	Paraty.	Ondemar Dias; Braz Pepe; C. Calasans; J. Oliveira, 1969.	CNSA/IPHAN;

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/Ano	Fonte
9.	RJ00158*	Ilha da Bexiga (RJ-LP-21)	Pré-Colonial	Mancha de terra preta escura.	Lítico (lascado); cerâmico; ósseos; malacológico.	Paraty.	Ondemar Dias; Braz Pepe; C. Rodrigues; J. Oliveira, 1969.	CNSA/IPHAN;
10.	RJ00159*	Baixio	-----	-----	Cerâmico.	Paraty.	Ondemar Dias; C. Rodrigues; J. Oliveira; M. Neves, 1970.	CNSA/IPHAN;
11.	RJ00160*	Abrigo nº 6 (RJ-LP-20)	-----	Abrigo sob rocha.	Cerâmico.	Paraty.	Ondemar Dias, C. Rodrigues, J. Oliveira, M. Neves, 1969.	CNSA/IPHAN;
12.	RJ00161*	Abrigo nº 4 (RJ-LP-27)	-----	Abrigo sob rocha.	Cerâmico; material colonial.	Paraty.	Ondemar Dias; J. Oliveira; M. Neves; C. Rodrigues, 1970.	CNSA/IPHAN;
13.	RJ00162*	Tocas (RJ-LP-34)	-----	Abrigos (tocas) com pouca profundidade.	Cerâmico.	Paraty.	Ondemar Dias; M. Neves; C. Rodrigues, 1970.	CNSA/IPHAN;
14.	RJ00163*	Jabaquara (RJ-LP-28)	Pré-Colonial/ De Contato	-----	Cerâmico.	Paraty.	Ondemar Dias; M. Neves; C. Rodrigues, 1970; Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
15.	RJ00164*	Sítio da Ilha dos Cocos	-----	Área de sedimento escuro com cerca de 80m².	Lítico (lascado); material orgânico; malacológico; ossos de animais e humanos.	Paraty.	Tania Andrade Lima, 1984.	CNSA/IPHAN;
16.	RJ00165*	Sítio da Ilha das Cabras	Pré-Colonial	Área com terra preta, aproximadamente 15m².	Cerâmico; restos alimentares.	Paraty.	Tania Andrade Lima, Maria Lucia Pardi, 1984.	CNSA/IPHAN;
17.	RJ00166*	Sítio da Ilha do Algodão	Pré-Colonial	Área de terra preta com aproximadamente 80m².	Lítico; moluscos.	Paraty: Paraty-Mirim.	Tania Andrade Lima e Maria Lucia Pardi, 1984.	CNSA/IPHAN;

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/Ano	Fonte
18.	RJ00167*	Sambaqui do Araújo	Pré-Colonial	Sambaqui.	Moluscos; ossos humanos e de animais; fogueiras.	Paraty.	Tania Andrade Lima e Maria Lucia Pardi, 1984.	CNSA/IPHAN;
19.	RJ00454*	Abrigo de Paratimirim I (Toca de São João Raulino)	-----	Abrigo sob rocha.	Lítico; artefatos em osso; restos de peixes; cerâmica.	Paraty: Morro do Cerro da Ponta de Escalvada.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
20.	RJ00455*	Abrigo da Ponta do Leste I (Toca dos Ossos)	-----	-----	-----	Paraty.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
21.	RJ00456*	Sambaqui do Forte	Pré-Colonial	Sambaqui.	Lítico; fogueiras; ossos humanos; moluscos.	Paraty.	Froes Abreu, 19258; Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Froes Abreu, 19258; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
22.	RJ00457*	Sambaqui Mamanguá	Pré-Colonial	Sambaqui.	-----	Paraty: Saco de Mamanguá.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
23.	RJ00458*	Sambaqui Olho D'Água	Pré-Colonial	Sambaqui.	-----	Paraty.	-----	CNSA/IPHAN;
24.	RJ00459*	Sambaqui Pouso	Pré-Colonial	Sambaqui.	-----	Paraty: Enseada do Pouso, Paratimirim.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
25.	RJ00460*	Sambaqui dos Praxedes	Pré-Colonial	Sambaqui.	-----	Paraty.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
26.	RJ00461*	Sítio Barra do Rio Grande	-----	-----	-----	Paraty.	-----	CNSA/IPHAN;
27.	RJ00462*	Sítio São Bento	-----	-----	-----	Paraty.	-----	CNSA/IPHAN;
28.	RJ00463*	Sítio Cachoeira	-----	Abrigo sob rocha.	-----	Paraty: Margem do Rio Grande, Trindade.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/Ano	Fonte
29.	RJ00464*	Sítio Caixa D'Aço I	-----	Abrigo sob rocha.	Lítico; restos ósseos; conchas; cerâmica.	Paraty: Ponta da Trintade, Paratymirim.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
30.	RJ00465*	Sítio Caixa D'Aço II	-----	Abrigo sob rocha.	Lítico; restos ósseos; conchas; cerâmica.	Paraty: Ponta da Trintade, Paratymirim.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
31.	RJ00466*	Sítio Caixa D'Aço III	-----	Abrigo sob rocha.	Cerâmica colonial.	Paraty: Ponta da Trintade, Paratymirim, Fazenda do João Rosa.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
32.	RJ00467*	Sítio Cepilho	De Contato	-----	Cerâmica de contato; lítico; ossos de peixes; conchas; louça.	Paraty: Praia do Cepilho, Paratymirim.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
33.	RJ00468*	Sítio Corumbê	-----	-----	-----	Paraty.	-----	CNSA/IPHAN;
34.	RJ00469*	Sítio Diabo Pelado	-----	-----	-----	Paraty.	-----	CNSA/IPHAN;
35.	RJ00470*	Sítio Ilha Comprida II	-----	-----	-----	Paraty.	-----	CNSA/IPHAN;
36.	RJ00471*	Sítio Ilha da Cotia	-----	Abrigo sob rocha.	Sepultamentos; líticos; artefatos em osso.	Paraty: Ilha da Cotia.	-----	CNSA/IPHAN;
37.	RJ00472*	Sítio Ilha Pelada	-----	-----	-----	Paraty.	-----	CNSA/IPHAN;
38.	RJ00473*	Sítio Trindade	-----	-----	Cerâmica; Louça; Vidro.	Paraty: Trindade, Paratymirim.	-----	CNSA/IPHAN;
39.	RJ00474*	Sítio Jabaquara	-----	-----	-----	-----	-----	CNSA/IPHAN;
40.	RJ00475*	Sítio Laranjeiras	-----	-----	Cerâmico; vértebras de baleia.	Paraty: Praia das Laranjeiras, Paratymirim.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
41.	RJ00476*	Sítio Mocotó	-----	-----	-----	Paraty.	-----	CNSA/IPHAN;
42.	RJ00477*	Sítio Paratymirim	-----	-----	-----	Paraty.	-----	CNSA/IPHAN;
43.	RJ00478*	Sítio Ponta do Caixa D'Aço	-----	-----	Cerâmica.	Paraty: Divisa RJ-SP.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/Ano	Fonte
44.	RJ00479*	Sítio Praia do Gomes	-----	-----	-----	Paraty.	-----	CNSA/IPHAN;
45.	RJ00480*	Sítio Praia Brava	-----	Acampamento Tupiguarani.	Cerâmica Tupiguarani; fogueiras; restos malacológicos.	Paraty: Entre a Praia de Fora e estrada para Trindade.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
46.	RJ00481*	Sítio Praia do Caixa D'Aço	-----	-----	-----	Paraty.	-----	CNSA/IPHAN;
47.	RJ00482*	Sítio Praia de Fora (Sítio Antonio)	-----	-----	Cerâmico; conchas; lítico.	Paraty: Trindade, Praia de Fora, Paratymirim.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
48.	RJ00483*	Sítio Praia do Baixio	De Contato	-----	Cerâmico.	Paraty: Praia do Baixio.	Dias Jr. 1969; Mendonça, 1981.	CNSA/IPHAN; Dias Jr. 1969; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
49.	RJ00484*	Sítio da Ventura	-----	-----	-----	Paraty.	-----	CNSA/IPHAN;
50.	RJ00485*	Toca do Batistério	-----	Abrigo sob rocha.	-----	Paraty: Paratymirim, Trindade.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
51.	RJ00486*	Toca da Canoa	-----	Abrigo sob rocha.	Cerâmico; lítico.	Paraty: Paratymirim.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
52.	RJ00487*	Toca do Casusa	-----	Abrigo sob rocha.	-----	Paraty: Paratymirim, Trindade.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
53.	RJ00488*	Toca do Gomes	-----	Abrigo sob rocha.	Cerâmica de contato.	Paraty.	Dias Jr. 1969; Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Dias Jr. 1969; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
54.	RJ00489*	Toca da Mambucaba	-----	Abrigo sob rocha.	Lítico; artefatos em osso; fogueiras; conchas.	Paraty: Tarituba.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/Ano	Fonte
55.	RJ00490*	Trindade I (Sambaqui do Severo)	-----	-----	Lítico; cerâmica; artefatos em osso; restos de fauna; louça.	Paraty: Paratymirim.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
56.	RJ00491*	Trindade II	-----	-----	Lítico; cerâmica; artefatos em osso; restos de fauna; louça.	Paraty: Paratymirim.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
57.	RJ00492*	Trindade III	-----	-----	Lítico; cerâmica; artefatos em osso; restos de fauna; louça.	Paraty: Paratymirim.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
58.	RJ00493*	Trindade IV	-----	-----	Cerâmica colonial.	Paraty: Paratymirim.	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
59.	RJ00634	Forte da Ilha da Bexiga	-----	Fortificação.	Cerâmico; área de refugio; vestígios de edificações; alinhamento de pedras; muros de terra, linhas de argila; pisos de pedra e de tijolo.	531592 7432749	Paulo Eduardo Zanettini e Paulo F. Bava de Camargo, 2007.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
60.	RJ00636	Fortificação da Ponta Grossa	Histórico	Bateria defensiva.	Alinhamento de pedras; peças de artilharia.	536459 7435894	-----	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
61.	RJ00637	Forte da Tapera	Histórico	Fortificação.	Vestígios de edificações; alinhamento de pedras; muro de pedra e suportes.	533141 7433014	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
62.	RJ00639	Sambaqui da Ponta Grossa	Pré-Colonial	Sambaqui.	Lítico (lascado); área de refugio.	536470 7435925	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
63.	RJ00664	Pitangueiras	Pré-Colonial/ Histórico	Sambaqui e sítio neo-brasileiro.	Lítico (lascado); cerâmico; manchas pretas; conchas; carvão; louças; vidros.	533456 7429143	Maria Cristina Tenório, 2010.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/Ano	Fonte
64.	RJ00665	Toca do Cassununga	Pré-Colonial	Sambaqui.	Lítico; artefatos em osso; fogueiras; restos alimentares; sepultamentos; conchas.	528295 7434261	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
65.	RJ00666	Sítio Saco do Fundão	Histórico	-----	Louças; Ferro; Telha.	533348 7432507	Maria Cristina Tenório, 2010.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
66.	RJ00669	Forte da Tapera	Histórico	Fortificação.	Vestígios de edificações; Alinhamento de pedras; muro de pedra e suportes; peças de artilharia.	533150 7433012	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
67.	RJ00670	Ruínas do Baixio	Histórico	Colunas de pedras/habitação.	Vestígios de edificações; Alinhamento de pedras; estacas, buracos de fossas; muros de terra, linhas de argila.	537334 7424687	Jeanne Crespo, 2009.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
68.	RJ00671*	Sítio Ilha dos Cocos	-----	Área com sedimento escuro, aproximadamente 80m².	Lítico (lascado); artefatos em osso.	Paraty.	Tania Andrade Lima, 1984.	CNSA/IPHAN;
69.	RJ00672	Ilha Comprida I	-----	Sambaqui.	Lítico (lascado); área de refugio; área lascamento; ferro; ossos de animais; carvão; conchas.	532907 7437486	Maria Cristina Tenório, 2008.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
70.	RJ00673	Sítio Saco do Fundo	Histórico	-----	Louças; Ferro; Telha.	533343 7430662	Maria Cristina Tenório, 2010.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
71.	RJ00674	Sítio da Ilha dos Cocos II	-----	Abrigo	Manchas pretas; material orgânico; artefatos em osso.	542612 7434213	Jeanne Crespo, 2010.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
72.	RJ00675*	Ruínas da Fazenda Bom Retiro	Histórico	Antigo Engenho.	Vestígios de edificações.	Paraty.	André Bazzanella.	CNSA/IPHAN;

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/Ano	Fonte
73.	RJ00676	loca do Corumbê	Pré-Colonial/ Histórico	Sítio sob abrigo.	Cerâmico; metal; vidro; conchas.	530353 7437457	Paulo F. Bava de Camargo, 2010; Dias Jr. 1969; Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Dias Jr. 1969; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
74.	RJ00677	Corumbê 2	Histórico	Sítio histórico contendo 1 área principal com 3 edificações igreja habitação, casa de canoas, além de outras duas secundárias.	Cerâmico; vestígios de edificações; área de refugio; material construtivo; louças; vidro.	529939 7437241	Paulo F. Bava de Camargo, 2010; Dias Jr. 1969; Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Dias Jr. 1969; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
75.	RJ00679	Corumbê 3	Histórico	Sítio histórico contendo vestígios móveis e alinhamentos de pedras.	Cerâmico; alinhamento de pedras; área de refugio; material construtivo; louça.	530061 7437380	Paulo F. Bava de Camargo, 2010; Dias Jr. 1969; Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Dias Jr. 1969; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
76.	RJ01066*	Ruínas do registro no caminho do ouro	Histórico	Ruínas de pedra.	Cerâmico; estrutura de combustão; alinhamento de pedras; círculo de pedras; muros de terra, linhas de argila; ferro; louça; vidro.	Paraty.	Maria Luiza de Luna Dias, 2003.	CNSA/IPHAN;
77.	-----	Ilha dos Mantimentos	Histórico	-----	Alinhamento de pedras e vestígios de muros.	534929 7436310	Nanci Vieira de Oliveira.	Oliveira, 2006.
78.	-----	Abrigo da Ponta do Leste II (Toca Oca)*		Abrigo sob rocha.	Lítico; sepultamentos; artefatos em osso.	Paraty: Extremidade da Praia da Trindade.	Mendonça.	Oliveira, 2006.
79.	-----	S. do Pequerê - Açú*	Pré-Colonial	Sambaqui	-----	Paraty: Cemitério da Cidade.	Froes Abreu, 1928; Mendonça, 1977, 1981.	Froes Abreu, 1928; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.

Fonte: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Acesso em 10.05.2017; Eletronuclear e MRS, 2009; Oliveira, 2006. \* Sítio Arqueológico cuja localização geográfica não foi identificada no levantamento realizado.

– *Naufrações em Paraty*

No levantamento bibliográfico realizado, foram localizados 02 registros de naufrágios no município de Paraty, disponíveis em <http://www.naufragiosdobrasil.com.br> e <http://www.naufragios.com.br>, conforme apresentado no Quadro 5-25.

Quadro 5-25 - Relação dos naufrágios no município de Paraty/RJ.

	Nome	Tipo de Embarcação	Nacionalidade	Ano de Fabricação	Características	Ano de Naufrágio	Motivo	Localização	Coordenadas Latitude/Longitude	Condições Atuais
1.	Paulista	Vapor	Brasileira	-----	Material do Casco: aço; Comprimento: 60m.	1913	Choque.	Paraty: Baía de Paraty.	23° 12' 35" Sul 044° 32' 5" West	Desmantelado e Enterrado.
2.	Glória	-----	-----	-----	-----	1963	-----	-----	-----	-----

 Fonte: <https://www.naufragiosdobrasil.com.br/> <http://www.naufragios.com.br>, Acesso em 10.05.2017.

## 5.4.4.1.3 Rio Claro/RJ

a) **Patrimônio Material**– *Âmbito Federal*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, disponível no *site* <http://portal.iphan.gov.br> (acesso em 10.05.2017), não foram localizados registros de patrimônio material acautelados em âmbito federal.

– *Âmbito Estadual*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto Estadual de Patrimônio Cultural – INEPAC, disponível no *site* <http://www.inepac.rj.gov.br> (acesso em 10.05.2017), e na Secretaria do Estado da Cultura - Mapa de Cultura do Rio de Janeiro, disponível no *site* <http://mapadecultura.rj.gov> (acesso em 10.05.2017), foram localizados 02 registros de patrimônio material acautelados em âmbito estadual, conforme apresentados no Quadro 5-26 e no Mapa de Localização do Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico (Apêndice 5.4.4-1).

Quadro 5-26 - Relação do patrimônio material acautelado em âmbito estadual.

	<b>Patrimônio Material</b>	<b>Localização</b>	<b>Informações</b>
1.	Ruínas do Centro Histórico de São João Marcos  Ponte Bela	Rio Claro.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E-18/000.062/90. Data: -----. Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E-18/000.062/90. Data: Tombamento Provisório - 16.02.1990.
2.	Igreja de São Joaquim da Grama	Rio Claro.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E-03/1.800/89. Data: -----. 

Fonte: Instituto Estadual do Patrimônio Cultural (INEPAC); Secretaria de Estado da Cultura (Mapa de Cultura do Rio de Janeiro), Acesso em 10.05.2017.

– *Âmbito Municipal*

No levantamento realizado no *site* oficial da Prefeitura Municipal de Rio Claro, disponível no *site* <http://rioclaro.rj.gov.br> (acesso em 10.05.2017), não foram localizados registros de patrimônio material acautelados em âmbito municipal. Entretanto, apresenta 04 bens portadores de referências culturais que são reconhecidos pela comunidade como patrimônio material do município, conforme apresentados no Quadro 5-27.

*Quadro 5-27 - Relação do patrimônio material reconhecido pela comunidade.*

	<b>Patrimônio Material</b>	<b>Localização</b>	<b>Informações</b>
1.	Igreja de Nossa Senhora da Piedade	Rio Claro.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada.
2.	Represa de Ribeirão das Lajes	Rio Claro.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada .
3.	Monumento à Fênix	Rio Claro.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada .
4.	Lídice	Rio Claro.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Não identificada .

Fonte: Prefeitura Municipal de Rio Claro, Acesso em 10.05.2017.

**b) Patrimônio Imaterial**

– *Âmbito Federal*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, disponível no *site* <http://portal.iphan.gov.br> (acesso em 09.05.2017), foram localizados 02 bens imateriais registrados e/ou inventariados em âmbito federal, conforme apresentados no Quadro 5-28.

Quadro 5-28 - Relação dos bens imateriais registrados e/ou inventariados em âmbito federal.

	Patrimônio Imaterial	Localização	Informações
1.	Jongo no Sudeste	Rio de Janeiro, Espírito Santo, São Paulo e Minas Gerais.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Registrado. Nº do Processo: 01450.005763/2004-43. Data: 15.12.2005. Obs.: Abrangência Regional.
2.	Matrizes do Samba no Rio de Janeiro: Partido Alto, Samba de Terreiro e Samba-Enredo	Rio de Janeiro.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Registrado. Nº do Processo: 01450.011404/2004-25. Data: 20.11.2007. Obs.: Abrangência Estadual.

Fonte: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Acesso em 10.05.2017.

#### – *Âmbito Estadual*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto Estadual de Patrimônio Cultural – INEPAC, disponível no *site* <http://www.inepac.rj.gov.br> (acesso em 10.05.2017), e na Secretaria do Estado da Cultura - Mapa de Cultura do Rio de Janeiro, disponível no *site* <http://mapadecultura.rj.gov> (acesso em 10.05.2017), não foram localizados registros de patrimônio imaterial acautelados em âmbito estadual.

#### – *Âmbito Municipal*

No levantamento realizado no *site* oficial da Prefeitura Municipal de Rio Claro, disponível no *site* <http://rioclaro.rj.gov.br> (acesso em 10.05.2017), não foram localizados registros de patrimônio imaterial acautelados em âmbito municipal. Entretanto, apresenta 01 bem portador de referência cultural reconhecido pela comunidade como patrimônio imaterial do município, conforme apresentados no Quadro 5-29 e Mapa de Localização das Comunidades Quilombolas (Apêndice 5.4.4-1).

Quadro 5-29 - Relação do patrimônio imaterial reconhecido pela comunidade.

	Patrimônio Material	Localização	Informações
1.	Quilombo Alto da Serra do Mar	Rio Claro.	Tipo: Lugares. Proteção: Não identificada.

Fonte: Prefeitura Municipal de Rio Claro, Acesso em 10.05.2017.

### c) Patrimônio Paisagístico

#### – *Âmbito Federal*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, disponível no *site* <http://portal.iphan.gov.br> (acesso em 10.05.2017), não foram localizados registros de patrimônio paisagístico acautelados em âmbito federal.

#### – *Âmbito Estadual*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto Estadual de Patrimônio Cultural – INEPAC, disponível no *site* <http://www.inepac.rj.gov.br> (acesso em 10.05.2017), e na Secretaria do Estado da Cultura - Mapa de Cultura do Rio de Janeiro, disponível no *site* <http://mapadecultura.rj.gov> (acesso em 10.05.2017), foi localizado 01 registro de patrimônio paisagístico acautelados em âmbito estadual, conforme apresentados no Quadro 5-30.

Quadro 5-30 – Relação do patrimônio paisagístico acautelado em âmbito estadual.

	Patrimônio Imaterial	Localização	Informações
1.	Serra do Mar/Mata Atlântica 29	Correspondente ao Estado do Rio de Janeiro e estende-se por 38 municípios.	Tipo: Bem Natural Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E-18/000.172/91. Tombamento Provisório: 06.03.1991.

Fonte: Instituto Estadual do Patrimônio Cultural (INEPAC); Secretaria de Estado da Cultura (Mapa de Cultura do Rio de Janeiro), Acesso em 10.05.2017.

– *Âmbito Municipal*

No levantamento realizado no *site* oficial da Prefeitura Municipal de Rio Claro, disponível no *site* <http://rioclaro.rj.gov.br> (Acesso em 10.05.2017), não foram localizados registros de patrimônio paisagístico acatados em âmbito municipal. Entretanto, apresenta 06 bens portadores de referências culturais que são reconhecidos pela comunidade como patrimônio paisagístico do município, conforme apresentados no Quadro 5-31.

Quadro 5-31 – *Relação do patrimônio paisagístico reconhecido pela comunidade.*

	Patrimônio Imaterial	Localização	Informações
1.	Cachoeira do Rio Claro		Tipo: Bens Natural. Proteção: Não identificada.
2.	Pedra de Santa Terezinha		Tipo: Bens Natural. Proteção: Não identificada.
3.	Pedra do Bispo		Tipo: Bens Natural. Proteção: Não identificada
4.	Pedra do Descanso		Tipo: Bens Natural. Proteção: Não identificada
5.	Pedra do Rastro		Tipo: Bens Natural. Proteção: Não identificada
6.	Rio Piraí		Tipo: Bens Natural. Proteção: Não identificada

Fonte: Prefeitura Municipal de Rio Claro, Acesso em 10.05.2017.

d) **Patrimônio Arqueológico**

– *Sítios Arqueológicos*

No levantamento realizado através da consulta ao Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos – CNSA e no Arquivo *Shapefile* de Sítios Georreferenciados, do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, disponível no *site* <http://portal.iphan.gov.br> (acesso em 10.05.2017), bem como nas publicações especializadas, foram localizados 06 registros de sítios arqueológicos no município de Rio Claro/RJ, conforme apresentado no Quadro 5-32 e no Mapa de Localização do Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico (Apêndice 5.4.4-1). Os sítios arqueológicos cujas coordenadas geográficas não foram identificadas no levantamento foram considerados na totalidade da área do município de Rio Claro.

Quadro 5-32 - Relação dos sítios arqueológicos no município de Rio Claro/RJ.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/Ano	Fonte
1.	RJ00640*	Vitorino	Histórico	Habitação.	Vestígios de edificações; alinhamento de pedras; área de refugio.	Rio Claro.	Paulo César Aguiar de Mendonça, 2010.	CNSA/IPHAN;
2.	RJ00641*	Toca da Nega	Pré-Colonial/ Histórico	Sítio em abrigo.	Estrutura de combustão; círculos de pedra.	Rio Claro.	Paulo César Aguiar de Mendonça, 2010.	CNSA/IPHAN;
3.	RJ00642*	Casarão I - Fazenda do Rola	Histórico	Habitação.	Vestígios de edificações; alinhamento de pedras; canais tipo trincheiras, valetas; estacas, buracos de fossas; muros de terra, linhas de argila.	Rio Claro.	Paulo César Aguiar de Mendonça, 2010.	CNSA/IPHAN;
4.	RJ00643	Casarão II - Fazenda Sant' Anna	Histórico	Habitação.	Vestígios de edificações; alinhamento de pedras; canais tipo trincheiras, valetas; estacas, buracos de fossas.	582456 7479794	Paulo César Aguiar de Mendonça, 2010.	CNSA/IPHAN;
5.	RJ00930	Santinha	Histórico	-----	Muros; fundações; valas.	603210 7472770	Cyntia Tарisse da Fontoura, 2010.	CNSA/IPHAN;
6.	RJ00932	Ruínas de São João Marcos	Histórico	Ruínas do centro de uma cidade histórica fundada em 1739.	Estrutura de pedras.	599481 7478406	Carlos Gerhard Frisch, 2008.	CNSA/IPHAN;

Fonte: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Acesso em 10.05.2017; Eletronuclear e MRS, 2009; Oliveira, 2006. \* Sítio Arqueológico cuja localização geográfica não foi identificada no levantamento realizado.

#### 5.4.4.2 Área de Influência Direta

O diagnóstico do Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico da Área de Influência Direta (AID) abrange os bairros Porto do Frade e Frade, no Distrito de Cunhambebe; Praia Brava (constituída pela vila residencial de funcionários da Eletronuclear), Praia Vermelha, Vila Histórica de Mambucaba, Parque Perequê e Parque Mambucaba, no Distrito de Mambucaba; todos localizados no município de Angra dos Reis, área definida para o Meio Socioeconômico.

#### a) **Patrimônio Material**

##### – *Âmbito Federal*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, disponível no *site* <http://portal.iphan.gov.br> (acesso em 29.05.2017), foram localizados 02 registros de patrimônio material acautelados em âmbito federal, conforme apresentados no Quadro 5-33 e no Apêndice 5.4.4-1 - Mapa de Localização do Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico.

Quadro 5-33 - Relação do patrimônio material acautelado em âmbito federal.

	<b>Patrimônio Material</b>	<b>Localização</b>	<b>Informações</b>
1.	Imagem de Nossa Senhora do Rosário	Angra dos Reis: Mambucaba.	Tipo: Bens Móveis. Proteção: Tombado – Livro de Belas Artes. Inscrição Nº 493. Nº do Processo: 0816-T-69. Data: 11.12.1969.
2.	Vila Histórica de Mambucaba	Angra dos Reis: Mambucaba.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – Livro Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico. Inscrição Nº: 047. Nº do Processo: 0816-T-69. Data: 11.12.1969.

Fonte: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Acesso em 29.05.2017.

– *Âmbito Estadual*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto Estadual de Patrimônio Cultural – INEPAC, disponível no *site* <http://www.inepac.rj.gov.br> (acesso em 29.05.2017), e na Secretaria do Estado da Cultura - Mapa de Cultura do Rio de Janeiro, disponível no *site* <http://mapadecultura.rj.gov> (acesso em 29.05.2017), foram localizados 02 registros de patrimônio material acautelados em âmbito estadual, conforme apresentados no Quadro 5-34.

Quadro 5-34 - Relação do patrimônio material acautelado em âmbito estadual.

	Patrimônio Material	Localização	Informações
1.	Capela de São José	Angra dos Reis: Próxima ao km 115 da BR-101, em Cunhambebe.	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E 03/97.970/82. Tombamento Provisório: 26.10.1982. Tombamento Definitivo: 27.01.1988.
2.	Casa da Fazenda do Pontal	Angra dos Reis: Rodovia Governador Mário Covas - BR 101, Cunhambebe	Tipo: Bens Imóveis. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E-03/27.970/82. Tombamento Provisório: 26.10.1982. Tombamento Definitivo: 27.01.1988.

Fonte: Instituto Estadual do Patrimônio Cultural (INEPAC); Secretaria de Estado da Cultura (Mapa de Cultura do Rio de Janeiro), Acesso em 29.05.2017.

– *Âmbito Municipal*

No levantamento realizado no *site* oficial da Prefeitura Municipal de Angra dos Reis, disponível no *site* <http://www.angra.rj.gov.br> (acesso em 29.05.2017), não foram localizados registros de patrimônio material acautelados em âmbito municipal.

**b) Patrimônio Imaterial**

– *Âmbito Federal*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, disponível no *site* <http://portal.iphan.gov.br> (acesso em 29.05.2017), foram localizados 05 bens imateriais registrados e/ou inventariados em âmbito federal, conforme apresentados no Quadro 5-35.

Quadro 5-35 - Relação dos bens imateriais registrados e/ou inventariados em âmbito federal.

	Patrimônio Imaterial	Localização	Informações
1.	Jongo no Sudeste	Rio de Janeiro, Espírito Santo, São Paulo e Minas Gerais.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Registrado. Nº do Processo: 01450.005763/2004-43. Data: 15.12.2005. Obs.: Abrangência Regional.
2.	Matrizes do Samba no Rio de Janeiro: Partido Alto, Samba de Terreiro e Samba-Enredo	Rio de Janeiro.	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Registrado. Nº do Processo: 01450.011404/2004-25. Data: 20.11.2007. Obs.: Abrangência Estadual.
3.	Ofício dos Mestres de Capoeira	AC, AL, AP, AM, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MT, MS, MG, PA, PB, PR, PE, PI, <b>RJ</b> , RN, RS, RO, RR, SC, SP, SE, TO	Tipo: Saberes. Proteção: Registrado. Nº do Processo: 01450.002863/2006-80. Data: 20.10.2008. Obs.: Abrangência Nacional.
4.	Roda de Capoeira	AC, AL, AP, AM, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MT, MS, MG, PA, PB, PR, PE, PI, <b>RJ</b> , RN, RS, RO, RR, S	Tipo: Formas de Expressão. Proteção: Registrado. Nº do Processo: 01450.002863/2006-80. Data: 21.10.2008. Obs.: Abrangência Nacional.
5.	Identificação da Venerável Irmandade de São Benedito de Angra dos Reis	Angra dos Reis.	Tipo: ---- Proteção: Inventariado. Nº do Processo: ---- Data: ---- Obs.: Abrangência Local.

Fonte: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Acesso em 29.05.2017.

#### – *Âmbito Estadual*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto Estadual de Patrimônio Cultural – INEPAC, disponível no *site* <http://www.inepac.rj.gov.br> (acesso em 29.05.2017), e na Secretaria do Estado da Cultura - Mapa de Cultura do Rio de Janeiro, disponível no *site* <http://mapadecultura.rj.gov> (acesso em 29.05.2017), não foram localizados registros de patrimônio imaterial acautelados em âmbito estadual.

– *Âmbito Municipal*

No levantamento realizado no *site* oficial da Prefeitura Municipal de Angra dos Reis, disponível no *site* <http://www.angra.rj.gov.br> (acesso em 29.05.2017), não foram localizados registros de patrimônio imaterial acautelados em âmbito municipal.

c) **Patrimônio Paisagístico**

– *Âmbito Federal*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, disponível no *site* <http://portal.iphan.gov.br> (acesso em 29.05.2017), não foram localizados registros de patrimônio paisagístico acautelados em âmbito federal.

– *Âmbito Estadual*

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto Estadual de Patrimônio Cultural – INEPAC, disponível no *site* <http://www.inepac.rj.gov.br> (acesso em 19.04.2017), e na Secretaria do Estado da Cultura - Mapa de Cultura do Rio de Janeiro, disponível no *site* <http://mapadecultura.rj.gov> (acesso em 19.04.2017), foi localizado 01 registro de patrimônio paisagístico acautelados em âmbito estadual, conforme apresentados no Quadro 5-36.

Quadro 5-36 – *Relação do patrimônio paisagístico acautelado em âmbito estadual.*

	<b>Patrimônio Imaterial</b>	<b>Localização</b>	<b>Informações</b>
1.	Serra do Mar/Mata Atlântica 1	Correspondente ao Estado do Rio de Janeiro e estende-se por 38 municípios.	Tipo: Bem Natural. Proteção: Tombado – INEPAC. Nº do Processo: E-18/000.172/91. Tombamento Provisório: 06.03.1991.

Fonte: Instituto Estadual do Patrimônio Cultural (INEPAC); Secretaria de Estado da Cultura (Mapa de Cultura do Rio de Janeiro), Acesso em 19.04.2017.

– *Âmbito Municipal*

No levantamento realizado no *site* oficial da Prefeitura Municipal de Angra dos Reis, disponível no *site* <http://www.angra.rj.gov.br> (acesso em 29.05.2017), não foram localizados registros de patrimônio paisagístico acautelados em âmbito municipal.

**d) Patrimônio Arqueológico**

– *Sítios Arqueológicos*

No levantamento realizado através da consulta ao Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos – CNSA e no Arquivo *Shapefile* de Sítios Georreferenciados, do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, disponível no *site* <http://portal.iphan.gov.br> (acesso em 29.05.2017), bem como nas publicações especializadas, foram localizados 24 registros de sítios arqueológicos localizados na Área de Influência Direta (AID), conforme apresentado no Quadro 5-37 e no Mapa de Localização do Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico (Apêndice 5.4.4-1).

Quadro 5-37 - Relação dos sítios arqueológicos na Área de Influência Direta (AID).

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/Ano	Fonte
1.	RJ00014	Toca da Picota	De Contato	Pequena toca ou gruta granítica com pouca altura (1m).	Cerâmicos.	549110 7453603	Ondemar Dias Jr./C. Rodrigues/J. de Oliveira/M. Neves, 1969.	CNSA/IPHAN; Dias Jr. <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.
2.	RJ00297	Sambaqui da Mambucaba	Pré-Colonial	Sambaqui.	Líticos; artefatos ósseos; fogueiras; restos de peixes.	548813 7453738	Mendonça, 1977, 1981.	CNSA/IPHAN; Mendonça <i>apud</i> Oliveira, 2006.
3.	RJ00633	Sambaqui da Ponta Fina	Pré-Colonial	Sambaqui.	Lítico lascado e polido; material orgânico.	555427 7454515	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
4.	RJ00804	Bateria do Matacão	Histórico	Forte ou Fortificação.	Alinhamento simples de pedras.	557523 7454036	Maria Cristina Tenório.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
5.	RJ00806	Estrutura de Pedra da Grande Jaqueira	Histórico	Forte ou Fortificação.	Alinhamento simples de pedras associado a um grande matacão com aproximadamente 3m de comprimento.	557592 7453962	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
6.	RJ00807	Amolador Fixo de Piraquara 3	Pré-Colonial	Polidor.	Conjunto de marcas de polimento e amolação.	557351 7454167	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
7.	RJ00808	Edificação do Século 19 na Praia do Velho	Histórico	-----	-----	557334 7454167	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
8.	RJ00809	Amoladores Fixos de Piraquara 1 e 2	Pré-Colonial	Polidor.	Conjuntos de marcas de polimento e amolação.	557307 7454176	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/Ano	Fonte
9.	RJ00816	Sambaqui do Velho	Pré-Colonial	Sambaqui.	Líticos lascados e polidos; cerâmico; fauna malacológica e ictiológica; restos ósseos de mamíferos e répteis; sepultamento.	557314 7454134	Oliveira e Ayrosa, 1992; Oliveira e Funari, 2005.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN; Oliveira e Ayrosa, 1992; Oliveira e Funari <i>apud</i> Oliveira, 2006; Eletronuclear e MRS, 2009.
10.	RJ00818	Estrutura de Sinalização 1 no Morro da Piraquara	Histórico	Forte.	-----	557618 7453957	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
11.	RJ00819	Estruturas do Bambual no Morro da Piraquara	Histórico	Forte.	Alinhamentos de pedras.	557668 7453996	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
12.	RJ00821	Edificações da Praia Secreta	Histórico	Edificação do século XIX.	Alinhamento de pedras.	557008 7455562	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
13.	RJ00823	Estruturas de Vigia do Alto da Piraquara	Histórico	Forte.	Vestígios de edificações; alinhamento de pedras.	557517 7453935	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
14.	RJ00824	Estrutura de Pedra no Alto do Morro da Piraquara	Histórico	Forte.	-----	557015 7453853	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
15.	RJ00825	Estrutura de Sinalização 2 no Morro da Piraquara	Histórico	Forte.	Círculos de pedra; alinhamento de pedras.	557909 7454141	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
16.	RJ00826	Área de Descarte	Histórico	Barraco junto ao mar com restos de alinhamentos e cultura material.	Cerâmicos; moluscos.	557516 7454072	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
17.	RJ00827	Edificação do Século XVIII	Histórico	Edificação do século XVIII.	Vestígios de edificações.	557326 7454131	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.

	CNSA	Sítio	Categoria	Descrição	Artefatos	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)	Pesquisador/Ano	Fonte
18.	RJ00838	Bateria do Portao da Marina	Histórico	Forte.	Alinhamento de pedras; fragmentos de ferro oxidado, argola metálica e moeda; restos de carvão.	557252 7454248	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
19.	RJ00839	Bateria da Ponta da Fortaleza	Histórico	Forte.	Vestígios de edificações; alinhamento de pedras; material malacológico.	558512 7457123	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
20.	RJ00840	Bateria do Motográfico	Histórico	Forte.	Vestígios de edificações.	557028 7454833	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
21.	RJ00841	Bateria do Costão Rochoso de Piraquara	Histórico	Forte ou Fortificação.	Vestígios de edificações; alinhamento de pedras.	557479 7454081	Nanci Vieira de Oliveira.	CNSA/IPHAN; Sítios Georreferenciados IPHAN.
22.	-----	Bateria do Marégrafo	Histórico	-----	-----	556937 7455851	Oliveira, 2006.	Oliveira <i>apud</i> Eletronuclear e MRS, 2009.
23.	-----	Polidor/Amolador B	Pré-Colonial	Oficina lítica.	-----	557308 7454196	Oliveira & Funari, 2005.	Oliveira & Funari <i>apud</i> Eletronuclear e MRS, 2009.
24.	-----	Polidor/Amolador Fixo de Piraquara I, II e III	Pré-Colonial	Oficina lítica.	Conjuntos de marcas de polimento e amolação.	557292 7455168	Oliveira e Ayrosa, 1992; Oliveira e Funari, 2005.	Oliveira e Ayrosa, 1992; Oliveira e Funari <i>apud</i> Oliveira, 2006.

Fonte: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Acesso em 29.05.2017; Eletronuclear e MRS, 2009; Oliveira, 2006.

As primeiras pesquisas arqueológicas na região do litoral sul fluminense (que integra Angra dos Reis, onde Angra 1 foi implantada) ocorreram ainda no final da década de 1920, quando naturalistas do Museu Nacional do Rio de Janeiro registraram em Paraty o sítio Sambaqui do Forte (OLIVEIRA, 2006). Todavia, foi no final da década de 1960 que as pesquisas na região foram intensificadas e desenvolvidas de forma sistemática, resultando no registro de novos sítios para a região (BELTRÃO & KNEIP, 1969; MENDONÇA DE SOUZA *apud* ELETRONUCLEAR/MRS, 2009).

A partir de então os estudos começam a se intensificar, incluindo escavações de sítios e/ou levantamentos mais detalhados de algumas áreas (LIMA, 1987, 1991, 1995; KNEIP & OLIVEIRA *apud* ELETRONUCLEAR/MRS, 2009), além de estudos arqueológicos na Ilha Grande (TENÓRIO *apud* ELETRONUCLEAR/MRS, 2009).

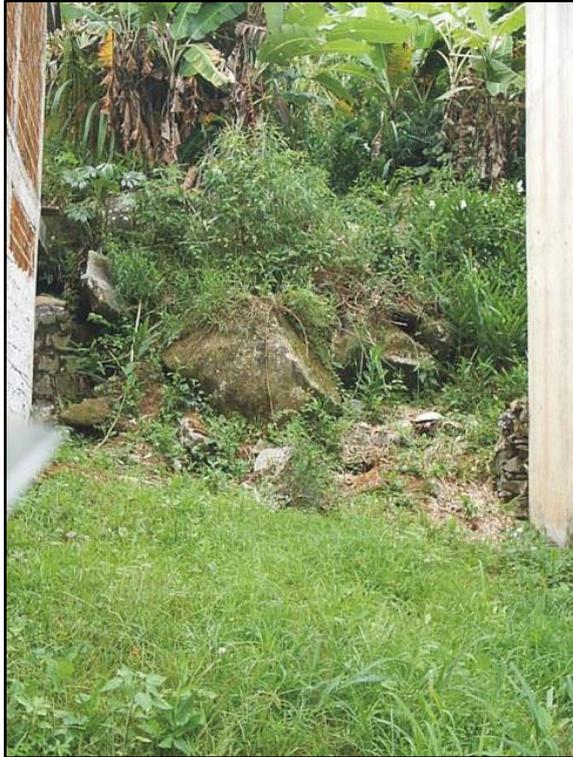
Destaca-se também, os levantamentos realizados para os licenciamentos de Angra 2 e 3, que indicaram a presença de um patrimônio arqueológico positivo, formado por vestígios que se estendem desde as primeiras ocupações humanas do litoral fluminense, representados pelos sítios sambaqui, até diversas edificações do período histórico.

Conforme apresentado no Quadro 5-37, de acordo com o levantamento bibliográfico realizado, foram identificados 24 sítios arqueológicos localizados na Área de Influência Direta, descritos a seguir:

- RJ00014 Toca da Picota

Segundo Oliveira (2006), o sítio Toca da Picota foi identificado em 1969, na Vila Histórica de Mambucaba. Este abrigo sob rocha, com 100 m<sup>2</sup>, serviu de moradia para uma mulher cujo apelido era Picota. Durante a construção da BR-101, este sítio foi destruído (Figura 5-75).

Figura 5-75 – RJ00014 Toca da Picota.



Fonte: Oliveira, 2006.

– RJ00297: Sambaqui da Mambucaba

Durante as pesquisas arqueológicas realizadas em 2004, o Sambaqui encontrava-se totalmente destruído e nenhum vestígio foi identificado (OLIVEIRA, 2006).

– RJ00633 Sambaqui da Ponta Fina

A região denominada Ponta Fina, apresenta dois pontos elevados com concentrações de blocos rochosos formando paredes no lado N-NW, o primeiro no contato com o continente e o outro no meio da ponta em direção ao mar. Em um dos dois montículos, onde encontra-se construída uma estação meteorológica, foi identificado um sambaqui, com base elíptica. Este sítio arqueológico encontra-se protegido dos ventos pela parede rochosa, estando seu lado SE voltado para a enseada de Itaorna (OLIVEIRA, 2006).

O sambaqui (Figura 5-76, Figura 5-77 e Figura 5-78) apresenta em sua face SE exposição das camadas arqueológicas até a base granítica, possuindo seu ponto central cerca de 190 cm de altura (OLIVEIRA, 2006). Durante os trabalhos de campo, realizados em 2004, foi possível definir três camadas estratigráficas no sambaqui:

Camada I – Caracteriza-se por sedimento de cor preta com algumas carapaças de moluscos, ossos de peixes, espinhos de ouriço, artefatos em osso e conchas, lascas de quartzo. A camada apresentou 60 cm de espessura.

Camada II – Caracteriza-se pela predominância de carapaças de bivalves calcinadas, como também ocorreu a presença de ossos de peixe, apresentou espessura média de 27 cm, observado-se no setor do perfil duas pequenas fossas culinárias, com 30 e 54 cm de espessura.

Camada III - Com sedimento cinza escuro com conchas, ossos de peixes, crustáceos, artefatos em osso, tendo 35 cm de espessura, estando sobre a base granítica (OLIVEIRA, 2006).

*Figura 5-76. Vista geral do Sambaqui da Ponta Fina.*



Fonte: Oliveira, 2006.

*Figura 5-77 – Sambaqui da Ponta Fina, material arqueológico superficial.*



Fonte: Oliveira, 2006.

*Figura 5-78. Sambaqui da Ponta Fina, camadas estratigráficas.*



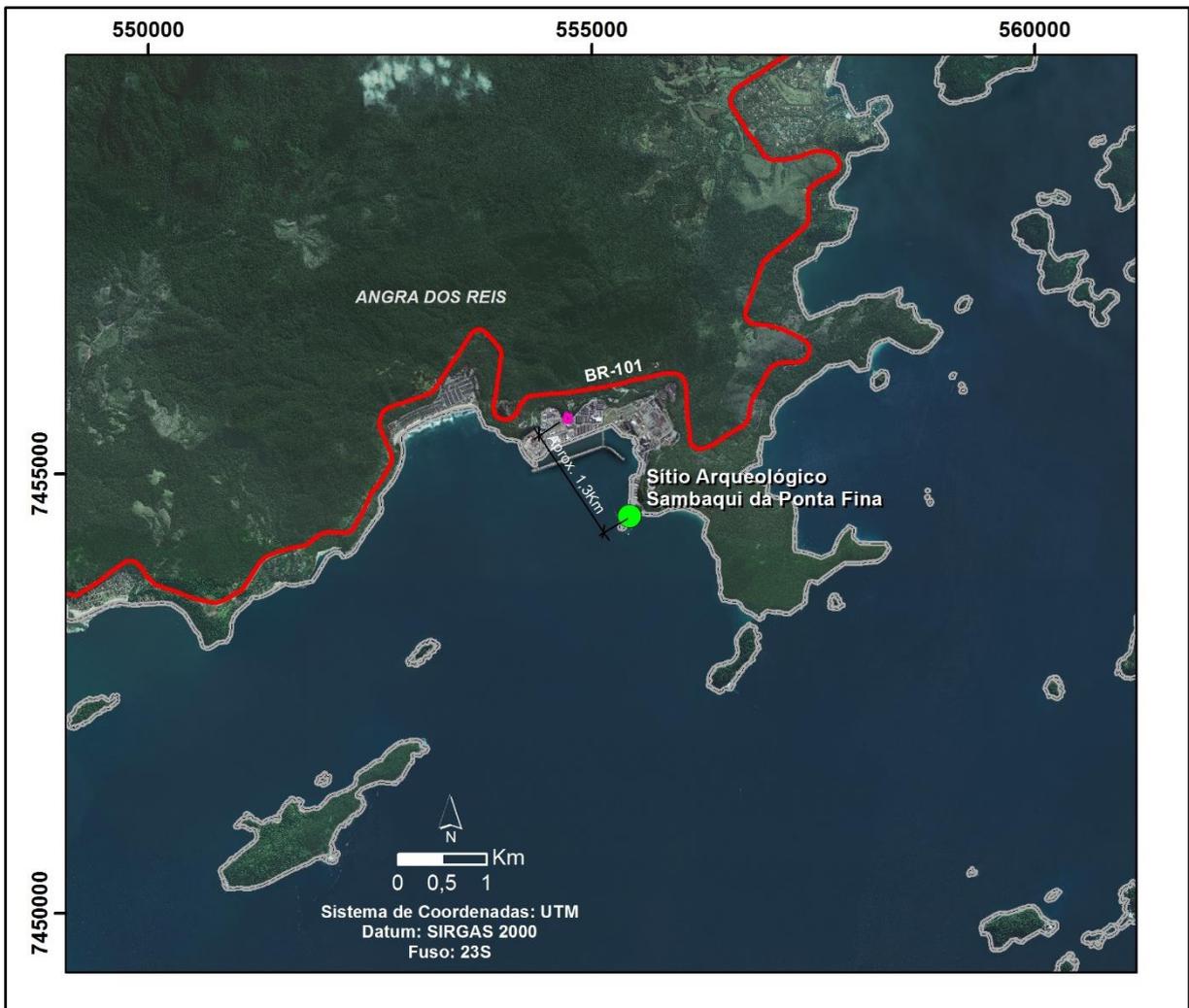
Fonte: Oliveira, 2006.

O Relatório de Diagnóstico do Potencial Arqueológico da Usina Nuclear de Angra 3, realizado em 2006 pela Professora Dr.<sup>a</sup> Nanci Vieira de Oliveira, apresentou como avaliação final as seguintes recomendações em relação ao Sambaqui da Ponta Fina:

- A presença de um sítio arqueológico na Ponta Fina define a responsabilidade da Eletronuclear quanto a preservação do local e seu entorno, ou seja, evitar que as obras de médio e grande impacto sejam realizadas em um raio de pelo menos 150 metros do sítio;
- Intervenções na área da Ponta Fina somente poderão ocorrer após a elaboração e aprovação de um projeto de salvamento do sambaqui e, execução do mesmo.

Conforme apresentado na Figura 5-79, as obras de construção da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado (UAS), serão realizadas a aproximadamente 1,3 km de distância do Sambaqui da Ponta Fina, estando, portanto, de acordo com as recomendações contidas no Relatório de Diagnóstico do Potencial Arqueológico da Usina Nuclear de Angra 3 (OLIVEIRA, 2006).

Figura 5-79 – Localização do Sambaqui da Ponta Fina em relação ao empreendimento.



Fonte: Bourscheid, 2017.

– RJ00804 Bateria do Matacão

É descrito como um sítio arqueológico histórico, apresentando um alinhamento simples de pedra associado a um forte e/ou fortificação. O mesmo possui uma área de 336 m<sup>2</sup> (CNSA/IPHAN, 2017).

– RJ00806 Estrutura de Pedra da Grande Jaqueira

É descrito como um sítio arqueológico histórico, apresentando um alinhamento simples de pedras associado a um forte e/ou fortificação. O mesmo possui uma área de 39 m<sup>2</sup> (CNSA/IPHAN, 2017).

- RJ00807 Amolador Fixo de Piraquara 3

É descrito como um sítio arqueológico pré-colonial, apresentando um conjunto de marcas de polimento e amolação situados no lado esquerdo da Praia do Velho. O mesmo possui uma área de 28 m<sup>2</sup> (CNSA/IPHAN, 2017).

- RJ00809 Amoladores Fixos 1 e 2

É descrito como um sítio arqueológico pré-colonial, apresentando um conjunto de marcas de polimento e amolação, localizado nas proximidades do Sambaqui do Velho. O mesmo possui uma área de 18 m<sup>2</sup> (CNSA/IPHAN, 2017).

- RJ00816 Sambaqui do Velho

Durante as pesquisas arqueológicas desenvolvidas para o Licenciamento Ambiental da Usina de Angra 2, em 2009, constatou-se que o Sambaqui do Velho (ou da Piraquara) estava bastante impactado. As pesquisas objetivaram a prospecção e o salvamento do sítio e, posteriormente, a Eletronuclear organizou um Sítio-Museu, cujo projeto arquitetônico foi aprovado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN (ELETRONUCLEAR/MRS, 2009).

O sítio mostrou-se raso, alcançando 90 cm de profundidade, contendo uma matriz de conchas fragmentadas e inteiras entremeada por fauna malacológica, ossos de vertebrados, incluindo mamíferos, aves e peixes, uma indústria lítica pouco diversificada (lascas de quartzo e diabásio, bem como seixos inteiros), uma indústria óssea formada por pontas, furadores, agulhas e adereços, bem como um sepultamento humano. Raros fragmentos cerâmicos foram coletados na camada superficial (OLIVEIRA & FUNARI *apud* ELETRONUCLEAR/MRS, 2009). Próximo ao Sambaqui, estão localizados os conjuntos de Polidores/Amoladores (A, B e C).

- RJ 00819 Estrutura do Bambual no Morro da Piraquara

É descrito como um sítio arqueológico histórico, apresentando um alinhamento de pedras, entre bambuais, associado a um forte e reaproveitado para construções recentes. O mesmo possui 15 m de comprimento e 4 m de largura (CNSA/IPHAN, 2017).

– RJ00821 Edificações da Praia Secreta

É descrito como um sítio arqueológico histórico, apresentando um alinhamento de pedras e uma área de refugio associados a uma edificação do século XIX. O mesmo possui 500 m de comprimento e 20 m de largura (CNSA/IPHAN, 2017).

– RJ00823 Estruturas de Vigia do Alto da Piraquara

É descrito como um sítio arqueológico histórico, apresentando um alinhamento de pedras duplas, com 12 m de comprimento, associado a uma estrutura de vigia (CNSA/IPHAN, 2017).

– RJ00824 Estrutura de Pedra no Alto do Morro da Piraquara

É descrito como um sítio arqueológico histórico, apresentando uma estrutura de pedra, no alto do morro da Piraquara, associada a outras estruturas defensivas localizadas na Enseada da Piraquara. O mesmo possui 15 m de comprimento e 8 m de largura (CNSA/IPHAN, 2017).

– RJ00825 Estrutura de Sinalização 2 no Morro da Piraquara

É descrito como um sítio arqueológico histórico, apresentando um alinhamento e círculo de pedras associados a uma estrutura de sinalização. O mesmo possui 12 m de comprimento e 10 m de largura (CNSA/IPHAN, 2017).

– RJ00826 Área de Descarte

É descrito como um sítio arqueológico histórico, apresentando uma área de refugio, com restos de alimentos e cultura material, associada a outras estruturas defensivas localizadas na Enseada da Piraquara (CNSA/IPHAN, 2017).

– RJ00827 Edificação do Século XVIII

É descrito como um sítio arqueológico histórico, apresentando vestígios de edificação do século XVIII. O mesmo possui uma área de 90 m<sup>2</sup> (CNSA/IPHAN, 2017).

- RJ00808 Edificação do Século 19 na Praia do Velho

É descrito como um sítio arqueológico histórico, apresentando vestígios de edificação do século XIX. O mesmo possui uma área de 8212 m<sup>2</sup> (CNSA/IPHAN, 2017).

- RJ00838 Bateria do Portão da Marina

É descrito como um sítio arqueológico histórico, apresentando um alinhamento de pedras duplas formando uma plataforma associado a um forte, além de vestígios históricos, fragmentos de ferro e moeda, e vestígios orgânicos, restos de carvão. O mesmo possui uma área de 19 m<sup>2</sup> (CNSA/IPHAN, 2017).

- RJ00839 Bateria da Ponta da Fortaleza

É descrito como um sítio arqueológico histórico, apresentando uma plataforma de pedras de base retangular associada a um forte, além de uma área de refugio com vestígios malacológicos. O mesmo possui uma área de 87 m<sup>2</sup> (CNSA/IPHAN, 2017).

- RJ00840 Bateria do Moteográfico

É descrito como um sítio arqueológico histórico, apresentando um muro de pedra associado a um forte. O mesmo possui uma área de 2 m<sup>2</sup> e 7 m de comprimento (CNSA/IPHAN, 2017).

- RJ00841 Bateria do Costão Rochoso de Piraquara

É descrito como um sítio arqueológico histórico, apresentando uma base de pedras associada a um forte e/ou fortificação. O mesmo possui uma área de 60 m<sup>2</sup> (CNSA/IPHAN, 2017).

- Bateria do Marégrafo

Não foram localizadas informações sobre o sítio arqueológico Bateria do marégrafo no banco de dados do CNSA/IPHAN. Contudo, o mesmo é citado no Plano de Controle Ambiental – PCA para a Unidade 1 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (ELETRONUCLEAR/MRS, 2009).

– Polidor/Amolador B

É descrito como um sítio pré-colonial, apresetando blocos rochosos, de dimensões variáveis, utilizados para polimento de artefatos (TENÓRIO *apud* ELETRONUCLEAR/MRS, 2009). A literatura denomina estes vestígios também como “oficinas líticas”.

– Polidor/Amolador Fixo de Piraquara I, II e III

Conjunto de marcas de polimento e amolação situados no lado esquerdo da Praia do Velho, em afloramento rochoso.

#### 5.4.4.3 Área Diretamente Afetada

O diagnóstico do Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico da Área Diretamente Afetada (ADA) abrange a área total do terreno destinada à implantação do empreendimento, os acessos e os canteiros de obras.

No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, disponível no *site* <http://portal.iphan.gov.br> (acesso em 30.05.2017); do Instituto Estadual de Patrimônio Cultural – INEPAC, disponível no *site* <http://www.inepac.rj.gov.br> (acesso em 30.05.2017), e na Secretaria do Estado da Cultura - Mapa de Cultura do Rio de Janeiro, disponível no *site* <http://mapadecultura.rj.gov> (acesso em 30.05.2017); e no *site* oficial da Prefeitura Municipal de Angra dos Reis, disponível no *site* <http://www.angra.rj.gov.br> (acesso em 30.05.2017), não foram localizados registros de bens culturais acautelados em âmbito federal, estadual e municipal na Área Diretamente Afetada (ADA).

Não foram localizados sítios arqueológicos registrados e/ou pesquisados na Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento, embora os resultados da pesquisa<sup>14</sup> realizada indicaram um grande número de sítios registrados e/ou pesquisados na Área de Influência Direta (AID) e na Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento, demonstrando o alto potencial arqueológico da região.

Segundo Oliveira (2006), após a realização do levantamento sistemático de superfície na área de construção da usina de Angra 3, confirmou-se a ausência de solos com ocupação humana anterior, estando, o solo rochoso, exposto em

<sup>14</sup> A presente pesquisa foi baseada no levantamento de dados secundários e utilizou como parâmetro à legislação brasileira, as informações disponibilizadas nos bancos de dados dos órgãos oficiais, instituições de ensino/pesquisa e demais publicações especializadas.

decorrência de desmontes realizados em anos anteriores (Figura 5-80). Além disso, constatou-se que a área encontrava-se bastante antropizada, indicando baixo potencial arqueológico.

*Figura 5-80 - Levantamento sistemático de superfície realizado na Área de Angra 3 – Destaque em amarelo para a área do empreendimento.*



Fonte: Oliveira, 2006.

Em setembro de 2017 foi realizado um novo estudo, complementar ao Diagnóstico do Potencial Arqueológico de Angra 3 (de março de 2006), com a

reavaliação dos dados obtidos nos trabalhos de campo, bem como uma visita técnica para verificar a situação atual da área específica da futura instalação da UAS, conforme o laudo apresentado no Anexo 5.4.4-1.

De acordo com Oliveira (2017), a metodologia adotada no diagnóstico consistiu na realização de levantamento sistemático de superfície (inspeção visual) e sondagens para observação de subsuperfície.

Os resultados das atividades, em especial no setor onde será construída a UAS, indicaram a retirada dos grandes fragmentos de rocha, encontrando-se todo o terreno limpo, observando-se na superfície pequenos fragmentos de rocha e solo arenoso. Também foram observadas marcas de brocagem resultantes do desmonte de rochas, indicando que a área encontra-se totalmente impactada, confirmando a causa da ausência de possíveis vestígios arqueológicos (OLIVEIRA, 2017).

Neste sentido, a partir dos diagnósticos de potencial arqueológico realizados em 2006 e 2017, segundo Oliveira, indica-se que na área não há possibilidades de presença de vestígios arqueológicos referentes a períodos anteriores à construção das usinas nucleares. Embora haja presença de um sítio arqueológico na área da CNAAA, identificada e registrada no ano de 2006 na área da Ponta Fina, a distância e o mar que o separa do local da UAS garantem que não há possibilidade de impacto do mesmo, já que a ampliação do corte e movimentos de máquinas em nada afetam o referido sítio devido à distância (OLIVEIRA, 2017).

#### *5.4.4.4 Instituições envolvidas com o Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico*

A proteção do Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico acontece sob a responsabilidade de instituições públicas de jurisdição federal, estadual e municipal, conforme apresentado no Quadro 5-38.

**Quadro 5-38 - Instituições envolvidas com o Patrimônio Cultural, Arqueológico, Histórico e Paisagístico.**

Âmbito Federal	
Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN.	O IPHAN tem como missão promover e coordenar o processo de preservação do patrimônio cultural brasileiro visando fortalecer identidades, garantir o direito à memória e contribuir para o desenvolvimento socioeconômico do País.
Âmbito Estadual	
Instituto Estadual do Patrimônio Cultural – INEPAC	O INEPAC dedica-se à preservação do patrimônio cultural do Estado do Rio de Janeiro, elaborando estudos, fiscalizando e vistoriando obras e bens tombados, emitindo pareceres técnicos, pesquisando, catalogando, inventariando e efetuando tombamentos.
Secretaria de Estado de Cultura do Rio de Janeiro	A secretaria tem como atribuição, entre outras, adotar medidas que visam o levantamento e à preservação, na esfera estadual, do patrimônio imaterial, histórico, artístico e arquitetônico.
Âmbito Municipal	
Angra dos Reis/RJ	
Fundação de Turismo de Angra dos Reis/ Prefeitura Municipal de Angra dos Reis	A fundação tem como missão, zelar pelas atividades turísticas no município, executando e fomentando projetos que contribuam para a organização e desenvolvimento sustentável do setor, maximizando a participação da população local como protagonista desse processo, sempre em equilíbrio e consonância com o meio ambiente, as culturas e realidades locais.
Paraty/RJ	
Secretaria Municipal de Cultura/ Prefeitura Municipal de Paraty	A Secretaria Municipal de Cultural, formular e implementar políticas públicas visando a ampliação do acesso aos bens culturais, a descentralização das atividades, o fomento à produção cultural e a valorização do patrimônio cultural.

Âmbito Federal	
Secretaria de Turismo de Paraty/ Prefeitura Municipal de Paraty	A Secretaria de Turismo tem como atribuições: Planejar, coordenar, implantar, acompanhar e avaliar as políticas de promoção do turismo; Apoiar outras instituições, particulares ou não, para a criação de políticas que incrementem o turismo; Difundir as atrações turísticas; Organizar permanentemente um inventário sobre o potencial turístico; Incentivar a criação de escolas e cursos destinados á capacitação de profissionais para o exercício de atividades relacionadas ao turismo; Elaborar o calendário turístico.
Rio Claro/RJ	
Secretaria de Cultura, Turismo, Eventos, Esporte e Lazer / Prefeitura Municipal de Rio Claro	A secretaria tem como atribuições: Planejar e supervisionar a execução de programas de captação de recursos na esfera Federal e Estadual, voltados ao fomento do turismo no Município; Planejar e coordenar apoio e execução de ações para difusão e formação cultural; Cuidar de todo o acervo cultural do Município, mantendo rigoroso controle de todos os bens; Além de outras atribuições relacionadas aos eventos, esporte e lazer.

Fonte: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN); Instituto Estadual do Patrimônio Cultural (INEPAC) e Secretaria de Estado da Cultura (Mapa de Cultura do Rio de Janeiro); Prefeitura Municipal de Angra dos Reis; Prefeitura Municipal de Paraty; Prefeitura Municipal de Rio Claro, Acesso realizado em 01.06.2017.

#### 5.4.4.5 Considerações Finais

Os resultados obtidos no levantamento bibliográfico indicaram a presença de um vasto patrimônio cultural, arqueológico, histórico e paisagístico localizados na Área de Influência Direta (AID) e na Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento.

Tanto no âmbito federal, quanto no estadual e municipal, foram identificadas instituições responsáveis pela preservação, manutenção e difusão do conhecimento acerca do patrimônio local. Embora alguns destes bens não sejam tombados, são reconhecidos pela comunidade e autoridades locais como bens portadores de referências culturais.

Todos estes aspectos transformam os municípios de Angra dos Reis, Paraty e Rio Claro em museus a céu aberto, que nos apresenta a história do processo de ocupação e povoamento da região, presente nos sítios arqueológicos, nos casarios antigos, nas práticas sociais e nas mais diversas manifestações culturais.

#### **5.4.5 Populações Tradicionais**

De acordo com o Decreto nº 6.040, de 07 de fevereiro 2007<sup>15</sup>, compreende-se por Populações e Comunidades Tradicionais:

Grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição (BRASIL, 2007).

O decreto define ainda os Territórios Tradicionais como:

Os espaços necessários à reprodução cultural, social e econômica dos povos e comunidades tradicionais, sejam eles utilizados de forma permanente ou temporária (BRASIL, 2007).

Com relação às Comunidades Remanescentes de Quilombos (CRQ's), são utilizadas as denominações de “Comunidades Quilombolas” e “Terras Quilombolas”.

As Comunidades Quilombolas são as comunidades remanescentes de quilombos segundo critérios de autodefinição, com trajetória histórica própria, dotados de relações territoriais específicas, com presunção de ancestralidade negra relacionada à resistência à opressão histórica sofrida, que tenham sido certificadas pela Fundação Cultural Palmares – FCP.

Já as Terras Quilombolas, de acordo com a Portaria Interministerial nº 60, de 24 de março de 2015<sup>16</sup>, são as áreas ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos, que tenham sido reconhecidas pelo Relatório Técnico de Identificação e Delimitação – RTID emitidos pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, devidamente publicado.

Até o ano de 2003, a competência para titulação territorial (identificação e delimitação) das Terras Quilombolas, na esfera federal, era da Fundação Cultural

<sup>15</sup> BRASIL. Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 de fevereiro de 2007, Seção 1, p. 316.

<sup>16</sup> BRASIL. Portaria Interministerial nº 60, de 24 de março de 2015. Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 de março de 2015, Seção 1, p. 71.

Palmares - FCP. A partir do Decreto nº 4.887, 20 de novembro de 2003<sup>17</sup>, essa competência passou a ser do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA.

Com relação às Terras Indígenas, a Portaria Interministerial nº 60, de 24 de março de 2015, apresenta a seguinte definição:

Áreas ocupadas por povos indígenas, cujo relatório circunstanciado de identificação e delimitação tenha sido aprovado por portaria da Fundação Nacional do Índio - FUNAI, publicada no Diário Oficial da União, ou áreas que tenham sido objeto de portaria de interdição expedida pela FUNAI em razão da localização de índios isolados.

Nos termos da legislação vigente (CF/88<sup>18</sup>, Lei nº 6001/73 – Estatuto do Índio<sup>19</sup>, Decreto nº 1775/96<sup>20</sup>), as Terras Indígenas podem ser classificadas nas seguintes modalidades:

Terras Indígenas Tradicionalmente Ocupadas: São as terras indígenas de que trata o Art. 231 da Constituição Federal de 1988, direito originário dos povos indígenas, cujo processo de demarcação é disciplinado pelo Decreto n.º 1775/96.

Reservas Indígenas: São terras doadas por terceiros, adquiridas ou desapropriadas pela União, que se destinam à posse permanente dos povos indígenas. São terras que também pertencem ao patrimônio da União, mas não se confundem com as terras de ocupação tradicional. Existem terras indígenas, no entanto, que foram reservadas pelos estados-membros, principalmente durante a primeira metade do século XX, que são reconhecidas como de ocupação tradicional.

Terras Dominiais: São as terras de propriedade das comunidades indígenas, havidas, por qualquer das formas de aquisição do domínio, nos termos da legislação civil.

Interditadas: São áreas interditadas pela FUNAI para proteção dos povos e grupos indígenas isolados, com o estabelecimento de restrição de ingresso e trânsito de terceiros na área. A interdição da área pode ser realizada concomitantemente ou não com o processo de demarcação, disciplinado pelo Decreto n.º 1775/96.

<sup>17</sup> BRASIL. Decreto nº 4.887, de 20 de novembro de 2003. Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos de que trata o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias. Brasília, DF. Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2003/d4887.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4887.htm)>. Consulta realizada em Fevereiro/2017.

<sup>18</sup> BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988.

<sup>19</sup> BRASIL. Lei nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973. Dispõe sobre o Estatuto do Índio. Brasília, DF. Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6001.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6001.htm)>. Consulta realizada em Fevereiro/2017.

<sup>20</sup> BRASIL. Decreto nº 1.775, de 08 de janeiro de 1996. Dispõe sobre o procedimento administrativo de demarcação das terras indígenas e dá outras providências. DF. Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D1775.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D1775.htm)>. Consulta realizada em Fevereiro/2017.

#### 5.4.5.1 Comunidades Quilombolas

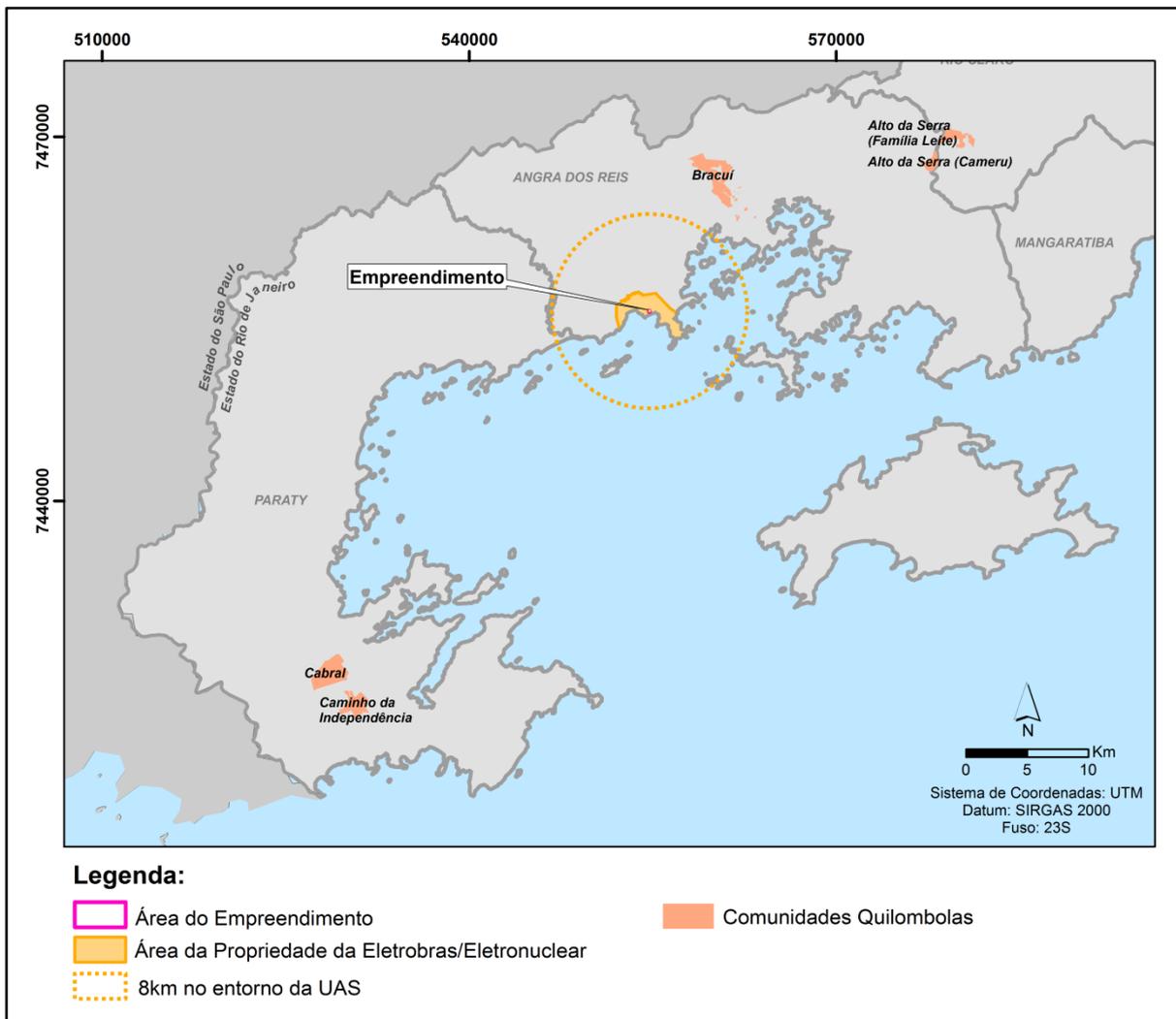
No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados da Fundação Cultural Palmares – FCP, disponível no *site* <http://www.palmares.gov.br> (acesso em 11.05.2017), e do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, disponível no *site* <http://www.incra.gov.br/quilombola> (acesso em 11.05.2017), foram identificadas 05 Comunidades Quilombolas (CQs) (Quadro 5-39 e na Figura 5-81), localizadas fora dos limites dos 8 km no entorno do empreendimento, conforme estabelecido no Anexo I da Portaria Interministerial nº 60/2015.

Quadro 5-39 - Comunidades Quilombolas (CQ).

	<b>Município</b>	<b>Comunidade Quilombola</b>	<b>Situação junto a FCP</b>	<b>Situação junto ao INCRA</b>	<b>Área/ha</b>	<b>Nº de Famílias</b>	<b>Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)</b>
1.	Angra dos Reis	Santa Rita Bracui	Certificada	RTID.	594,1992 ha	129	
2.	Angra dos Reis/Rio Claro	Alto da Serra do Mar	Certificada	Portaria no D.O.U.	327,1900 ha	20	
3.	Rio Claro	Lídice	Em Análise (Ata/Histórico)	Não foi encontrado nenhum registro.	-----	-----	
4.	Paraty	Cabral	Certificada	Decreto no D.O.U.	512,8478 ha	50	
5.	Paraty	Campinho da Independência	Certificada	Não foi encontrado nenhum registro.	287,9461 ha	150	

Fonte: Fundação Cultural Palmares (FCP); Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Acesso em 11.05.2017.

Figura 5-81 – Comunidades Quilombolas (CQs).



Fonte: Bourscheid, 2017.

Dentre as Comunidades Quilombolas citadas no quadro em epígrafe, 04 são certificadas pela Fundação Cultural Palmares (FCP) e 01 encontra-se em análise técnica.

Em relação a situação junto ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA para titulação dos territórios quilombolas, apenas 03 comunidades estão com os processos em andamento, sendo 01 com Relatório Técnico de Identificação e Delimitação (RTID), 01 com Portaria no D.O.U. (que declara os limites do território quilombola) e 01 com Decreto no D.O.U. (que autoriza a desapropriação em casos que há imóveis privados incidentes no território quilombola).

#### 5.4.5.1.1 Comunidade Quilombola Santa Rita do Bracuí

A Comunidade Quilombola Santa Rita do Bracuí está localizada no km 505 da BR 101, distrito de Cunhambebe, município de Angra dos Reis. A mesma possui uma área de 594,1992 ha, onde residem 129 famílias.

A área onde está localizada a comunidade pertenceu a José de Souza Breves, irmão de Joaquim Breves, conhecido como Rei do Café durante o Brasil Império. Em seu testamento, aberto em 1879, nove anos antes da abolição da escravatura, Breves libertou todos escravos e fez uma doação formal da propriedade do Bracuí para os que ali residiam. Apesar da doação, desde os anos 1960 os quilombolas travam lutas contra grileiros e condomínios de luxo para se manter nas terras herdadas por direito (SECRETARIA DO ESTADO DA CULTURA/MAPA DE CULTURA DO RIO DE JANEIRO, 2017).

O quilombo mantém atividades culturais e oficinas de capacitação em audiovisual, capoeira, jongo, musicalização, percussão, ecoturismo e artesanato, guardando vivas as tradições africanas em Angra dos Reis. Ali também funciona a Associação de Remanescentes, que, entre outras realizações, está a produção do documentário *Bracuí: Velhas Lutas, Jovens Histórias*, com depoimentos dos moradores mais antigos, como José Adriano e Celina Cirilo (SECRETARIA DO ESTADO DA CULTURA/MAPA DE CULTURA DO RIO DE JANEIRO, 2017).

#### 5.4.5.1.2 Comunidade Quilombola Alto da Serra do Mar

A Comunidade Quilombola Alto da Serra do Mar (Figura 5-82), está localizada na Estrada Rio das Pedras, município de Rio Claro. A mesma possui uma área de 327,1900 ha, onde residem 20 famílias.

A comunidade foi formada a partir da união das famílias Leite e Antero, que são descendentes de trabalhadores escravizados nas antigas fazendas de café da região do Médio Paraíba. Em busca de áreas onde podiam produzir carvão vegetal, eles mudavam-se de um local a outro na região, até se instalarem definitivamente nessas terras, por volta de 1950 (ESTRELA DA COSTA, 2016).

Segundo Estrela Costa (2016), as famílias Leite e Antero passaram cerca de 30 anos fazendo carvão vegetal, atravessando os vales do Paraíba e do Piraí (onde até a primeira metade do século 19 era produzido café). Aos poucos, passaram a dedicar-se à produção agrícola.

Como parte do território quilombola de Alto da Serra do Mar se sobrepõe ao Parque Estadual do Cunhambebe, há um termo de cooperação em elaboração entre o INCRA, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e a Comunidade Quilombola, com vistas à gestão compartilhada, fruto de tratativas junto ao Ministério Público Federal (INCRA, 2016).

Figura 5-82 – Comunidade Quilombola Alto da Serra do Mar.



Fonte: <http://www.incra.gov.br/noticias/rj-incra-reconhece-comunidades-quilombolas-sao-benedito-e-alto-da-serra>, Acesso em 01.06.2017.

#### 5.4.5.1.3 Comunidade Quilombola Lídice

No banco de dados da Fundação Cultural Palmares – FCP, a comunidade está listada nos processos de certificação em andamento que estão aguardando complementação de documentação (Ata/Histórico).

Não foram localizadas outras informações sobre a Comunidade Quilombola Lídice.

#### 5.4.5.1.4 Comunidade Quilombola Cabral

A Comunidade Quilombola Cabral (Figura 5-83) está localizada no município de Paraty, a cerca de 10 km do centro histórico, no segundo distrito de Paraty-Mirim. A mesma possui uma área de 512,8478 ha, onde residem 50 famílias.

A comunidade é formada por cinco núcleos ou grupos de parentes: os Lucas, os Alves, os Angélica (também chamados de Cabral), os Rosa e os herdeiros de Benedito Evêncio (CARVALHO, 2016).

Os cinco grupos familiares descedem direta ou indiretamente de uma ancestral comum: Francisca Alvarenga, proprietária de várias terras, dentre elas a Fazenda da Caçada, onde atualmente está situado o quilombo. Com a decadência das fazendas em Paraty, no fim do mesmo século, Francisca doou suas terras a seus filhos, naturais e adotivos, e a seus escravizados, que ali se estabeleceram e constituíram família (CARVALHO, 2016).

Durante muito tempo, Cabral viveu em um relativo isolamento até a construção da Rodovia Rio–Santos. Toda a região que compreende o município de Paraty até Ubatuba-SP era acessível somente através de embarcações marítimas ou por longas trilhas. As comunidades negras, caiçaras e indígenas viviam basicamente do que produziam, mantendo pequenas relações de comércio com a cidade. O arroz não era cultivado na região e, como havia pouco comércio, alguns dos atuais moradores só comeram arroz pela primeira vez quando adultos. Até as décadas de 1960 e 1970, o dinheiro quase não circulava na comunidade (CARVALHO, 2016).

Segundo Carvalho (2016) a fabricação de farinha de mandioca é prática tradicional em Cabral e nas comunidades vizinhas. Após a colheita da mandioca ela é lavada, raspada, ralada, prensada, levada ao forno para torrar e ensacada para a venda. Os instrumentos usados no fabrico da farinha são feitos pelos próprios quilombolas, tais como os fornos de barro, as panelas, as prensas, gamelas e pás, pilão de madeira, balaios de taquaras, tipitis, peneira, dentre outros instrumentos. Outra atividade tradicional foi a agricultura de coivara, modo de plantio muito comum na região. Nele, a mata nativa é derrubada, seguida pela queima da vegetação. Hoje há plantação de cana, milho, banana, citros, mandioca e legumes, próximo às casas ou em meio à capoeira e pastos. A produção de cana é vendida para o alambique de cachaça Engenho Coqueiro, situado em terras arrendadas por Benedito Evêncio há cerca de 30 anos. Há também criação de galinhas, porcos e outros animais (CARVALHO, 2016).

O processo de titulação do território quilombola foi aberto na Superintendência do INCRA no Rio de Janeiro em 2009. Com a publicação do decreto de desapropriação, os próximos passos para regularização fundiária da área

serão a avaliação dos imóveis para indenização das benfeitorias de boa-fé, quando for o caso, e retirada de ocupantes não-quilombolas do território (INCRA, 2015).

*Figura 5-83 – Comunidade Quilombola Cabral.*



Fonte: <http://www.incra.gov.br/noticias/decreto-presidencial-beneficia-territorio-quilombola-em-paraty-rj>, Acesso em 01.06.2017.

#### 5.4.5.1.5 Comunidade Quilombola Campinho da Independência

A Comunidade Quilombola Campinha da Independência (Figura 5-84) está no km 584 da Rodovia Rio-Santos, município de Paraty. A mesma possui 287,9461 ha, onde residem 150 famílias.

Ao final do século XIX, com a decadência do regime escravocrata a história do quilombo foi escrita por três mulheres: Vovó Antonica, Tia Marcelina e Tia Maria Luíza, que, com base no regime matriarcal, conduziram o processo de desenvolvimento local (<http://quilombocampinhodaindependencia.blogspot.com.br> – acesso em 11.05.2017).

A sustentabilidade da comunidade sempre foi baseada nos princípios da agroecologia, trabalhando em regime de multirões. Sementes de bambus, madeiras, fibras de bananeira, cipós e palmeiras logo se tornaram em matéria-prima para o desenvolvimento do artenasato, que representa atualmente uma importante fonte de renda na comunidade (<http://quilombocampinhodaindependencia.blogspot.com.br> – acesso em 11.05.2017).

Na comunidade acontece a grande festa da Consciência Negra, e os descendentes de quilombolas mantém atividades como capoeira, jongo, percussão e artesanato.

*Figura 5-84 – Comunidade Quilombola Campinho da Independência.*



Fonte: <http://www.icmbio.gov.br/cairucu/visitacao/atrativos-culturais.html?start=1>, Acesso em 01.06.2017.

#### *5.4.5.2 Comunidades Indígenas*

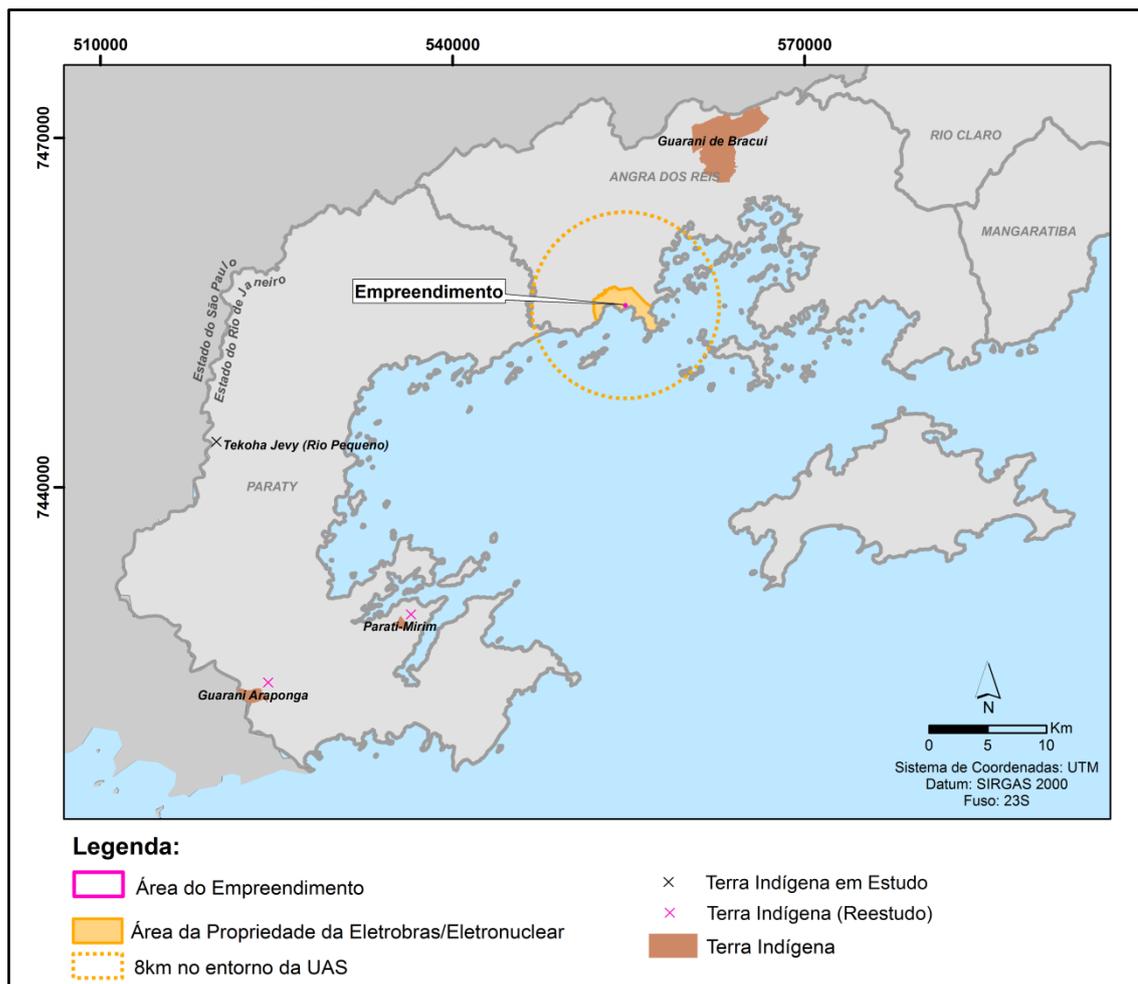
No levantamento realizado através da consulta ao banco de dados da Fundação Nacional do Índio – FUNAI, disponível no *site* <http://www.funai.gov.br> (acesso em 11.05.2017), foram identificadas 06 Terras Indígenas (TIs) (Quadro 5-40 e na Figura 5-85), localizadas fora do limite dos 8 km no entorno do empreendimento, conforme estabelecido no Anexo I da Portaria Interministerial nº 60/2015.

Quadro 5-40 – Terras Indígenas (TIs).

	Município	Terra Indígena	Situação junto a FUNAI	Modalidade	Área/ha	População Total	Coordenadas UTM (SIRGAS 2000)
1.	Angra dos Reis	Guarani de Bracui	Regularizada	Tradicionalmente ocupada	2127,8664ha	298	-----
2.	Paraty	Guarani Araponga	Regularizada	Tradicionalmente ocupada	213,2033 ha	19	-----
3.	Paraty	Paraty-Mirim	Regularizada	Tradicionalmente ocupada	79,1997 ha	133	-----
4.	Paraty	Araponga	Em Estudo	Tradicionalmente ocupada	-----	-----	524303 7423254
5.	Paraty	Paraty-Mirim	Em Estudo	Tradicionalmente ocupada	-----	133	536475 7429096
6.	Paraty	Tekoha Jevy (Rio Pequeno)	Em Estudo	Tradicionalmente ocupada	2370 ha	-----	519892 7443926

Fonte: Fundação Nacional do Índio (FUNAI); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2010, Acesso em 11.05.2017.

Figura 5-85 – Terras Indígenas (TIs).



Fonte: Bourscheid, 2017.

Em relação a situação junto a Fundação Nacional do Índio – FUNAI, dentre as Terras Indígenas citadas no quadro em epígrafe, 03 estão regularizadas, ou seja, áreas adquiridas que possuem registro em Cartório em nome da União e que se destinam a posse e usufruto exclusivos dos povos indígenas; e 03 estão na fase de estudos, ou seja, realização dos estudos antropológicos, históricos, fundiários, cartográficos e ambientais, que fundamentam a identificação e a delimitação da terra indígena.

#### 5.4.5.2.1 Terra Indígena Guarani de Bracuí

A Terra Indígena Guarani do Bracuí está localizada no Vale do Rio Bracuí, distrito de Cunhambebe, município de Angra dos Reis. A mesma possui uma área de 2127,8664 ha, onde residem aproximadamente 298 indígenas.

#### 5.4.5.2.2 Terra Indígena Guarani-Araponga

A Terra Indígena Guarani-Araponga, está localizada no bairro Patrimônio, município de Paraty. A mesma possui uma área de 213,2033 ha, onde residem aproximadamente 19 indígenas.

#### 5.4.5.2.3 Terra Indígena Parati-Mirim

A Terra Indígena Parati-Mirim está inserida na Área de Proteção Ambiental Cairuçu e no Parque Nacional da Serra da Bocaina, localizada no município de Paraty. A mesma possui uma área de 79,1997 ha, onde residem aproximadamente 133 indígenas.

#### 5.4.5.2.4 Terras Indígenas Araponga, Parati-Mirim e Tekoha Jevy (Rio Pequeno)

No banco de dados da Fundação Nacional do Índio - FUNAI, consta a informação de que as Terras Indígenas estão na fase de estudos.

Não foram localizadas informações sobre as Terras Indígenas Araponga, Parati-Mirim e Tekoha Jevy (Rio Pequeno).

#### 5.4.5.3 Comunidades de Pescadores Artesanais

O relatório apresentado procurou ainda identificar, além das Comunidades Quilombolas e Indígenas, outras comunidades tradicionais localizadas na área de estudo do empreendimento.

De acordo com as pesquisas realizadas, foram localizadas 34 comunidades de pescadores artesanais nos municípios de Angra dos Reis e Paraty, conforme apresentado no Quadro 5-41 e na Figura 5-86.

Quadro 5-41 – Comunidades de Pescadores Artesanais.

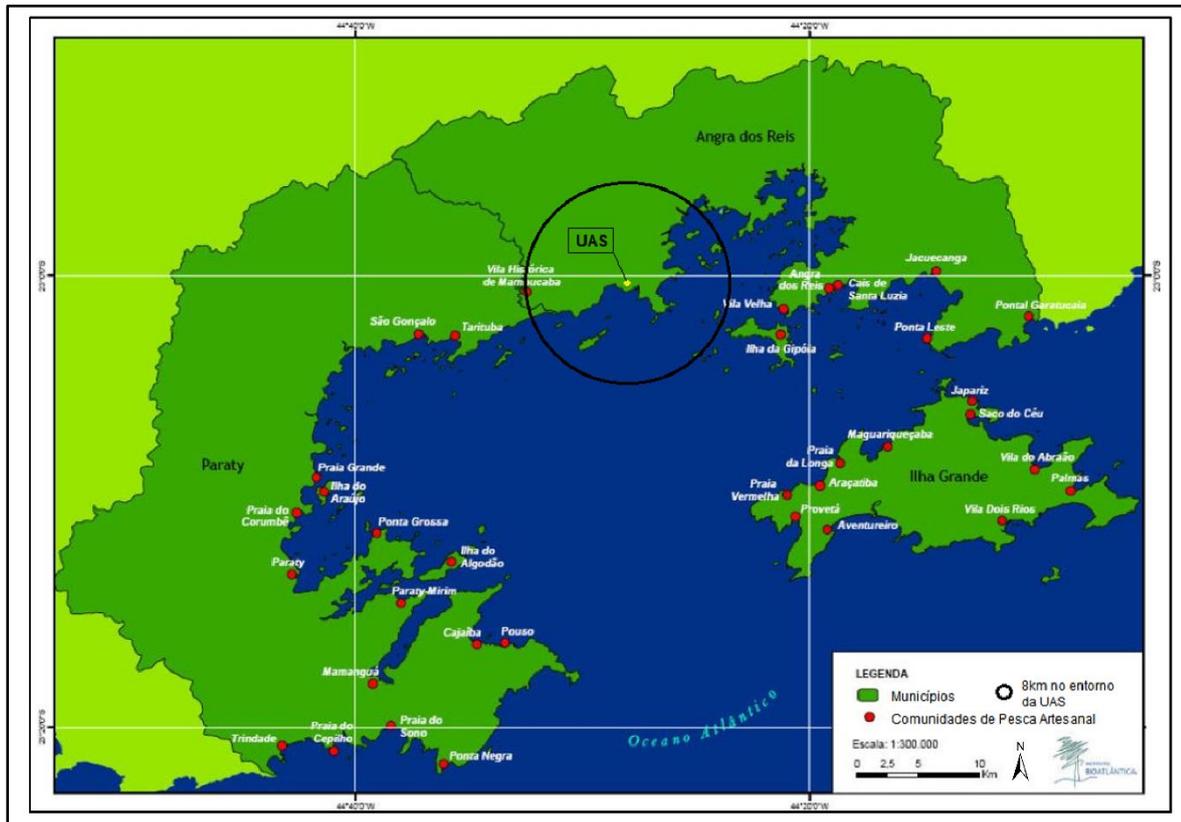
	<b>Município</b>	<b>Comunidade de Pescadores Artesanais</b>
1.	Angra dos Reis	Perequê
2.	Angra dos Reis	Mambucaba
3.	Angra dos Reis	Frade
4.	Angra dos Reis	Vila Velha

	<b>Município</b>	<b>Comunidade de Pescadores Artesanais</b>
5.	Angra dos Reis	Ponta Leste
6.	Angra dos Reis	Garatucaia
7.	Angra dos Reis	Ilha da Gipóia
8.	Angra dos Reis	Abraão
9.	Angra dos Reis	Saco do Céu
10.	Angra dos Reis	Japariz
11.	Angra dos Reis	Bananal
12.	Angra dos Reis	Matariz
13.	Angra dos Reis	Sítio Forte
14.	Angra dos Reis	Maguariqueçaba
15.	Angra dos Reis	Praia da Longa
16.	Angra dos Reis	Araçatiba
17.	Angra dos Reis	Praia Vermelha
18.	Angra dos Reis	Provetá
19.	Angra dos Reis	Aventureiro
20.	Angra dos Reis	Dois Rios
21.	Angra dos Reis	Palmas
22.	Paraty	Trindade
23.	Paraty	Praia do Sono
24.	Paraty	Ponta Negra
25.	Paraty	Cajaíba (Pouso incluído)
26.	Paraty	Saco do Mamanguá (Baixios e Cruzeiro)
27.	Paraty	Paraty-Mirim
28.	Paraty	Ilha do Algodão

	Município	Comunidade de Pescadores Artesanais
29.	Paraty	Ponta Grossa
30.	Paraty	Paraty (inclui Parque Imperial, Mangueira, Chácara, Pontal, Jabaquara e Ilha das Cobras)
31.	Paraty	Ilha do Araújo
32.	Paraty	Praia Grande
33.	Paraty	São Gonçalo
34.	Paraty	Tarituba

Fonte: Begossi et al., 2009.

Figura 5-86 – Comunidades de Pescadores Artesanais.



Fonte: Adaptado de Begossi et al., 2009.

O Decreto nº 6.040/2007, define os Povos e Comunidades Tradicionais como “*grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição*”, nos quais estão inseridos os pescadores.

Em 2009, a Lei nº 11.959/2009, regulamentou as atividades pesqueiras no Brasil objetivando, entre outras normas gerais, “*o desenvolvimento socioeconômico, cultural e profissional dos que exercem a atividade pesqueira, bem como de suas comunidades*” (Art. 1º).

Diegues (2009) afirma que o conhecimento tradicional na pesca artesanal representa “um conjunto de práticas cognitivas e culturais, habilidades práticas e saber fazer transmitidas oralmente nas comunidades de pescadores artesanais com a função de assegurar a reprodução de seu modo de vida”. Nas comunidades de pescadores artesanais, o conhecimento tradicional compreende “um conjunto de conceitos e imagens produzidos e usados pelos pescadores artesanais em sua relação com o meio-ambiente aquático (marinho, lacustre, fluvial) e com a própria sociedade” (DIEGUES *apud* CARVALHO, 2010).

A pesca artesanal brasileira possui numerosas e complexas especificidades e levam em consideração fatores sociais, políticos, institucionais, econômicos e ambientais intrínsecos a cada local. Seus usuários utilizam diversos meios de produção (petrechos, embarcações e estratégias) para capturar diversos recursos geralmente pouco abundantes, em um meio em constante mudança (DIEGUES *apud* SILVA, 2014) e ainda com conflituosas relações sociais. Nos locais onde ocorre, a pesca artesanal é considerada um indicador de qualidade ambiental, sendo ainda uma importante estratégia para a conservação dos recursos pesqueiros (CATELLA *et al.* *apud* SILVA, 2014).

Comunidades [...] de pescadores artesanais da costa da Mata Atlântica, que vivem dos recursos aquáticos costeiros e da floresta Atlântica, possuem o que chamamos de usos múltiplos de recursos, praticando atividades múltiplas com relação à sua subsistência e/ou atividades econômicas. Ou seja, elas dependem de diversos recursos florestais e aquáticos em suas vidas, como plantas e peixes, dentre outros (BEGOSSI *et al.*, 2009).

A pesca artesanal (dados de 2002) é responsável por 52,5% da produção pesqueira nacional (SEAP, 2007 - VASCONCELLOS *et al.* *apud* BEGOSSI *et al.*,

2009). Entretanto, em áreas do norte do Brasil essa pode representar cerca de 70% dos desembarques (CORDELL *apud* BEGOSSI *et al.*, 2009).

#### 5.4.5.4 Considerações Finais

Os resultados obtidos no levantamento bibliográfico indicaram a existência de 05 Comunidades Quilombolas (CQs), 06 Terras Indígenas (TIs) e 34 Comunidades de Pescadores Artesanais localizadas nos municípios que compõem a área de estudo.

Entretanto, ressalta-se que todas as áreas estão situadas fora dos limites dos 8 km no entorno do empreendimento, conforme estabelecido no Anexo I da Portaria Interministerial nº 60/2015.

## 5.5 Análise Integrada

A análise integrada consiste na interpretação das informações geradas pelos diagnósticos realizados.

É elaborada a partir da inter-relação dos sistemas ambientais naturais e das ações humanas ocorrentes na região, a partir dos dados levantados sobre os meios físico, biótico e socioeconômico.

Essa interpretação torna-se subsídio para a compreensão da dinâmica socioambiental e, por conseguinte, para a identificação e avaliação dos potenciais impactos decorrentes das atividades de planejamento, implantação e operação do empreendimento e para a elaboração do prognóstico das condições socioambientais, com a avaliação do cenário de qualidade atual e futura do território da área de influência das obras planejadas.

Deste modo, neste item são descritos primeiramente os objetivos norteadores da análise integrada. Em seguida, são tratados os procedimentos metodológicos para viabilizar a análise da sensibilidade ambiental.

### 5.5.1 Objetivos

Esta análise tem como objetivo integrar as informações setoriais em uma única informação socioambiental da área de influência direta do empreendimento, priorizando a interpretação do estado de sensibilidade ambiental desta região. Para tanto, alguns objetivos específicos foram elencados:

- Avaliar a situação global atual da qualidade ambiental da área de influência;
- Definir critérios para classificar a área quanto a sua qualidade e sensibilidade ambiental;
- Identificar, para os três meios (socioeconômico, biótico e físico) os locais com maior fragilidade/sensibilidade ambiental, subsidiando a avaliação dos impactos, e assim, promovendo maiores cuidados durante as fases de execução das obras;

### **5.5.2 Análise da Sensibilidade Ambiental**

Com base nos diagnósticos realizados para os meios físico, biótico e socioeconômico, critérios de sensibilidade ambiental foram elencados pela equipe técnica que elaborou este estudo, a fim de produzir e integrar informações quali-quantitativas para a elaboração de um Mapa de Sensibilidade Ambiental para a Área de Influência Direta do empreendimento.

A análise da sensibilidade ambiental visa contemplar a situação socioambiental global da região de inserção do empreendimento, no sentido de identificar locais de maior a menor sensibilidade, com vistas a fornecer subsídios à avaliação dos impactos ambientais. Para tanto, alguns procedimentos metodológicos adotados são detalhados a seguir.

#### **5.5.2.1 Procedimentos Metodológicos**

Buscando extrair informações que promovessem o retrato real da situação atual da AID do empreendimento, definiram-se critérios de sensibilidade para as características dos meios físico, biótico e socioeconômico. Os aspectos de cada meio, bem como os critérios de qualidade e sensibilidade atribuídos, foram definidos para a Área de Influência Direta pela equipe técnica do RAS das distintas áreas de conhecimento.

Inicialmente, foram estipulados critérios para definir graus de sensibilidade, aplicados para todos os meios, servindo de base para a identificação da sensibilidade ambiental dentro de cada meio individualmente. Portanto, essa primeira classificação apresentou valores que variaram entre 0,0 a 3,0. Desta forma, o valor 0,0 corresponde a um valor de neutralidade, em termos de sensibilidade, para o fator avaliado, ou seja, um ambiente com 0,0 graus de sensibilidade

ambiental não é propenso à alteração ambiental devido à inserção do empreendimento. Os demais valores: valor 1,0 representa baixa sensibilidade; o valor 2,0, média sensibilidade e, por fim, o valor mais alto, 3,0, indica alta sensibilidade. A definição do grau de sensibilidade de determinado fator ambiental também levou em consideração a fragilidade do ambiente em um contexto conservacionista.

Para a integração dos valores de sensibilidade ambiental dos meios, foram calculados os totais acumulados. Esses totais são calculados com base no somatório dos valores de sensibilidade atribuídos para cada parâmetro de cada meio e, então dividido entre o número de classes de sensibilidade (alta, média e baixa). Os totais acumulados foram calculados tanto para a sensibilidade dos meios físico e biótico, como para a sensibilidade ambiental geral. Ao final, os totais acumulados variaram de 1,0 a 17,00 - intervalo que foi novamente redistribuído em três classes, baixa, média e alta sensibilidade.

É importante ressaltar que, para fins de integração dos dados socioeconômicos com os demais, na caracterização da sensibilidade socioambiental, zonas urbanas ou pequenos adensamentos, embora configurando alteração da paisagem natural, apresentam alta sensibilidade ao impacto, devido à concentração humana.

A seguir são apresentados os critérios gerais para a avaliação da sensibilidade ambiental de cada temática.

#### 5.5.2.1.1 Critérios de Sensibilidade

#### 5.5.2.2 *Sensibilidade do Meio Físico*

O estabelecimento do grau de valoração à sensibilidade ambiental para o meio físico da área de influência direta da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado (UAS) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) teve como elemento básico de análise as condições geotécnicas e a suscetibilidade a contaminação de solo e água subterrânea dos terrenos.

Os compartimentos geotécnicos presentes na área de influência direta estão associados à:

Terrenos A: baixa suscetibilidade a escorregamentos e baixa a moderada suscetibilidade à erosão. Corresponde as unidades geológicas do Quaternário;

Terrenos B: alta suscetibilidade a escorregamento e alta suscetibilidade a erosão. Correspondem as unidades geológicas: Granito Mambucaba e Biotita gnaisse migmatítico.

A abordagem geotécnica é integrada considerando as características hidrogeológicas das unidades, resultando assim também que:

Terreno A: Percolação e transmissão de poluentes no subsolo máxima por alta porosidade. Corresponde as unidades geológicas do Quaternário.

Terreno B: Percolação e transmissão de poluentes no subsolo média devido à presença de manto de alteração sobre as litologias, o que de certa forma atenua esses fatores, e a densidade de fratura elevada, o que potencializa esses mesmos fatores, principalmente em locais onde a espessura do manto de alteração é reduzida ou inexistente.

A valoração final do grau de sensibilidade ambiental de cada um desses compartimentos foi realizada em duas etapas. A primeira delas consistiu num ordenamento desses compartimentos em termos de sensibilidade ambiental e na segunda etapa foi realizada a valoração final do grau de sensibilidade.

Na primeira etapa (Tabela 5-15) o ordenamento dos compartimentos foi feito com base na atribuição de valores de 0 até 2 aos seguintes parâmetros: suscetibilidade a processos de movimentos de massa, erosão e contaminação de água subterrânea e solos. Os valores de 0 até 2 foram atribuídos com os significados qualitativos de importância como: nula, média e alta, do parâmetro analisado naquele tipo de compartimento (Figura 5-87).

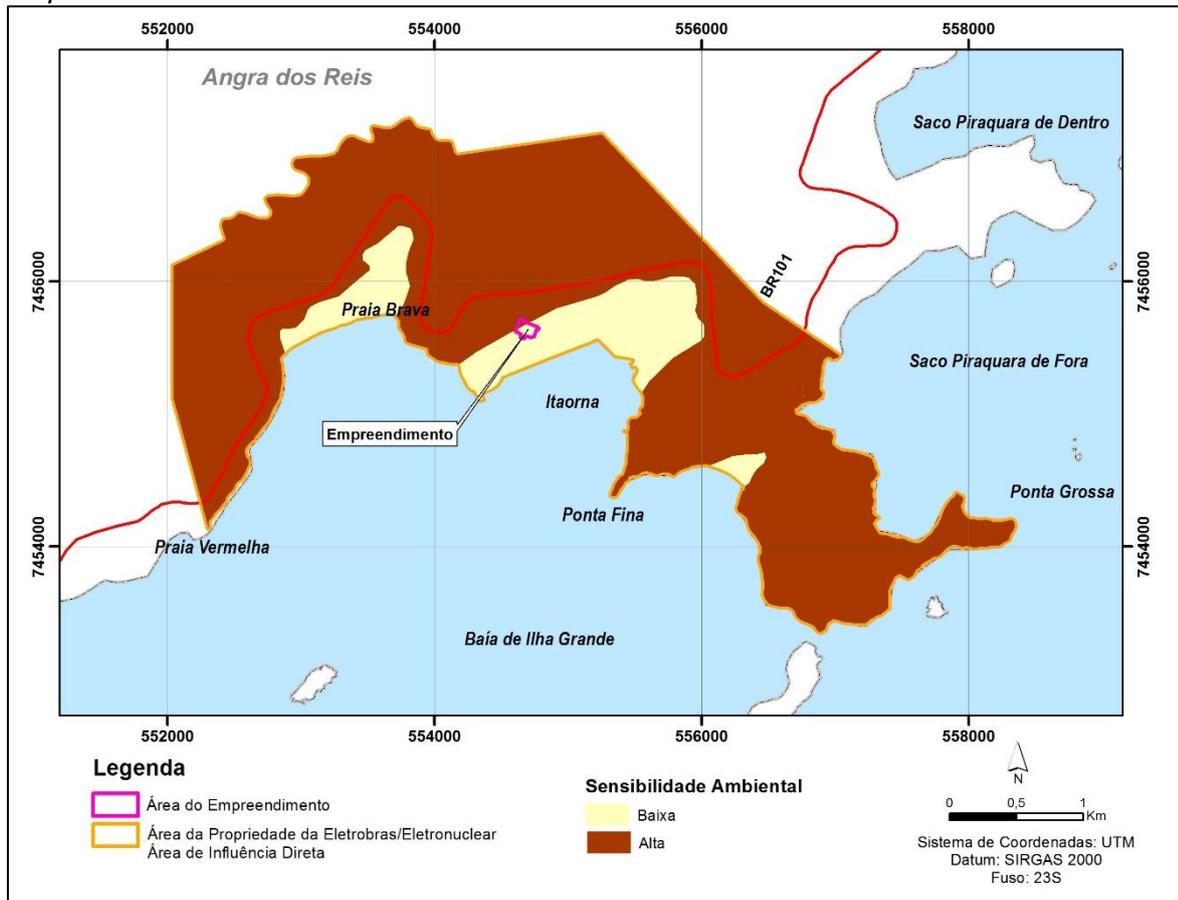
Tabela 5-15 – Parâmetros analisados e valores atribuídos para o ordenamento em ordem de sensibilidade ambiental dos tipos de terrenos geotécnicos identificados.

Terreno	Parâmetros Analisados / Suscetibilidade			Somatório
	Movimento de massa	Erosão	Contaminação de solo e água subterrânea	
A	0	1	2	3
B	2	2	1	5

Fonte: Bourscheid, 2017.

Assim, estabeleceu-se a valoração mínima para os Terrenos A: unidades geológicas do Quaternário e valoração máxima para os Terrenos B: unidades geológicas Granito Mambucaba e Biotita gnaisse migmatítico.

Figura 5-87 – Classificação da sensibilidade ambiental para o meio físico na AID do empreendimento.



Fonte: Bourscheid, 2017.

### 5.5.2.3 Sensibilidade do Meio Biótico

#### 5.5.2.3.1 Vegetação

Neste tema, áreas cobertas por remanescentes de vegetação nativa receberam valor máximo de sensibilidade. Através do mapeamento do uso do solo e da cobertura vegetal na AID, foi possível identificar apenas classes de vegetação natural<sup>21</sup> que apresentam estágios de desenvolvimento e regeneração variáveis, atribuiu-se pontuação com valor igual a 3,0 (alta sensibilidade) (Tabela 5-16). A outra classe identificada se refere a áreas urbanizadas ou com atividades antrópicas.

<sup>21</sup> Identificam-se como áreas com vegetação natural aquelas que apresentam vegetação original, neste caso florestal, independentemente da existência ou não de algum tipo de uso antrópico, incluindo vegetação em regeneração.

Tabela 5-16 – Grau de sensibilidade dos mapas temáticos - Vegetação.

<b>VEGETAÇÃO</b>	
<b>Classe</b>	<b>Grau de Sensibilidade</b>
Vegetação Nativa	3,0

Fonte: Bourscheid, 2017.

### 5.5.2.3.2 Áreas Protegidas

Considerando-se a categoria Áreas Protegidas, a Lei 9.985/2000, em seu Art. 2º. define as Unidades de Conservação (UC) como os espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

As Áreas de Preservação Permanente (APP) são definidas, com base na Lei 12.651/2012, como área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

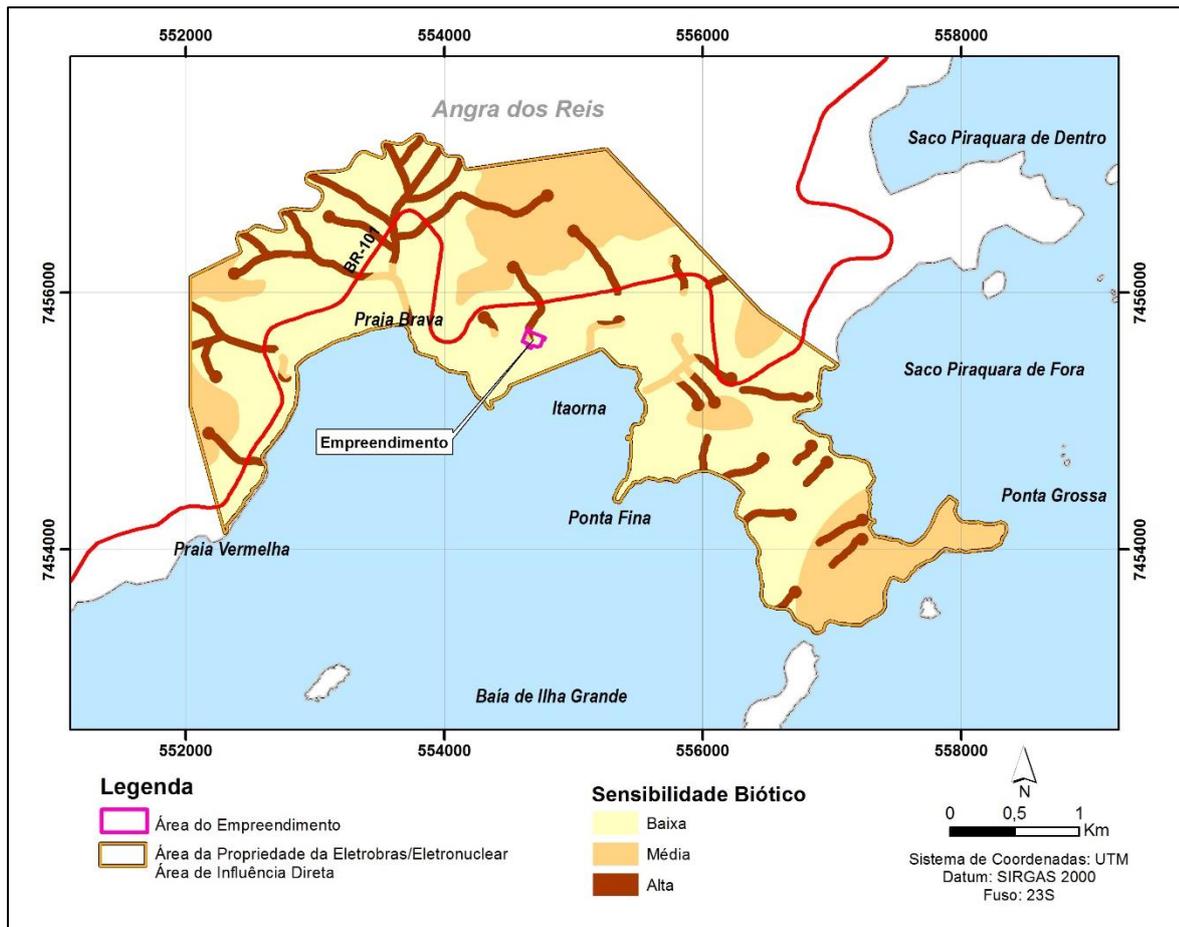
Assim, as Unidades de Conservação (UC) de Proteção Integral foram pontuadas com valores de 3,0 (alta sensibilidade), identificando-se como áreas onde alterações ambientais poderiam causar impactos bastante significativos, atribuindo-as um valor especial para a conservação. As Áreas de Proteção Permanente (APP), categoria de área protegida também instituída por legislação específica, bem como as Faixas Marginais de Proteção, Áreas de Interesse Especial do Estado, atribui-se valor 2,0 (média sensibilidade). As áreas que se constituem como Zonas de Amortecimento de Unidade de Conservação também receberam valor 2,0 (média sensibilidade) tendo em vista seu papel frente às necessidades de conservação da UC de Proteção Integral (Tabela 5-17, Figura 5-88).

Tabela 5-17 – Grau de sensibilidade dos mapas temáticos – Áreas Protegidas.

<b>ÁREAS PROTEGIDAS</b>	
<b>Classe</b>	<b>Grau de Sensibilidade</b>
Unidades de Conservação Proteção Integral – UC	3,0
Zona de Amortecimento de UC	2,0
Áreas de Preservação Permanente - APP	2,0
Faixa Marginal de Proteção - FMP	2,0

Fonte: Bourscheid, 2017.

Figura 5-88 – Classificação da sensibilidade ambiental para o meio biótico na AID do empreendimento.



Fonte: Bourscheid, 2017.

#### 5.5.2.4 Sensibilidade do Meio Socioeconômico

A Área de Influência Direta para meio socioeconômico é representada pelas localidades identificadas nos distritos de Cunhambebe e Mambucaba. Essas áreas apresentam os potenciais receptores para os impactos sociais, devido à alta concentração de pessoas, densidade de moradias e atividades econômicas, além de infraestrutura deficiente em alguns aspectos. Somado a isso, a Vila Histórica de Mambucaba, além de apresentar um Conjunto Arquitetônico/Paisagístico tombado a nível federal, possui outros elementos relacionados a história do processo de ocupação e povoamento da região, presente nos casarios antigos ainda existentes; essas áreas caracterizam-se, portanto, como áreas de alta sensibilidade na AID do empreendimento, definidas como grau 3,0 de sensibilidade (Figura 5-89). Adicionalmente foi considerada área de sensibilidade alta a rodovia BR-101, sendo a principal via de acesso existente e a ser utilizada pelo empreendimento, sendo, portanto, potencial receptora de impactos sociais e local de atenção para a

subsequente avaliação de impactos.

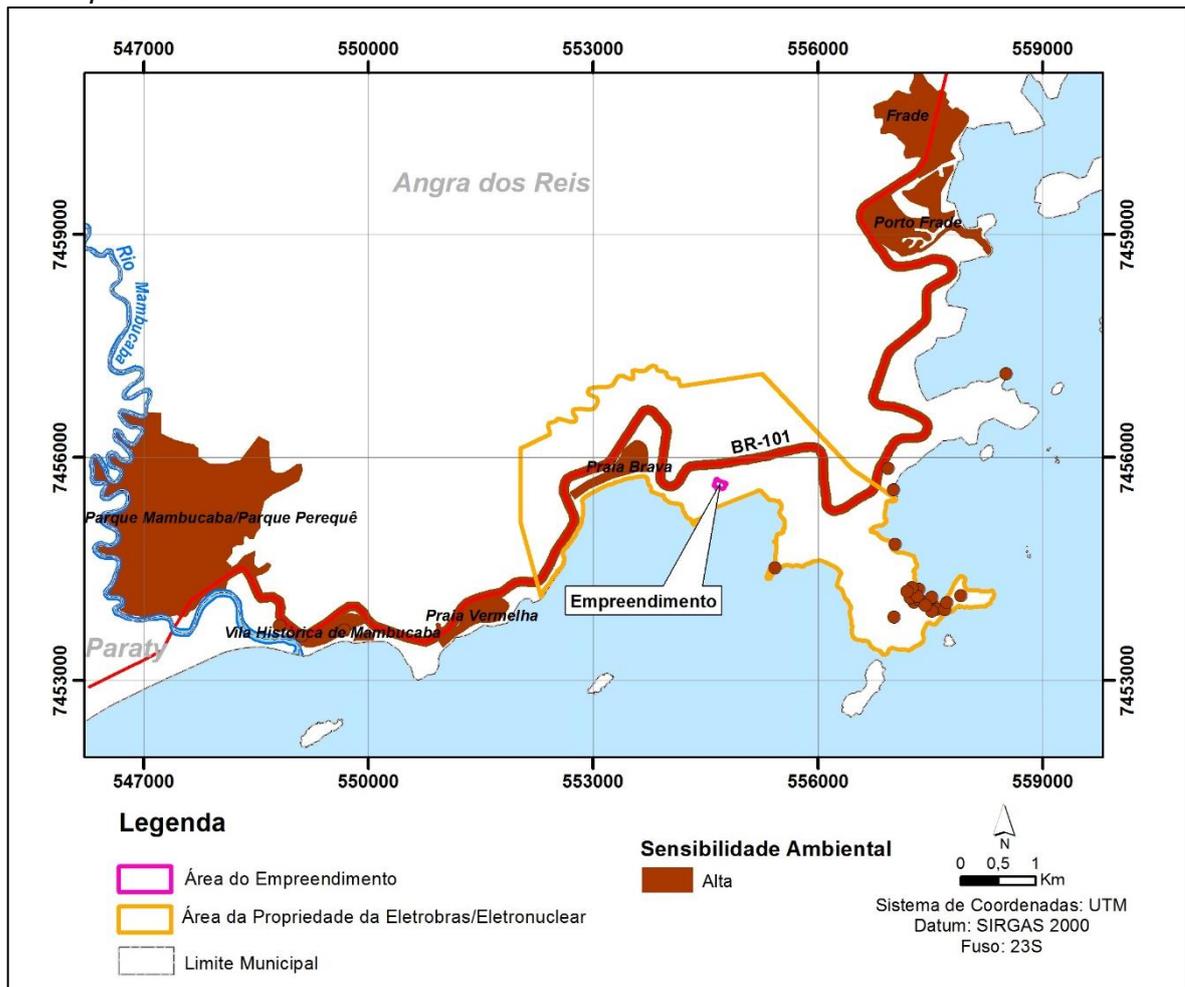
Os sítios arqueológicos identificados são definidos e protegidos por lei, considerados bens patrimoniais da União, apresentando aspectos únicos, finitos e não renováveis da herança cultural. Caracterizam-se, portanto, como áreas de alta sensibilidade na AID do empreendimento, definidas como grau 3,0 de sensibilidade.

Tabela 5-18 – Classe e grau de sensibilidade para o meio socioeconômico

Meio Socioeconômico	
Classe	Grau de Sensibilidade
Áreas Urbanizadas nos distritos de Cunhambebe e Mambucaba	3,0
BR-101	3,0
Sítios Arqueológicos	3,0

Fonte: Bourscheid, 2017.

Figura 5-89 – Classificação da sensibilidade ambiental para o meio socioeconômico na AID do empreendimento.

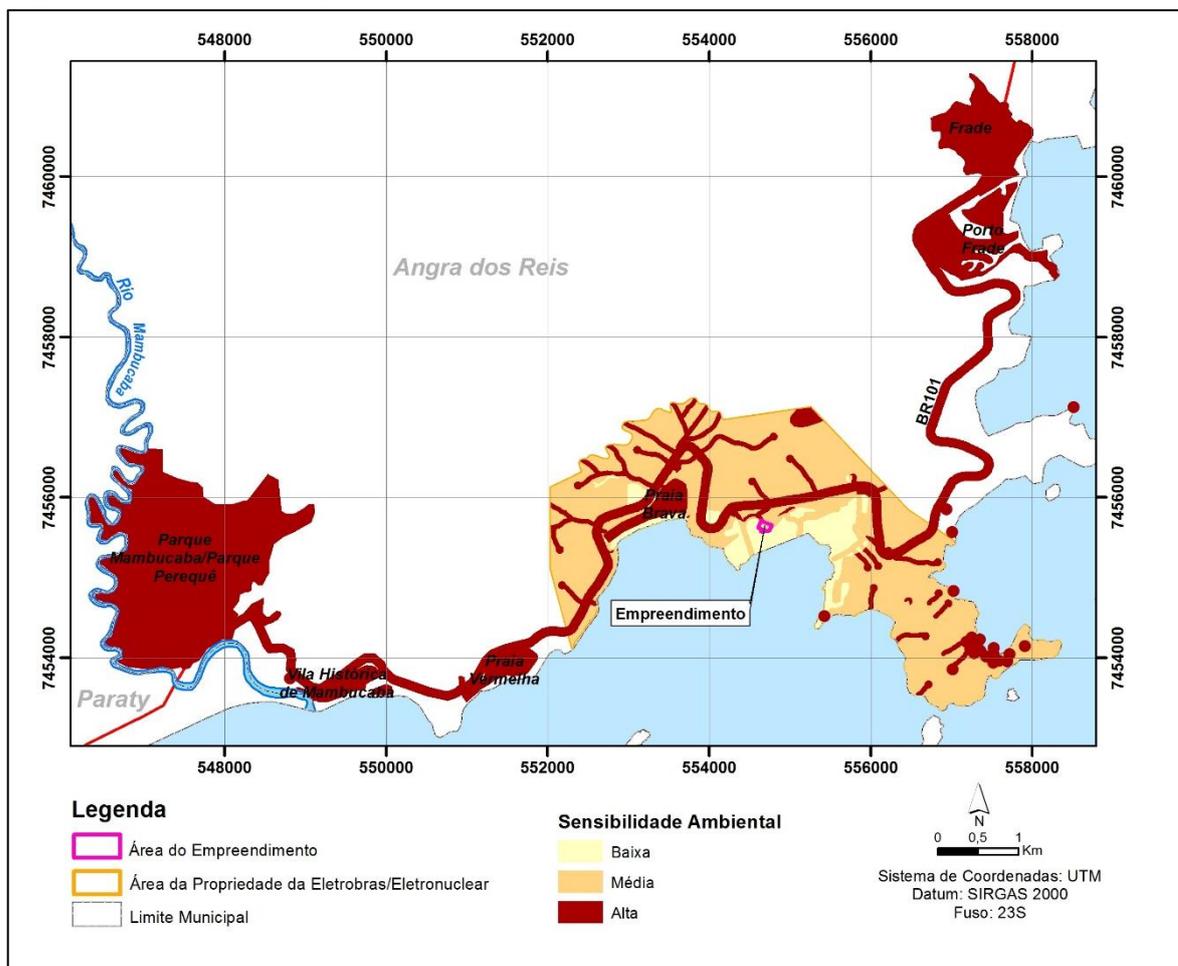


Fonte: Bourscheid, 2017.

### 5.5.2.5 Sensibilidade Ambiental

A Sensibilidade Ambiental foi obtida através do cruzamento dos temas, no qual se realizou um somatório, a partir da sobreposição dos graus de sensibilidade dos meios físico e biótico. Foram então calculados os totais acumulados, dividindo-se pelo número de classes de sensibilidade (total de três classes). Considerando que a AID do meio socioeconômico é diferente da AID do meio físico e biótico e considerando que se adotou sempre a categoria de Alta Sensibilidade para este meio, na análise presente a sensibilidade do meio socioeconômico foi calculada independentemente do meio físico e biótico. A classificação geral da sensibilidade ambiental foi distribuída em intervalos compondo três classes de sensibilidade: baixa, média e alta. A integração de todas as informações foi gerada e armazenada em uma base de dados georreferenciados no *software* Arcview GIS 10, resultando no Mapa de Sensibilidade Ambiental. A integração das diferentes informações geradas pelos meios físico, biótico e socioeconômico, resultou na Classificação da Sensibilidade Ambiental da AID apresentada na Figura 5-90 e no Mapa de Sensibilidade Ambiental (Apêndice 5.5.2-1).

Figura 5-90 – Classificação resultante da Sensibilidade Ambiental da AID.



Fonte: Bourscheid, 2017.

Percebe-se que na área de influência direta ocorrem locais de alta, média e baixa sensibilidade. Após a integração das classificações dos meios físico, biótico e socioeconômico, a classe de alta sensibilidade caracterizou-se em duas situações distintas. Na primeira, são as áreas de Preservação Permanente com vegetação nativa que ocorrem tanto ao longo dos cursos d'água, distribuídas por toda a AID, como em áreas de declividade, caracterizadas conforme a legislação. Na segunda situação encontram-se as áreas urbanizadas e a BR-101 caracterizadas por grande concentração de população, além dos sítios arqueológicos, que configuram assim os potenciais receptores de impactos decorrentes do empreendimento.

Ressalta-se que a Área Diretamente Afetada do empreendimento está locada em sua maior parte na classe de Baixa sensibilidade ambiental (8.752,6 m<sup>2</sup> ou aprox. 58,31% da ADA), seguida da classe de Média sensibilidade (6.227,7 m<sup>2</sup> ou aprox. 41,49% da área da ADA) e da Alta sensibilidade ambiental (30,02 m<sup>2</sup> ou aprox. 0,20% da área da ADA).



## 6 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Impacto ambiental pode ser definido como qualquer alteração causada no meio ambiente, positiva ou negativa, provocada por uma ação humana que afete, direta ou indiretamente, a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais (Resolução CONAMA n° 1/1986).

Diz-se que há impacto ambiental quando se avalia que uma atividade ou ação origina ou produz uma alteração ou modificação no meio, em alguns ou todos os componentes do sistema ambiental.

A avaliação de impactos ambientais é um procedimento que visa identificar, prever, avaliar e mitigar os efeitos relevantes de ordem biofísica, social e outros de projetos ou atividades (IAIA, 1999 *apud* SÁNCHEZ, 2008), sendo este um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei n° 6.938, 1981), formado por um conjunto de procedimentos, capaz de assegurar, desde o início do processo, um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta (projeto, programa, plano ou política) e de suas alternativas, cujos resultados devem ser submetidos ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão pela viabilidade ambiental da implantação do projeto (MOREIRA, 1992 *apud* SÁNCHEZ, 2008). Para tanto, a avaliação de impactos de um empreendimento ou projeto envolve a participação de uma equipe técnica inter e multidisciplinar.

Diferentes são os métodos existentes e reconhecidos em bibliografias especializadas. No entanto, nenhum método de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) pode ser considerado o mais adequado por si só, por não compreender todas as etapas e tarefas de um estudo de impacto ambiental ou por não ser apropriado à avaliação de qualquer tipo de empreendimento (MOREIRA *apud* MAIA, 1992). De modo geral, são utilizados nas avaliações de impactos ambientais métodos espontâneos (*Ad hoc*), listagens (*Check-list*), matrizes de interações, redes de interações (*Networks*), mapas de superposição (*Overlays*) ou projeção de cenários, ou mesmo a combinação de alguns destes, de forma a garantir que os resultados dos estudos melhor representem a realidade do ambiente em análise e perspectivas futuras.

Assim, este capítulo visa apresentar a metodologia adotada para a avaliação de impactos ambientais da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de

Combustível Irradiado (UAS) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) e os principais impactos identificados a partir das informações levantadas no diagnóstico ambiental dos meios físico, biótico e socioeconômico das áreas de influência do empreendimento.

## 6.1 Critérios para Avaliação de Impactos Ambientais

### 6.1.1 Identificação dos Impactos Ambientais

Para a Avaliação dos Impactos Ambientais foram considerados os aspectos levantados nos diagnósticos realizados para os meios físico, biótico e socioeconômico. Essa análise foi realizada a partir de metodologia *Ad Hoc*, por equipe multidisciplinar de especialistas de cada área de conhecimento, adaptando o estudo às suas particularidades, levando em consideração os recursos técnicos e os critérios estabelecidos no Termo de Referência emitido pelo IBAMA com base na Resolução CONAMA nº 279/2001 (processo IBAMA 02001.003272/2011-48 de agosto de 2016) e na literatura atual vigente.

A avaliação dos impactos decorrentes das atividades relativas à inserção do empreendimento deverá considerar, em primeira instância, as diferentes fases do empreendimento, diferenciando a ocorrência de cada impacto entre as fases de planejamento, construção, comissionamento, operação e descomissionamento, bem como considerando os diferentes elementos que compõem a Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irradiado.

A identificação e avaliação dos impactos ambientais contempla uma análise detalhada da interação da atividade/empreendimento sobre o meio ambiente. Para essa identificação, foi tomado como base:

- **Ação Geradora:** a partir da descrição do empreendimento, foi possível identificar as ações do empreendimento e as atividades capazes de gerar impactos ambientais.
- **Fatores Ambientais:** os diversos componentes ou fatores ambientais que podem vir a sofrer os efeitos de cada ação geradora ou aspecto ambiental do empreendimento/atividade. Para a avaliação dos impactos, o fator ambiental pode ser um compartimento abrangente ou fatores mais

específicos; sendo que esta definição depende essencialmente das características do impacto.

### **6.1.2 Classificação dos Impactos Ambientais**

Os impactos positivos e negativos identificados foram classificados na Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais, de acordo com os critérios listados a seguir:

- **Natureza:** Indica quando a ação resulta na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental, sendo o impacto benéfico/positivo (POS) ou quando a ação resulta em um dano à qualidade de um fator ou parâmetro ambiental, sendo o impacto considerado adverso/negativo (NEG).
- **Fase de Ocorrência:** Classifica o impacto conforme as diferentes fases em que ele ocorre. Pode ocorrer nas fases de planejamento, construção/comissionamento, operação e/ou descomissionamento do empreendimento.
- **Incidência (Forma):** Classifica de acordo como se manifesta o impacto, ou seja, se é um impacto direto (DIR), resultante de uma simples relação de causa e efeito, ou se é um impacto indireto (IND), resultante de uma reação secundária em relação à ação, ou quando é parte de uma cadeia de reações.
- **Duração:** Divide os impactos em permanentes (PER), temporários (TEM) ou cíclicos (CIC), ou seja, quando uma vez executada a ação, os efeitos não cessam de se manifestar num horizonte temporal conhecido (permanente) ou aquele impacto cujo efeito ocorre durante um período de tempo determinado (temporário) ou então quando os efeitos dos impactos se manifestam em intervalos de tempos determinados (cíclicos).
- **Temporalidade (Momento):** Diferencia os impactos segundo os que se manifestam imediatamente em Curto Prazo (CP) ou a médio e longo prazo, quando o impacto se manifesta certo tempo após a ação (MP e LP, respectivamente).
- **Reversibilidade:** Classifica os impactos em irreversíveis (IRR) ou reversíveis (REV), depois de manifestados seus efeitos. Permite identificar quando o fator ou parâmetro ambiental afetado, cessada a ação, retorna às

suas condições originais (reversível) ou quando, uma vez ocorrida a ação, o fator ou parâmetro ambiental afetado não retorna às suas condições originais em um prazo previsível (irreversível).

- **Ocorrência:** Classifica a ocorrência do impacto em certa (CER), provável (PRO) ou improvável (IMP), ou seja, a ocorrência do impacto é esperada ao longo da atividade/empreendimento sob condições normais (CER), quando há uma incerteza da ocorrência do impacto ao longo da atividade/empreendimento sob condições normais (PRO) ou quando o impacto tem a possibilidade remota de ocorrer (IMP).
- **Importância:** Refere-se ao grau de interferência do impacto ambiental sobre diferentes fatores ambientais. Ela é alta (ALT), média (MED) ou baixa (BAI), na medida em que tenha maior ou menor influência sobre o conjunto da qualidade ambiental local. Para isto, o técnico responsável pela avaliação do impacto pondera empiricamente levando em consideração a duração, abrangência e magnitude do impacto, resultando assim na classificação da importância do impacto sobre a qualidade ambiental.
- **Magnitude:** Refere-se ao grau de incidência de um impacto sobre o fator ambiental, em relação ao universo desse fator ambiental. Ela pode variar de alta (ALT), média (MED) ou baixa (BAI), segundo a intensidade de transformação da situação pré-existente do fator ambiental impactado. A magnitude de um impacto é, portanto, tratada exclusivamente em relação ao fator ambiental em questão, independentemente da sua importância por afetar outros fatores ambientais. Entende-se como magnitude:
  - *Baixa:* a alteração do fator ambiental analisado é passível de ser percebida e/ou verificada (medida) sem, entretanto, caracterizar ganhos e/ou perdas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada, se comparados ao cenário ambiental diagnosticado;
  - *Média:* a alteração do fator ambiental analisado é passível de ser percebida ou verificada (medida), caracterizando ganhos e/ou perdas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada, se comparados ao cenário ambiental diagnosticado.
  - *Alta:* a alteração do fator ambiental analisado é passível de ser percebida e/ou verificada (medida), caracterizando ganhos e/ou

perdas expressivas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada, se comparados ao cenário ambiental diagnosticado.

- **Abrangência:** Indica os impactos cujos efeitos se fazem sentir localmente (ADA<sup>1</sup>) ou que podem afetar áreas mais abrangentes (AID<sup>2</sup> e AII<sup>3</sup>).
- **Efeito:** Indica a eficiência esperada pela mitigação do impacto. É classificado como baixa (BAI) para os impactos mais difíceis de mitigação, média (MED) ou alta (ALT) para os impactos de fácil mitigação.
- **Cumulatividade/Sinergia:** Classifica o impacto em não cumulativo (NC – simples), cumulativo (C) e/ou sinérgico (S). Entende-se como impacto cumulativo aquele derivado da soma ou da interação de outros impactos ou cadeias de impacto, gerado por um ou mais de um empreendimento isolado num mesmo sistema ambiental. Sinérgico é o resultante da interação simultânea de diversos fatores, cuja ação combinada produz um efeito distinto (SÁNCHEZ, 2008).

Quadro 6-1 – Critérios de Avaliação dos Impactos Ambientais.

Critérios de Avaliação	
Natureza	Positiva
	Negativa
Fase de Ocorrência	Planejamento
	Construção/Comissionamento
	Operação
	Descomissionamento
Incidência	Direta
	Indireta
Duração	Temporária
	Cíclica

<sup>1</sup> Área total do terreno destinada à implantação do futuro empreendimento, de aproximadamente 15.010,31 m<sup>2</sup>;

<sup>2</sup> Para os meios físico e biótico, a AID é toda a área da propriedade da Eletrobras/Eletronuclear, onde está instalada a CNAAA, englobando inclusive as áreas de acessos, armazenamento e canteiro(s) de obras; Para o meio socioeconômico, são os distritos de Cunhambebe e Mambucaba;

<sup>3</sup> Para os meios físico e biótico, a AII é um raio de 5 km a partir do centro da CNAAA. Para o estudo das Unidades de Conservação, foram consideradas todas em um raio de 3 km em torno do empreendimento. Para o meio socioeconômico, foi definida como a totalidade dos municípios de Angra dos Reis, Paraty e Rio Claro.

Critérios de Avaliação	
	Permanente
Temporalidade (Momento)	Curto Prazo
	Médio Prazo
	Longo Prazo
Reversibilidade	Irreversível
	Reversível
Ocorrência	Certa
	Provável
	Improvável
Importância	Baixa
	Média
	Alta
Magnitude	Baixa
	Média
	Alta
Abrangência	Área Diretamente Afetada (ADA)
	Área de Influência Direta (AID)
	Área de Influência Indireta (AII)
Efeito	Baixo
	Médio
	Alto
Cumulatividade/Sinergia	Não Cumulativa
	Cumulativa
	Sinérgica

Fonte: Bourscheid, 2017.

Para cada impacto avaliado, serão identificadas as medidas e ações necessárias a serem implantadas por parte do empreendedor e a fase em que deverão ser implantadas. As ações visam o controle do impacto avaliado, no sentido de minimizar o impacto ou adotar medidas compensatórias caso isso não seja possível. Assim classificam-se as ações de controle a adotar em:

- **Medidas Preventivas:** aquelas destinadas a evitar a ocorrência de impactos negativos;
- **Medidas Corretivas (Mitigadoras):** aquelas destinadas a corrigir impactos negativos ou a reduzir sua magnitude;
- **Medidas Compensatórias:** aquelas destinadas a compensar a sociedade ou um grupo social pelo uso de recursos ambientais não renováveis, ou pelos impactos ambientais negativos inevitáveis.
- **Medidas Potencializadoras:** aquelas destinadas a potencializar os efeitos de impactos positivos.

## 6.2 Avaliação dos Impactos Ambientais

Os impactos ambientais foram avaliados conforme a metodologia descrita anteriormente. Logo em seguida, foram propostas as medidas necessárias ao monitoramento, minimização, potencialização (no caso de positivo) e/ou compensação dos impactos. A avaliação foi separada de acordo com a ocorrência do impacto em cada meio, sendo a compilação dessa análise apresentada na Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais (item 6.3), ao final deste Capítulo.

### 6.2.1 Meio Físico

#### **Impacto Ambiental:** *Alteração na Qualidade do Ar*

##### a) Ação Geradora

Trânsito de veículos leves e pesados envolvidos com as obras, movimentação de terra e serviços de terraplenagem.

##### b) Fator Ambiental

O fator afetado é a qualidade do ar da região do empreendimento.

### c) Fase de Ocorrência

Construção e descomissionamento.

### d) Análise do Impacto

Durante a fase de construção do empreendimento serão produzidas emissões atmosféricas na área de implantação do empreendimento, vias de acesso e canteiros de obra, localizadas na Área de Influência Direta do empreendimento para o Meio Físico a partir do trânsito de veículos leves e pesados envolvidos com as obras. A geração de material particulado também pode ser caracterizada pela movimentação de terra, abertura de acesso e de serviços de terraplenagem, bem como das atividades de construção e montagem, além de emissões oriundas de máquinas e equipamentos que serão utilizados.

Durante a fase de descomissionamento do empreendimento, serão produzidas emissões atmosféricas na área da UAS, para demolição das estruturas, e no entorno das vias de acesso localizadas na Área de Influência Direta do empreendimento para o Meio Físico, também a partir do trânsito de veículos leves e pesados envolvidos com a demolição da laje, guarita e almoxarifado. A geração de material particulado também pode ser caracterizada pelo serviço de terraplenagem, bem como pelas atividades oriundas de máquinas e equipamentos que serão utilizados na Recuperação das Áreas Degradadas.

### e) Classificação do Impacto

A ocorrência do impacto é provável e a incidência direta porque haverá alteração na qualidade do ar na Área de Influência Direta (AID) durante a fase de construção e de descomissionamento do empreendimento. Pode ser considerado temporário, pois ocorrerá somente nestas fases do empreendimento (construção e descomissionamento). É considerado um impacto negativo, sendo cumulativo às outras fontes já existentes na área, mas de baixa magnitude, já que a alteração do fator ambiental analisado não caracteriza uma violação dos padrões estabelecidos e nem uma perda considerável na qualidade ambiental, se comparada ao cenário atual da área. O impacto é considerado de média importância, tendo em vista sua

duração temporária e abrangência na área de influência direta. O efeito do impacto é considerado alto, pois considera-se de fácil mitigação.

Quadro 6-2 – Classificação do Impacto

<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>
Natureza	Negativa
Incidência	Direta
Duração	Temporária
Temporalidade	Curto Prazo
Reversibilidade	Reversível
Ocorrência	Provável
Importância	Média
Magnitude	Baixa
Abrangência	AID
Efeito	Alto
Cumulatividade/Sinergia	Cumulativa

Fonte: Bourscheid, 2017.

## f) Medidas

Quadro 6-3 – Medidas indicadas.

Medida	Natureza	Fase do Empreendimento	Eficácia	Responsabilidade pela Implantação
Monitoramento e controle das emissões	Preventiva	Construção/Descomissionamento	Parcial	Empreendedor
Priorizar a utilização de equipamentos e veículos com menores taxas de emissão de poluentes	Mitigadora	Construção/Descomissionamento	Parcial	Empreendedor

Fonte: Bourscheid, 2017.

### ***Impacto Ambiental: Aumento da Poluição Sonora***

a) Ação Geradora

Geração de ruídos decorrente da construção/comissionamento e descomissionamento do empreendimento.

b) Fator Ambiental

O fator afetado é o clima acústico.

c) Fase de Ocorrência

Construção/Comissionamento e Descomissionamento.

d) Análise do Impacto

A construção/comissionamento do empreendimento caracteriza-se por atividades geradoras de ruídos, que têm o potencial de alterar o clima acústico do entorno. As atividades de construção do empreendimento gerarão ruídos decorrentes nas etapas de movimentação de terra e execução de fundações. As principais fontes a serem consideradas são a utilização de escavadeiras, pás, carregadeiras, compactadores, betoneiras, vibradores, e a movimentação de caminhões.

O descomissionamento do empreendimento caracteriza-se por atividades geradoras de ruídos decorrentes das demolições que serão realizadas na área do empreendimento, e tratamento superficial para recuperação da área degradada. As principais fontes a serem consideradas são a utilização de escavadeiras, pás, carregadeiras, vibradores e a movimentação de caminhões.

e) Classificação do Impacto

A ocorrência do impacto é provável, com incidência direta, e duração temporária, pois haverá aumento de pressão sonora somente durante as atividades de construção/comissionamento e descomissionamento do empreendimento. O

impacto é negativo, cumulativo e de baixa magnitude já que a alteração do fator ambiental analisado não deve caracterizar uma violação dos padrões estabelecidos na Resolução CONAMA nº 1/1990 e nem uma perda considerável na qualidade ambiental, se comparada ao cenário atual da área. O impacto é considerado de baixa importância e baixa magnitude, tendo em vista sua duração temporária e abrangência restrita à área de influência direta do empreendimento.

Quadro 6-4 – Classificação do Impacto

<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>
Natureza	Negativa
Incidência	Direta
Duração	Temporária
Temporalidade	Curto Prazo
Reversibilidade	Reversível
Ocorrência	Provável
Importância	Baixa
Magnitude	Baixa
Abrangência	AID
Efeito	Alto
Cumulatividade/Sinergia	Cumulativa

Fonte: Bourscheid, 2017

## f) Medidas

Quadro 6-5 – Medidas indicadas.

<b>Medida</b>	<b>Natureza</b>	<b>Fase do Empreendimento</b>	<b>Eficácia</b>	<b>Responsabilidade pela Implantação</b>
Manutenção de equipamentos e veículos	Preventiva	Construção/Comissionamento e Descomissionamento	Parcial	Empreendedor
Utilização de EPI e EPC	Mitigadora	Construção/Comissionamento e Descomissionamento	Total	Empreendedor

Fonte: Bourscheid, 2017.

### ***Impacto Ambiental: Erosão***

a) Ação Geradora

Decapeamento.

b) Fator Ambiental

Solo.

c) Fase de Ocorrência

Construção e Descomissionamento.

d) Análise do Impacto

Durante a fase de construção do empreendimento, o decapeamento pode propiciar a ocorrência de processos erosivos na área do empreendimento, bem como nas vias de acesso e canteiro de obras. Durante a fase de descomissionamento, a demolição das estruturas e exposição do solo, mesmo que momentâneo, poderá propiciar a ocorrência de processos erosivos. Tais processos podem ser desenvolvidos pela modificação da superfície topográfica, que expõe o solo e altera o fluxo natural das águas superficiais, podendo direcioná-las inadequadamente e causar erosão.

e) Classificação do Impacto

Pela situação acima apontada, considera-se que este impacto apresenta natureza negativa, por ter efeito adverso sobre o meio ambiente, de duração temporária, podendo ocorrer principalmente nas fase de construção e de descomissionamento. É considerado direto, pois é decorrente das atividades necessárias à implantação e descomissionamento da UAS sobre o solo. Deve ocorrer na área da UAS, vias de acesso e canteiro de obras localizados na área de influência direta do meio físico. Pode ser considerado reversível se corrigido em tempo, e de alta eficiência, por ser de fácil mitigação. Apresenta baixa magnitude e

importância, na medida em que se espera que medidas mitigadoras o atenuem e sejam adotadas prontamente quando da sua ocorrência. É provável, tendo em vista a movimentação de solo necessária às obras e o tipo de solo da área de estudo, ocorrerá em curto prazo quando os trabalhos forem iniciados e é não cumulativo.

Quadro 6-6 – Classificação do Impacto

<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>
Natureza	Negativa
Incidência	Direta
Duração	Temporária
Temporalidade	Curto Prazo
Reversibilidade	Reversível
Ocorrência	Provável
Importância	Baixa
Magnitude	Baixa
Abrangência	AID
Efeito	Alta
Cumulatividade/Sinergia	Não cumulativo

Fonte: Bourscheid, 2017.

## f) Medidas

Quadro 6-7 – Medidas indicadas.

Medida	Natureza	Fase do Empreendimento	Eficácia	Responsabilidade pela Implantação
Definir, localizar e construir adequadamente o sistema de drenagem se necessário.	Preventiva/ Mitigadora	Construção	Parcial	Empreendedor/ Empresa construtora
Manter e limpar os dispositivos de drenagem implantados	Preventiva/ Mitigadora	Construção/Comissionamento, Operação e Descomissionamento	Parcial	Empreendedor/ Empresa construtora
Limitar o decapeamento à área estritamente necessária.	Preventiva	Construção	Parcial	Empreendedor/ Empresa construtora
Evitar a exposição prolongada de solos.	Preventiva	Construção e Descomissionamento	Parcial	Empreendedor/ Empresa construtora
Realizar a recuperação da área logo após o decapeamento.	Preventiva	Construção e Descomissionamento	Parcial	Empreendedor/ Empresa construtora
Seguir diretrizes do Plano Ambiental da Construção	Preventiva	Construção	Parcial	Empreendedor/ Empresa construtora
Restringir a utilização de máquinas e equipamentos à área estritamente necessária.	Preventiva	Construção e Descomissionamento	Parcial	Empreendedor/ Empresa construtora

Fonte: Bourscheid, 2017.

***Impacto Ambiental: Contaminação de Solo e de Água Subterrânea***

a) Ação Geradora

Derramamento de substâncias químicas.

b) Fator Ambiental

Solo e água subterrânea.

c) Fase de Ocorrência

Construção/Comissionamento e Descomissionamento.

d) Análise do Impacto

A contaminação do solo e da água subterrânea poderá acontecer se porventura houver o contato de substâncias químicas oriundas de equipamentos, máquinas, veículos tais como: combustíveis, óleos e graxas; efluentes sanitários e águas de serviço. A incidência deste impacto poderá estar presente durante a construção/comissionamento e no descomissionamento, podendo ocorrer em condições eventuais por acidentes ou outras situações imprevistas, na área de influência direta do meio físico, aqui representada pela área do empreendimento, vias de acesso e canteiro de obras.

e) Classificação do Impacto

Esse impacto tem efeito adverso sobre o solo e sobre a água subterrânea, sendo, portanto, negativo. Poderá ocorrer na construção/comissionamento e descomissionamento, incidindo de forma direta, pois é decorrente diretamente das ações necessárias à implantação e descomissionamento da UAS. É reversível, de curto prazo e temporário se, no caso de derramamento de substâncias químicas, forem adotadas medidas imediatas para a remoção do material contaminante. Caso ocorra, estará localizado principalmente na área diretamente afetada, pois é onde se desenvolverão as ações que causam o impacto; porém poderá ocorrer também na

área de influência direta. Entretanto a área de abrangência do impacto dependerá da imediata ação de remoção/tratamento dos contaminantes, se houver o derramamento. Sua ocorrência é improvável, considerando que suas causas normalmente provêm de possíveis acidentes ou situações imprevistas, pois toda e qualquer manipulação dessas substâncias será realizada sendo tomadas as devidas precauções. Apresenta importância alta e magnitude média se vier a ocorrer. Dependendo da substância contaminante pode ser considerado como apresentando eficiência baixa, pois pode ser difícil a sua mitigação. Classifica-se ainda este impacto como não cumulativo.

Quadro 6-8 - Classificação do Impacto

<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>
Natureza	Negativa
Incidência	Direta
Duração	Temporária
Temporalidade	Curto Prazo
Reversibilidade	Reversível
Ocorrência	Improvável
Importância	Alta
Magnitude	Média
Abrangência	AID
Efeito	Baixo
Cumulatividade/Sinergia	Não Cumulativa

Fonte: Bourscheid, 2017.

## f) Medidas

Quadro 6-9 - Medidas indicadas.

Medida	Natureza	Fase do Empreendimento	Eficácia	Responsabilidade pela Implantação
Restringir a movimentação de veículos, máquinas e equipamentos ao estritamente necessário.	Preventiva	Construção/Comissionamento e Descomissionamento	Parcial	Empreendedor/ Empresa construtora
Utilizar profissionais habilitados e treinados em todas as funções do empreendimento desde a fase de construção até a fase de descomissionamento.	Preventiva	Construção/Comissionamento, Operação e Descomissionamento	Parcial	Empreendedor/ Empresa construtora
Efetuar a manutenção periódica de todas as máquinas e equipamentos existentes no empreendimento de acordo com a orientação do fabricante em locais apropriados.	Preventiva	Construção/Comissionamento, Operação e Descomissionamento	Parcial	Empreendedor/ Empresa construtora
Providenciar kit ambiental e a rápida remoção de material derramado, com a sua correta disposição em local apropriado.	Mitigadora	Construção/Comissionamento, Operação e Descomissionamento	Parcial	Empreendedor/ Empresa construtora
Adotar medidas propostas no Plano Ambiental para Construção.	Preventiva/ Mitigadora	Construção/Comissionamento	Parcial	Empreendedor/ Empresa Construtora

Fonte: Bourscheid, 2017.

**Impacto Ambiental: Aumento da temperatura atmosférica**

a) Ação Geradora

Troca de calor dos *Overpacks* com o ambiente.

b) Fator Ambiental

Clima.

c) Fase de Ocorrência

Operação do empreendimento.

d) Análise do Impacto

A remoção do calor de decaimento na Unidade de Armazenamento Complementar a Seco (UAS) se dará passivamente através de convecção natural. O ar atmosférico atuará como fonte fria do sistema. Os ECIs serão acondicionados no interior de Módulos de Armazenamento (*Overpacks*), providos de sistemas de circulação de ar para arrefecimento dos módulos, com entradas e saídas gradeadas nas partes inferior e superior, respectivamente.

Desta maneira, o ar atmosférico entrará pelos canais inferiores do *Overpack*; o calor de decaimento dissipado pelos ECIs será conduzido pela estrutura metálica do *Canister* para esses canais de escoamento do ar ambiente dentro do *Overpack*, no qual deverá liberar em sua superfície ar quente.

A operação da unidade basear-se-á em valores limites de temperatura, que *a priori* será de 103°C nos bocais de saída de cada *Overpacks*, garantindo-se, desse modo, que a operação ocorra dentro dos limites de temperatura para operação normal, anormal e em casos de acidentes postulados.

Essa emissão de calor oriunda do decaimento dissipado pelos ECIs deverá gerar um pequeno aumento na temperatura atmosférica local, pontualmente, cuja incidência e classificação estão apresentadas abaixo.

### e) Classificação do Impacto

Esse impacto tem efeito adverso sobre a atmosfera local, sendo, portanto, negativo. Ocorrerá na fase de operação do empreendimento, incidindo de forma direta, e de ocorrência certa, pois é decorrente da troca de calor dos *Overpacks* dispostos na UAS com o ambiente, de forma passiva, por convecção natural. Sua duração é permanente, durante toda fase de operação do empreendimento, enquanto os *Overpacks* estiverem dispostos sobre a laje; com temporalidade de curto prazo, pois essa troca de calor inicia imediatamente após a disposição dos *Overpacks* na área do empreendimento. É reversível, pois o impacto cessa assim que retirado os *Overpacks*.

Apresenta importância alta, já que o monitoramento da temperatura é necessário para a verificação da eficácia da troca de calor nestes equipamentos, desempenhando um papel fundamental para determinar a operacionalização normal do empreendimento, e/ou necessidades de ajuste do sistema de arrefecimento dos ECIs. Sua magnitude é baixa, com abrangência na área diretamente afetada pelo empreendimento, especificamente no topo da região da UAS, pois conforme demonstrado na estimativa preliminar bidimensional da dispersão térmica apresentada no Apêndice 4.4.3-2, o acréscimo máximo de temperatura imediatamente após a ADA será da ordem de décimos de grau (entre 0 °C e 1,0 °C), ocorrendo por curto intervalo de tempo, nas condições mais desfavoráveis, possivelmente improváveis, reduzindo-se a medida que se distancia da UAS. Seu efeito é baixo, visto que a emissão de calor dos *overpacks* trata-se de uma condição normal de operação do empreendimento, não sendo possível sua mitigação, além da condição normal esperada. Classifica-se ainda este impacto como não cumulativo.

Ressalta-se que não são esperados impactos indiretos ou sinérgicos relacionados a este aumento de temperatura na ADA da UAS, considerando os resultados apresentados na modelagem apresentada (Apêndice 4.4.3-2).

Quadro 6-10 - Classificação do Impacto

<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>
Natureza	Negativa
Incidência	Direta
Duração	Permanente

<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>
Temporalidade	Curto Prazo
Reversibilidade	Reversível
Ocorrência	Certa
Importância	Alta
Magnitude	Baixa
Abrangência	ADA
Efeito	Baixo
Cumulatividade/Sinergia	Não Cumulativa

Fonte: Bourscheid, 2017.

## f) Medidas

Quadro 6-11 - Medidas indicadas.

Medida	Natureza	Fase do Empreendimento	Eficácia	Responsabilidade pela Implantação
Monitoramento contínuo de temperatura do empreendimento, com monitoração da temperatura dos <i>Overpacks</i> no interior da área da UAS, através do Sistema de Instrumentação e Controle	Preventiva	Operação	Parcial	Empreendedor
Monitoramento periódico das entradas e saídas de ar do overpeck, no sentido de mante-los desobstruídos	Preventiva	Operação	Total	Empreendedor

Fonte: Bourscheid, 2017.

### 6.2.2 Meio Biótico

#### **Impacto Ambiental: Aumento da Perturbação e Risco de Ferimentos da Fauna**

a) Ação Geradora

Movimentação de máquinas e veículos e aumento dos níveis de ruído.

b) Fator Ambiental

O fator ambiental afetado por este impacto são as comunidades da fauna.

c) Fase de Ocorrência

Construção/Comissionamento e Descomissionamento.

d) Análise do Impacto

O incremento do fluxo de veículos durante a implantação, além do aumento nos níveis de ruído podem causar a perturbação da fauna que habita ou utiliza os fragmentos de mata adjacentes ao empreendimento, localizadas na Área de Influência Direta do Meio Biótico pela maior movimentação de pessoas e maquinários, provocando o deslocamento de espécimes para áreas adjacentes.

e) Classificação do Impacto

Este é um impacto de natureza negativa, incidência direta, temporário e a curto prazo. É um impacto reversível e de ocorrência provável. Compreende a Área de Influência Direta do Meio Biótico, com magnitude e importância baixas, visto que a área trata-se de uma zona industrial consolidada e antropizada; não cumulativo e média eficiência para a mitigação do mesmo.

Quadro 6-12 – Classificação do Impacto

Critério	Classificação
Natureza	Negativa
Incidência	Direta

<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>
Duração	Temporário
Temporalidade	Curto Prazo
Reversibilidade	Reversível
Ocorrência	Provável
Importância	Baixa
Magnitude	Baixa
Abrangência	AID
Efeito	Médio
Cumulatividade/Sinergia	Não cumulativa

Fonte: Bourscheid, 2017.

## f) Medidas

Quadro 6-13 – Medidas indicadas.

<b>Medida</b>	<b>Natureza</b>	<b>Fase do Empreendimento</b>	<b>Eficácia</b>	<b>Responsabilidade pela Implantação</b>
Realizar o afugentamento (quando pertinente) e resgate da fauna encontrada no local ou próxima da área do empreendimento e vias de acesso	Preventiva/Mitigadora	Construção e Descomissionamento	Parcial	Empreendedor
Realizar palestras de Educação Ambiental junto aos motoristas das obras e demolições, assim como aos funcionários que transitarão pela mesma.	Preventiva	Construção e Descomissionamento	Parcial	Empreendedor/ Construtora

Fonte: Bourscheid, 2017.

***Impacto Ambiental: Aumento de Atropelamentos da Fauna***

a) Ação Geradora

Movimentação de máquinas e veículos.

b) Fator Ambiental

O fator ambiental afetado por este impacto são as comunidades da fauna.

c) Fase de Ocorrência

Construção/Comissionamento.

d) Análise do Impacto

O incremento do fluxo de veículos durante a implantação pode causar o atropelamento da fauna que habita ou utiliza os fragmentos de mata adjacentes ao empreendimento e vias de acesso. As espécies de aves que vivem em áreas abertas e que possuem um estilo de voo baixo, bem como as espécies de mamíferos e répteis que utilizam as vias próximas existentes para se deslocar, são as mais prejudicadas com o aumento de tráfego de veículos.

e) Classificação do Impacto

Este é um impacto de natureza negativa, incidência direta, permanente e a curto prazo. É um impacto irreversível e de ocorrência provável. Assim como o impacto de perturbação da fauna, este de atropelamento também compreende a Área de Influência Direta do Meio Biótico, especialmente nas vias de acesso e área de implantação do empreendimento, com magnitude e importância baixas, visto que a área trata-se de uma zona industrial consolidada e antropizada, com baixa probabilidade de ocorrência, não cumulativo e média eficiência para a mitigação do mesmo.

Quadro 6-14 – Classificação do Impacto

<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>
Natureza	Negativa
Incidência	Direta
Duração	Permanente
Temporalidade	Curto Prazo
Reversibilidade	Irreversível
Ocorrência	Provável
Importância	Baixa
Magnitude	Baixa
Abrangência	AID
Efeito	Médio
Cumulatividade/Sinergia	Não cumulativo

Fonte: Bourscheid, 2017.

## f) Medidas

Quadro 6-15 – Medidas indicadas.

Medida	Natureza	Fase do Empreendimento	Eficácia	Responsabilidade pela Implantação
Realizar o afugentamento e resgate da fauna encontrada próxima ou nas vias de acesso ao empreendimento	Preventiva/Mitigadora	Construção/Comissionamento	Parcial	Empreendedor
Realizar palestras de Educação Ambiental junto aos motoristas das obras, assim como aos funcionários que transitarão pela mesma.	Preventiva	Construção/Comissionamento	Parcial	Empreendedor/ Construtora
Sinalizar os locais mais propícios a ocorrência de atropelamentos, tais como os próximos a fragmentos de matas e alagados.	Preventiva	Construção/Comissionamento	Parcial	Empreendedor

Fonte: Bourscheid, 2017.

### 6.2.3 Meio Socioeconômico

#### **Impacto Ambiental: Geração de Emprego e Renda**

a) Ação Geradora

Contratação de funcionários e aumento da massa salarial.

b) Fator Ambiental

Economia.

c) Fase de Ocorrência

Construção/Comissionamento e Operação.

d) Análise do Impacto

O volume total de investimentos previstos considera o desenvolvimento de projetos, construção civil, aquisição e montagem de equipamentos. Esse volume de investimentos provoca impactos em três níveis: direto (volume de compras de produtos e serviços, geração de tributos, efetivamente realizados no/para o empreendimento); indireto (valores gerados em outros setores para atender a expansão realizada pelo impacto direto) e o efeito renda (soma de todos os ganhos gerados pelos impactos diretos e indiretos que levam a um aumento de renda e consumo).

Nesse sentido, partimos do pressuposto de que esses efeitos acontecem e aceitamos os mesmos como um indicativo da possibilidade do empreendimento funcionar como um indutor do desenvolvimento local e regional, impactando em todos os setores da economia.

e) Classificação do Impacto

A ocorrência desse impacto é certa, pois a implantação de um novo empreendimento contribui para a necessidade de mão de obra e de produtos que possam ser adquiridos de outras partes da região. Quanto à incidência, é direto, pois o início da instalação dará início a uma movimentação econômica imediata a economia dos municípios da Área de Influência Indireta. É um impacto de natureza

positiva, que se traduz de forma capital em compras, arrecadação de impostos, entre outros itens. Quanto à temporalidade desse impacto, ele é classificado como de curto prazo.

A cumulatividade desse impacto está relacionada principalmente à existência de empreendimentos anteriores, as instalações da CNAAA e, portanto, razão da consequência de se investir na infraestrutura de suporte ao funcionamento dessas instalações. Dessa forma tem-se uma sinergia considerável. Levando em consideração que a UAS não tem as mesmas dimensões de uma Usina, espera-se uma movimentação necessária e disponível dos municípios de Angra dos Reis, Paraty e Rio Claro (área de influência indireta). A duração é permanente, pela necessidade de manutenção e/ou operação por muitos anos e por isso os reflexos econômicos irão permanecer (na operação), embora em menor escala, em relação à implantação. A magnitude desse impacto é média, assim como a sua importância é média.

Quadro 6-16 – Classificação do Impacto

<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>
Natureza	Positiva
Incidência	Direta
Duração	Permanente
Temporalidade	Curto Prazo
Reversibilidade	Irreversível
Ocorrência	Certa
Importância	Média
Magnitude	Média
Abrangência	All
Efeito	Alto
Cumulatividade/Sinergia	Cumulativa

Fonte: Bourscheid, 2017.

## f) Medidas

A potencialização desse impacto na economia da All será efetivada mediante a aplicação dos seguintes procedimentos:

- Prioridade para a contratação de mão de obra e serviços locais;
- Compras de insumos e produtos de forma prioritária na All.

Quadro 6-17 – Medidas indicadas.

Medida	Natureza	Fase do Empreendimento	Eficácia	Responsabilidade pela Implantação
Prioridade para a contratação de mão de obra e de serviços locais, bem como compras de insumos e produtos de forma prioritária na All	Potencializadora	Construção/Comissionamento e Operação	Parcial	Empreendedor

Fonte: Bourscheid, 2017.

***Impacto Ambiental: Aumento na Arrecadação Tributária***

a) Ação Geradora

Ampliação da Base Tributária.

b) Fator Ambiental

Economia.

c) Fase de Ocorrência

Construção/Comissionamento e Operação.

d) Análise do Impacto

No contexto da implantação do empreendimento, ocorre o aumento da arrecadação tributária, gerada direta e indiretamente pela própria execução da obra, como: a aquisição de materiais de construção, alimentação de pessoal; contratação de pessoal, etc. Na etapa de implantação do empreendimento, este impacto se traduzirá concomitantemente pela criação de novas oportunidades de mercado a partir da presença de novos consumidores potenciais de bens e serviços pela expectativa de ingresso no mercado de trabalho.

Este impacto diz respeito ao crescimento da receita das famílias dos trabalhadores locais, face à geração de renda e a circulação de capital mediante o aquecimento do mercado local, previsto pelo conjunto de oportunidades que surgirão com a implantação da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irradiado da CNAAA - UAS.

### e) Classificação do Impacto

Esse impacto tem sua ocorrência certa, pois a arrecadação de impostos surge no momento das contratações de trabalhadores e serviços. Sua natureza é positiva, afinal, a disponibilidade de mais impostos possibilita a prefeitura local investimentos em diversas áreas. Apesar da contribuição provavelmente mais expressiva se dar na fase de instalação, a arrecadação persistirá na fase de operação e por isso tem um efeito cumulativo. Tem uma magnitude média, pois frente às operações da CNAAA, o investimento nesse empreendimento é de menor escala, mas de alta importância. A duração será permanente, pois uma vez que a UAS passa a operar, as responsabilidades tributárias não deixarão de existir ou poderão ser ampliadas eventualmente em períodos de manutenção. Quanto à abrangência, o alcance desse impacto será os municípios da área de influência indireta, ou seja, os municípios Angra dos Reis, Paraty e Rio Claro.

Quadro 6-18 – Classificação do Impacto

<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>
Natureza	Positiva
Incidência	Direta
Duração	Permanente
Temporalidade	Curto Prazo
Reversibilidade	Irreversível
Ocorrência	Certa
Importância	Alta
Magnitude	Média
Abrangência	All
Efeito	Baixo
Cumulatividade/Sinergia	Cumulativa

Fonte: Bourscheid, 2017.

## f) Medidas

A potencialização desse impacto na economia da All será efetivada mediante a aplicação dos seguintes procedimentos:

- Prioridade para a contratação de mão de obra e serviços locais;
- Compras de insumos e produtos de forma prioritária na All.

Quadro 6-19 – Medidas indicadas.

Medida	Natureza	Fase do Empreendimento	Eficácia	Responsabilidade pela Implantação
Prioridade para a contratação de mão de obra e de serviços locais, bem como compras de insumos e produtos de forma prioritária na All	Potencializadora	Construção/Comissionamento e Operação	Parcial	Empreendedor

Fonte: Bourscheid, 2017.

**Impacto Ambiental: Interferência no Fluxo de Veículos**

## a) Ação Geradora

O impacto é causado pelo incremento de tráfego em decorrência da implantação da obra. A necessidade de equipamentos de grande porte e veículos especiais aumenta o fluxo nas vias do entorno e diminui a velocidade de deslocamento geral.

## b) Fator Ambiental

Os usuários das vias de acesso, bem como as atividades industriais, comerciais e outros serviços, visto a influência do trânsito para deslocamento de trabalhadores e materiais.

## c) Fase de Ocorrência

Construção/Comissionamento.

## d) Análise do Impacto

Durante a fase de instalação do empreendimento, faz-se necessária a utilização de veículos de passeio, coletivos, caminhões, além do transporte de equipamentos. A mobilização destes é determinada pela origem da mão de obra e equipamentos com destino ao empreendimento. Já na fase de operação não há previsão de geração de tráfego. Este tipo de impacto ocorre nas vias de acesso localizadas na área de influência direta para o Meio Socioeconômico utilizadas para a instalação do empreendimento.

Durante a fase de construção faz-se necessária a utilização dessas vias para aqueles veículos lentos de grande porte ou que transportem equipamentos pesados necessários para as atividades construtivas, além dos veículos de passeio também utilizados. Veículos de grande porte, lentos ou carregando equipamentos utilizam grande espaço nas vias e acarretam na diminuição de velocidade de cruzeiro, ocasionando problemas na trafegabilidade.

## e) Classificação do Impacto

Este impacto pode ser classificado como direto, por ser consequência das obras e atividades do empreendimento e negativo considerando os efeitos adversos no meio ambiente. Quanto a sua duração será temporário e de ocorrência provável durante a obra. É um impacto de curto prazo e reversível, pois se manifesta imediatamente e assim que finalizada a ação, retorna às condições originais. De baixa magnitude e média importância, localizado nas vias de acesso da Área de Influência Direta do meio socioeconômico.

Quadro 6-20 – Classificação do Impacto

<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>
Natureza	Negativa
Incidência	Direta
Duração	Temporária
Temporalidade	Curto Prazo
Reversibilidade	Reversível
Ocorrência	Provável
Importância	Média
Magnitude	Baixa
Abrangência	AID
Efeito	Médio
Cumulatividade/Sinergia	Cumulativa

Fonte: Bourscheid, 2017.

## f) Medidas

São indicadas medidas visando que o tráfego se desenvolva de maneira adequada e que considere aspectos específicos do veículo utilizado, bem como da via em questão. Estas medidas devem ser consideradas em todo o período de funcionamento das obras. As medidas propostas são de natureza preventiva e mitigadora, mas sua eficiência é sempre parcial quando o modal considerado for a utilização de vias de tráfego rodoviário existentes.

Quadro 6-21 – Medidas indicadas.

<b>Medida</b>	<b>Natureza</b>	<b>Fase do Empreendimento</b>	<b>Eficácia</b>	<b>Responsabilidade pela Implantação</b>
Sinalização indicativa nos acessos próximos às obras	Mitigadora	Construção/Comissionamento	Parcial	Empreendedor
Treinamento para trafegabilidade adequada nos trechos adensados da AID	Mitigadora	Construção/Comissionamento	Parcial	Empreendedor
Alternativas de circulação em horários de menor pico	Preventiva	Construção/Comissionamento	Parcial	Empreendedor

Fonte: Bourscheid, 2017.

A interferência do fluxo de veículos ocorrerá nas vias existentes. A realização de estudos viários deve ser sempre avaliada buscando alternativas para diminuir impactos, seja por alternativas de horário, diferentes trajetos ou novas soluções. A sinalização indicativa nos entroncamentos próximos às obras permite ao usuário da rodovia desviar ou evitar a via em horários previstos para a movimentação da obra. A realização de melhorias viárias através de criação de faixas adicionais ou caminhos de serviço pode prevenir a influência de fluxo em algumas vias. Outras melhorias viárias também podem ser previstas para mitigar os efeitos do incremento de veículos.

***Impacto Ambiental: Pressão na Infraestrutura de Disposição de Resíduos Sólidos***

a) Ação Geradora

Geração de resíduos sólidos decorrente da construção/comissionamento e descomissionamento do empreendimento.

b) Fator Ambiental

O fator afetado é a estrutura e os processos necessários para o acondicionamento, transporte, tratamento e disposição de resíduos sólidos.

c) Fase de Ocorrência

Construção/Comissionamento e descomissionamento.

d) Análise do Impacto

Durante as fases de construção/comissionamento e descomissionamento do empreendimento serão gerados resíduos sólidos decorrentes das obras e das atividades de apoio.

O aumento da geração de resíduos sólidos demanda uma maior pressão sobre a infraestrutura de transporte e disposição destes resíduos, bem como dos insumos necessários à realização deste tratamento e disposição.

O gerenciamento dos resíduos sólidos deverá atender às seguintes premissas básicas:

- Redução: substituição dos materiais utilizados, alterações tecnológicas, mudanças nos procedimentos, de modo a reduzir a geração de resíduos;
- Reutilização: substituição de itens descartáveis por reutilizáveis, tais como baterias recarregáveis, de modo a evitar a geração de resíduos e custos com sua disposição;
- Reciclagem: transformação de resíduos, que não puderem ser reduzidos na fonte, cujos constituintes apresentam valor econômico e tragam vantagens como: conservação dos recursos naturais, redução na quantidade de resíduos lançados no meio ambiente, fonte de renda adicional, redução de custos com transporte, tratamento e disposição final dos resíduos.

Considera-se aqui que a minimização deste impacto se dará com a adoção dos procedimentos do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PC AG AM 007, já implantado na CNAAA.

#### e) Classificação do Impacto

A ocorrência do impacto é certa e de incidência direta porque haverá aumento de demanda sobre a disposição de resíduos, tanto durante a construção/comissionamento, como no descomissionamento do empreendimento. O impacto é reversível e se manifesta a curto prazo. É considerado cumulativo aos outros empreendimentos em curso ou previstos na região. É considerado temporário, negativo e de média magnitude, já que a alteração do fator ambiental é passível de ser medida, caracterizando ganhos e/ou perdas na qualidade ambiental da área de abrangência considerada, se comparada ao cenário atual. O impacto é considerado de alta importância, tendo em vista sua média magnitude e abrangência nos municípios da área de influência indireta, ou seja, os municípios Angra dos Reis, Paraty e Rio Claro.

Quadro 6-22 – Classificação do Impacto

<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>
Natureza	Negativa
Incidência	Direta
Duração	Temporária
Temporalidade	Curto Prazo
Reversibilidade	Reversível
Ocorrência	Certa
Importância	Alta
Magnitude	Média
Abrangência	All
Efeito	Alta
Cumulatividade/Sinergia	Cumulativa

Fonte: Bourscheid, 2017.

#### f) Medidas

As medidas propostas para controle deste impacto se referem ao correto gerenciamento dos resíduos, priorizando a não geração, redução, reutilização e reciclagem de materiais como medidas preventivas, e a disposição adequada conforme a legislação, como medida mitigadora. Estas medidas deverão ser consideradas nos procedimentos do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PC AG AM 007 já implantados na CNAAA.

Quadro 6-23 – Medidas indicadas.

<b>Medida</b>	<b>Natureza</b>	<b>Fase do empreendimento</b>	<b>Eficácia</b>	<b>Responsabilidade pela Implantação</b>
Não geração, redução, reutilização e reciclagem de materiais	Preventiva	Construção/Comissionamento, operação e descomissionamento	Parcial	Empreendedor
Correto gerenciamento dos resíduos gerados	Mitigadora	Construção/Comissionamento, operação e descomissionamento	Parcial	Empreendedor

Fonte: Bourscheid, 2017.

**6.3 Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais**

	IDENTIFICAÇÃO				CLASSIFICAÇÃO										
	Ação Geradora	Fator Ambiental	Impacto Ambiental	Fase de Ocorrência	NATUREZA	INCIDÊNCIA	DURAÇÃO	TEMPORALIDADE	REVERSIBILIDADE	OCORRÊNCIA	CUMULATIVIDADE/ SINGERGIA	MAGNITUDE	ABRANGÊNCIA	EFEITO	IMPORTÂNCIA
Meio Físico	Trânsito de veículos leves e pesados envolvidos com as obras, movimentação de terra e serviços de terraplenagem	Qualidade do Ar	Alteração na qualidade do ar	Construção e Descomissionamento	NEG	DIR	TEMP	CP	REV	PRO	CUM	BAI	AID	ALT	MED
	Geração de ruídos decorrente da construção/comissionamento do empreendimento	Clima Acústico	Aumento da poluição sonora	Construção/ Comissionamento e Descomissionamento	NEG	DIR	TEMP	CP	REV	PRO	CUM	BAI	AID	ALT	BAI
	Derramamento de substâncias químicas	Solo e Água Subterrânea	Contaminação de solo e de água subterrânea	Construção/ Comissionamento, e Descomissionamento	NEG	DIR	TEMP	CP	REV	IMP	NC	MED	AID	BAI	ALT
	Decapeamento	Solo	Erosão	Construção e Descomissionamento	NEG	DIR	TEMP	CP	REV	PRO	NC	BAI	AID	ALT	BAI
	Troca de calor dos <i>Overpacks</i> com o ambiente	Clima	Aumento da temperatura atmosférica	Operação	NEG	DIR	PERM	CP	REV	CER	NC	BAI	ADA	BAI	ALT
Meio Biótico	Movimentação de máquinas e veículos e aumento dos níveis de ruído	Populações de fauna	Aumento da perturbação e risco de ferimentos da fauna	Construção/ Comissionamento e Descomissionamento	NEG	DIR	TEMP	CP	REV	PRO	NC	BAI	AID	MED	BAI
	Movimentação de máquinas e veículos	Populações de fauna	Aumento de atropelamentos da fauna	Construção/ Comissionamento	NEG	DIR	PERM	CP	IRR	PRO	NC	BAI	AID	MED	BAI

	IDENTIFICAÇÃO				CLASSIFICAÇÃO											
	Ação Geradora	Fator Ambiental	Impacto Ambiental	Fase de Ocorrência	NATUREZA	INCIDÊNCIA	DURAÇÃO	TEMPORALIDADE	REVERSIBILIDADE	OCORRÊNCIA	CUMULATIVIDADE/ SINGERGIA	MAGNITUDE	ABRANGÊNCIA	EFEITO	IMPORTÂNCIA	
Meio Socioeconômico	Contratação de funcionários e aumento da massa salarial	Economia	Geração de emprego e renda	Construção/ Comissionamento e Operação	POS	DIR	PERM	CP	IRR	CER	CUM	MED	AII	ALT	MED	
	Ampliação da Base Tributária	Economia	Aumento na arrecadação tributária	Construção/ Comissionamento e Operação	POS	DIR	PERM	CP	IRR	CER	CUM	MED	AII	BAI	ALT	
	Incremento de Tráfego	Os usuários das vias de acesso	Interferência no fluxo de veículos	Construção/ Comissionamento	NEG	DIR	TEMP	CP	REV	PRO	CUM	BAI	AID	MED	MED	
	Geração de resíduos sólidos	Estrutura e os processos necessários para o acondicionamento, transporte, tratamento e disposição de resíduos sólidos	Pressão na infraestrutura de disposição de resíduos sólidos	Construção/ Comissionamento e Descomissionamento	NEG	DIR	TEMP	CP	REV	CER	CUM	MED	AII	ALT	ALT	

LEGENDA					
<b>Natureza:</b>	POS = Positivo; NEG = Negativo	<b>Duração:</b>	TEMP = Temporário; PER = Permanente	<b>Abrangência:</b>	ADA = Área Diretamente Afetada; AID = Área de Influência Direta; AII = Área de Influência Indireta
<b>Ocorrência:</b>	CER = Certa; PRO= Provável; IMP = Improvável	<b>Temporalidade:</b>	CP = Curto Prazo; MP = Médio Prazo; LP = Longo Prazo		
<b>Incidência:</b>	DIR = Direto; IND = Indireto	<b>Reversibilidade:</b>	IRR = Irreversível; REV = Reversível	<b>Magnitude:</b>	BAI = Baixa; MED = Média; ALT = Alta
<b>Cumulatividade</b>	NC = Não Cumulativo; CUM = Cumulativo; SIN = Sinérgico	<b>Efeito:</b>	BAI = Baixa; MED = Média; ALT = Alta	<b>Importância:</b>	BAI = Baixa    MED = Média    ALT = Alta

## **7 MEDIDAS MITIGADORAS E PROGRAMAS AMBIENTAIS**

### **7.1 Introdução**

As medidas mitigadoras, preventivas e potencializadoras foram apresentadas em conjunto com os Impactos Ambientais identificados no item 6 - Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais.

Com relação aos programas ambientais propostos, constata-se que o empreendimento em tela apresenta alta sinergia com as demais unidades que constituem a CNAAA. Por este motivo, entende-se que o atual Sistema de Gestão Ambiental da CNAAA com seus respectivos programas ambientais é capaz de mitigar e monitorar adequadamente os impactos decorrentes da operação da UAS, desde que a mesma seja considerada nos programas ambientais relacionados a seguir. Recomenda-se que seja implantado um programa específico para o empreendimento em tela (UAS) referente à fase de instalação do empreendimento, denominado Programa Ambiental para Construção da UAS, cujas diretrizes gerais serão relacionadas com os aspectos e impactos ambientais da fase construtiva, através da utilização das diretrizes estabelecidas no procedimento corporativo: "Identificação e Avaliação dos Aspectos e Impactos Ambientais do Sistema de Gestão Ambiental" - PC AG AM 011".

Os programas ambientais têm como objetivos principais possibilitar a adequada inserção e gestão ambiental do empreendimento e a apresentação dos resultados obtidos de forma sintetizada e periódica aos órgãos ambientais competentes. Além disso, esses programas deverão contribuir para manutenção da qualidade ambiental nas Áreas de Influência do empreendimento, para que a legislação ambiental seja cumprida.

Os aspectos ambientais relativos à operação já em curso na CNAAA são apresentados no "Relatório das Ações Desenvolvidas pela ELETROBRAS ELETRONUCLEAR em Atendimento aos Planos Básicos Ambientais (PBAS), Ano Base 2016" (Apêndice 7.1.1-1).

No Quadro 7-1 são apresentados todos os Programas de Monitoramento Ambiental desenvolvidos na CNAAA com a respectiva indicação dos programas que deverão abranger também a instalação e/ou operação da UAS. No Apêndice 7.1.1-2 é apresentado o Mapa de Pontos de Monitoramento.

Quadro 7-1 – Programas Ambientais (UAS e CNAAA).

Programas Ambientais	UAS	CNAAA
<b>MEIO FÍSICO</b>		
Programa de Monitoramento e Gestão de Resíduos Sólidos - PMGRS	X	X
Programa de Controle e Monitoramento da Qualidade das Águas - PMCQA		X
Sistema de Meteorologia		X
Programa de Monitoramento e Gerenciamento de Rejeitos Radioativos	X	X
Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional – PMARO	X	X
Programa de Monitoramento das Encostas e Vias de Acesso (Programa de Controle de Impactos Geológicos e Geomorfológicos)	X	X
Programa de Gerenciamento de Riscos Convencionais – PGRC	X	X
Plano de Descomissionamento	X	X
Programa de Monitoramento Sismológico Regional	X	X
Programa Ambiental de Construção da UAS (novo)	X	
<b>MEIO BIÓTICO</b>		
Programa de Monitoramento de Fauna e Flora Marinha		X
<b>MEIO SOCIOECONÔMICO</b>		
Programa de Saúde Pública		X
Programa de Comunicação Social	X	X
Programa de Educação Ambiental da CNAAA	X	X
Programa de Inserção Regional		X

Fonte: Eletronuclear, 2017.

Desta forma, sugere-se que o monitoramento ambiental do empreendimento em tela, durante as fases de instalação e/ou operação, seja realizado através dos seguintes programas ambientais:

- Programa Ambiental de Construção da UAS (*novo*);
- Programa de Monitoramento e Gestão de Resíduos Sólidos - PMGRS;
- Programa de Monitoramento e Gerenciamento de Rejeitos Radioativos;
- Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional – PMARO;

- Programa de Monitoramento das Encostas e Vias de Acesso (Programa de Controle de Impactos Geológicos e Geomorfológicos);
- Programa de Gerenciamento de Riscos Convencionais – PGRC;
- Plano de Descomissionamento;
- Programa de Monitoramento Sismológico Regional;
- Programa de Comunicação Social;
- Programa de Educação Ambiental da CNAAA.

Para isto, quando da elaboração do Relatório de Detalhamento dos Programas Ambientais (RDPA) do empreendimento, protocolado em 21/12/2018 no IBAMA para solicitação da Licença de Instalação, foi avaliada a necessidade de eventuais alterações nos programas de monitoramento em curso, no sentido de aumentar a malha amostral de cada programa, quando necessário, com o objetivo de garantir que a instalação e operação da UAS sejam adequadamente monitoradas.

### **7.1.1 Programa Ambiental para Construção da UAS**

#### *7.1.1.1 Introdução*

O Programa Ambiental para Construção (PAC) da UAS apresenta as diretrizes e orientações a serem seguidas pelo empreendedor e seus contratados durante a fase de construção e montagem do empreendimento. Além disso, o programa indicará os cuidados a serem tomados, com vista à preservação da qualidade ambiental das áreas que irão sofrer intervenção antrópica e à minimização dos impactos sobre as comunidades vizinhas e os trabalhadores.

O PAC tratará das atividades descritas a seguir:

- Métodos padrão de construção;
- Métodos especializados de construção, típicos para as áreas a serem interceptadas pelo empreendimento;
- Medidas de prevenção, contenção e controle de vazamentos;
- Medidas mitigadoras para os impactos significativos identificados para a fase de implantação do projeto;

- Seguir as Diretrizes do Código de Conduta (minimização dos impactos / convívio trabalhadores x trabalhadores / trabalhadores x comunidades, etc.).

#### 7.1.1.2 *Justificativas*

O Programa Ambiental para Construção é uma exigência dentro do processo de licenciamento ambiental, estabelecendo metas e princípios que deverão ser seguidos pela empresa construtora, obrigando-a ao exercício de métodos construtivos compatíveis com a menor agressão ambiental possível e à melhoria da qualidade de vida de seus empregados e das comunidades envolvidas, durante as obras. No entanto, caberá à construtora acrescentar, em seus procedimentos executivos, estas e todas as práticas que se tornarem necessárias para a excelência ambiental na implantação da UAS.

#### 7.1.1.3 *Objetivos e Metas*

O PAC tem como objetivo geral estabelecer diretrizes e procedimentos que possibilitem controlar as interferências no meio ambiente inerentes às atividades da etapa de implantação do empreendimento.

Dentre os objetivos específicos do PAC, pode-se destacar:

- Estabelecer diretrizes para o Gerenciamento de Risco;
- Estabelecer diretrizes do Código de Conduta e Educação do Trabalhador;
- Estabelecer diretrizes operacionais para as áreas que serão utilizadas durante as obras (canteiro de obras, acessos, etc.) quanto aos efeitos no meio ambiente.

A meta a ser atingida pelo Programa é minimizar e/ou evitar a incidência de impactos ambientais negativos na fase de construção e montagem do empreendimento.

#### *7.1.1.4 Indicadores Ambientais*

Os indicadores ambientais serão apresentados em termos quantitativos ou percentuais, juntamente com os relatórios trimestrais que permitirão medir o grau de efetividade e o desempenho do Programa, como por exemplo:

- Número de ocorrências relativas à conduta dos trabalhadores, objetivando a ausência desses registros;
- Número de registros de acidentes;
- Controle da geração de resíduos e efluentes, com os respectivos quantitativos gerados;
- Monitoramento de ruídos gerados durante a fase de implantação do empreendimento, com a quantificação e controle do nível de ruídos acima do permitido pela legislação (Resolução CONAMA nº 1/1990).

#### *7.1.1.5 Público-Alvo*

O público-alvo do programa são as empreiteiras, os trabalhadores envolvidos na construção e montagem do empreendimento, a comunidade e as empresas e instituições de interface, a Eletronuclear e os órgãos ambientais envolvidos com o licenciamento ambiental do empreendimento.

#### *7.1.1.6 Metodologia – Atividades – Estratégia de Execução*

O Programa Ambiental para Construção é constituído de um conjunto de atividades pertinentes à etapa de implantação do empreendimento a serem seguidos e/ou executados, destacando-se:

- Canteiros de obra;
- Áreas de armazenamento de materiais;
- Transporte dos materiais, equipamentos e funcionários;
- Preparação e limpeza da área;
- Construção das estruturas em concreto armado, estruturas metálicas e montagem de equipamentos;

- Diretrizes básicas do código de conduta;
- Estocagem do solo superficial orgânico (*top-soil*);
- Áreas de empréstimo e bota-fora;
- Controle da erosão;
- Preparo e nivelamento do solo superficial;
- Medidas permanentes de restauração;
- Obras de drenagens e proteções permanentes;
- Disposição, controle e destinação adequada dos resíduos sólidos, esgotamento sanitário, efluentes e produtos perigosos gerados no local da obra.

Será de responsabilidade da(s) empresa(s) construtora(s), durante todas as atividades de construção e montagem das estruturas, a adoção de práticas e ações para evitar ao máximo os danos ambientais, além da minimização e/ou mitigação dos danos que não puderem ser evitados, procurando estabelecer formas de operação que privilegiem a preservação das condições naturais, tanto em relação a rotinas das comunidades no entorno quanto na preservação da qualidade ambiental da região.

O programa deve conter premissas e diretrizes a serem seguidas durante a obra, as quais devem ser implantadas pela empresa construtora e ser supervisionado pelo empreendedor. Caberá à construtora acrescentar, em seus procedimentos executivos, estas e todas as técnicas e práticas que se tornarem necessárias para a excelência ambiental na implantação do empreendimento.

#### 7.1.1.6.1 Requisitos Gerais para a Construção

Alguns critérios deverão ser observados pela empresa responsável pela construção e montagem do empreendimento, destacando-se:

- A força de trabalho deverá atender as diretrizes referentes ao meio ambiente, saúde e segurança definidas nos programas ambientais e na legislação pertinente;
- Para manutenção e limpeza da área será utilizado um sistema de sinalização de trânsito e outro de drenagem superficial, caso seja necessário;

- Para proporcionar o devido gerenciamento dos efluentes gerados no local da obra é previsto o uso de infraestrutura já existente (ETE do canteiro de obras de Angra 3);
- O refeitório deverá estar em conformidade com as melhores práticas de higiene e saúde;
- A água destinada ao consumo humano deverá sempre atingir ao padrão de potabilidade;
- O canteiro deverá comportar o tráfego de máquinas e equipamentos sem ter sua estrutura de drenagem afetada;
- Tanto o sistema de drenagem de águas pluviais como o sistema de drenagem de esgoto devem ser independentes, sem interligações;
- O fornecimento de água deverá ser feito com as devidas medidas preventivas contra qualquer tipo de contaminação;
- A lei do silêncio deverá ser respeitada;
- Os Diálogos Diários de Saúde, Segurança e Meio Ambiente devem servir para alertar os trabalhadores do empreendimento contra qualquer tipo de risco, inclusive doenças sexualmente transmissíveis;
- Os Planos de Gerenciamento de Risco e de Resposta a Emergências deverão ser utilizados como referência para o gerenciamento de riscos de acidentes e atendimentos emergenciais;
- Devem ser implementadas as Diretrizes Básicas do Código de Conduta dos Trabalhadores, a serem apresentados na fase do Programa Ambiental para Construção;
- Nenhuma atividade de supressão de vegetação poderá ser realizada sem a autorização dos órgãos competentes;
- Os serviços de construção civil e montagem industrial deverão seguir as práticas recomendadas em normas técnicas aplicáveis e as diretrizes de saúde, segurança e meio ambiente da Eletronuclear.

Entre as atividades do PAC, estão também relacionadas as atividades ligadas ao bom andamento da engenharia de implantação. Desta forma algumas atividades devem ser direcionadas no sentido de garantir a ausência ou minimizar riscos, como

por exemplo, os geotécnicos. Para isso, o conhecimento das características geotécnicas da área do empreendimento objetiva subsidiar o projeto de fundações, obras de escavações e reaterros, a fim de evitar problemas de deformações, deslizamentos, etc., o que poderia ter implicações mais sérias.

O Programa Ambiental para a Construção abrangerá todos os procedimentos e soluções necessárias para minimizar os impactos causados pela implantação da UAS.

#### 7.1.1.6.2 Diretrizes para o Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes

##### a) Resíduos Sólidos

O gerenciamento de resíduos sólidos da UAS durante sua fase de construção serão norteados por um Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), enquanto que durante sua operação deverá ser realizado através do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PC AG AM 007.

##### i. Fase de implantação do Empreendimento

Os resíduos sólidos gerados durante a implantação do empreendimento deverão ser classificados conforme a Norma ABNT NBR 10.004:2004, que estabelece os critérios de classificação e os códigos para a identificação dos resíduos de acordo com as suas características e a Instrução Normativa nº 13/2012 do IBAMA, na Resolução CONAMA nº 307/2002 e 469/2015, que estabelece as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

Conforme a NBR 10.004:2004, os resíduos sólidos são classificados em:

- Classe I – Resíduos perigosos;
- Classe IIA – Resíduos não perigosos não inertes; e
- Classe IIB – Resíduos não perigosos inertes.

Ainda, segundo a classificação estabelecida na resolução CONAMA nº 307/2002, os resíduos da construção civil serão classificados em:

- Classe A – compreende os resíduos reutilizáveis ou recicláveis na forma de agregados, tais como:
- Resíduos de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

- Resíduos de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto;
- Resíduos de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- Classe B – compreende os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;
- Classe C – compreende os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
- Classe D – compreende os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

#### Classificação, Triagem e acondicionamento inicial:

O processo de classificação e triagem dos resíduos sólidos deverá ser realizado o mais próximo possível dos locais de geração. A segregação deve considerar as características físicas, químicas e biológicas dos resíduos gerados, bem como a fonte geradora e a quantidade/ volume de resíduos gerados, de modo a garantir as etapas de acondicionamento, armazenamento e destinação final sejam as mais adequadas possíveis para cada tipologia de resíduo.

Os resíduos gerados durante a implantação do empreendimento deverão ser segregados conforme a classificação estabelecida na Resolução CONAMA nº 307/2002 e 469/2015 – Classes A, B, C e D. No entanto, uma segregação mais detalhada também deverá ser avaliada, considerando os materiais com possibilidade de reutilização ou reciclagem como, por exemplo, madeira, papel, plástico, vidro, resíduos metálicos, dentre outros. Também deverá ser considerada a incompatibilidade química no caso de produtos perigosos, de modo a evitar a ocorrência de reações adversas como liberação de gases tóxicos e inflamabilidade.

A definição da forma de acondicionamento dos resíduos deve considerar a quantidade de resíduos estimada, conforme a fonte geradora, características físicas e químicas, bem como o tipo de transporte a ser utilizado. Podem ser utilizados como coletores bombonas, tonéis, contêineres ou a granel, dentre outros, conforme o resíduo a ser acondicionado. Os coletores devem ser locados próximos à fonte geradora do resíduo, possuir identificação especificando o tipo de resíduo a ser acondicionado e atender ao padrão de cores estabelecido na Resolução CONAMA nº 275/2001, qual seja:

- Papel, papelão - **azul**;
- Plástico – **vermelho**;
- Vidro – **verde**;
- Metal – **amarelo**;
- Madeira – **preto**;
- Resíduos perigosos – **laranja**;
- Resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde – **branco**;
- Resíduos orgânicos – **marrom**;
- Resíduos não recicláveis ou misturados, ou contaminado não passível de separação – **cinza**;
- Resíduos radioativos – **lilás**.

#### Armazenamento:

O armazenamento temporário dos resíduos até sua destinação final será através das baias de resíduos instaladas em área de Canteiro de Obra, devidamente identificadas, e separados por classe.

O depósito de produtos perigosos contará com uma contenção que garante o acondicionamento de todo o material, no caso de derramamento.

O armazenamento dos resíduos deve atender às recomendações das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 11174/90 - Armazenamento de resíduos Classe IIA - não inertes e Classe IIB – inertes; e NBR 12235/92 - Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos.

#### Transporte dos Resíduos:

O transporte dos resíduos deve ser feito por empresa licenciada pelo órgão ambiental competente para a atividade e detentora do Cadastro Técnico Federal. O

transporte dos resíduos perigosos deve ser acompanhado do Manifesto de Resíduos.

#### Destinação/disposição Final:

Os resíduos sólidos gerados durante as obras de implantação do empreendimento poderão ser doados para reutilizadores e recicladores, comercializados ou encaminhados diretamente para disposição final, conforme a tipologia do resíduo.

Deve-se observar a legislação específica para cada tipologia de resíduos, como a Resolução CONAMA nº 362/2005, e CONAMA nº 450/2012, que dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado, a Resolução CONAMA nº 358/2005, que dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências e a Resolução de Diretoria Colegiada nº 222/2018 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)..

O Quadro 7-2 abaixo apresenta alguns exemplos de destinação de resíduos passíveis de serem gerados em obras da construção civil:

Quadro 7-2 - Sugestões de destinação de resíduos.

Tipo de Resíduo	Destinação
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados	Áreas de transbordo e triagem, áreas de reciclagem ou aterros de resíduos da construção civil licenciados pelo órgão ambiental competente; os resíduos classificados como Classe A (blocos, telhas, argamassa e concreto em geral) podem ser reciclados para uso em pavimentos e concretos sem função estrutural
Madeira	Atividades econômicas que possibilitem a reciclagem deste resíduo, reutilização de peças ou o uso como combustível em fornos ou caldeiras
Resíduo orgânico	Compostagem e/ou Aterro Sanitário
Plásticos (embalagens, aparas de tubulações, etc)	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos
Papelão (sacos e caixas de embalagens) e papéis	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos
Metal (ferro, aço, fiação revestida, arames, etc.)	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos

Tipo de Resíduo	Destinação
Solo	Desde que não estejam contaminados, destinar a pequenas áreas de aterramento ou em aterros de resíduos da construção civil, ambos devidamente licenciados pelos órgãos competentes
EPS (isopor)	Possível destinação para empresas cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializem, reciclem ou aproveitem para enchimentos
Materiais, instrumentos, embalagens contaminados por resíduos perigosos	Encaminhar para aterros para resíduos perigosos licenciados pelo órgão ambiental competente

Fonte: Bourscheid, 2017.

## ii. Fase de operação do Empreendimento

Os resíduos sólidos gerados na operação da UAS seguirão todas as diretrizes já estabelecidas e praticadas no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PC AG AM 007 da CNAAA através do Programa de Gerenciamento de Resíduos Industriais (Não Radioativos).

### b) Efluentes Líquidos

#### i. Fase de implantação do Empreendimento

Na fase de implantação do empreendimento, os sistemas de tratamento de efluentes líquidos necessários serão:

- Sistema de esgoto sanitário;
- Sistema separador de água e óleo;
- Sistema de Decantação - Laboratório de Concreto;
- Sistema de decantação da água proveniente da lavagem das betoneiras;

Conforme apresentado no capítulo de caracterização do empreendimento, os sistemas de tratamento de efluentes líquidos existentes, que atendem às obras da Usina Angra 3, possuem dimensionamento suficiente para suprir a necessidade do empreendimento da UAS. Cabe ressaltar que os dados operacionais da ETE que atende o canteiro de obras para Angra 3 são reportados anualmente ao IBAMA por meio do Relatório Anual de Efluentes Líquidos, que é parte integrante do PBA de Angra 3.

## ii. Fase de Operação do Empreendimento

Na fase de operação do empreendimento, o tratamento de efluentes líquidos não radioativos será realizado na Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários da CNAAA.

Águas pluviais que atinjam a UAS, seu almoxarifado associado e sua guarita serão naturalmente direcionadas para fora dos limites dessas estruturas, em direção às orlas que delimitam suas respectivas áreas de terreno ocupadas. As águas derivadas de precipitações pluviométricas sobre essas estruturas serão naturalmente absorvidas pelos terrenos circundantes, pelo fato de não conterem resíduos e por não exigirem quaisquer formas de tratamento e/ou de condicionamento químico. Aquelas coletadas nas redes de drenagem já existentes serão direcionadas para o canal UGZ.

### 7.1.1.6.3 Diretrizes para Controle da Qualidade do Ar Proveniente de Máquinas, Equipamentos e Veículos Automotores

O uso de máquinas, equipamentos e veículos automotores movidos a diesel durante a implantação do empreendimento é imprescindível, ocorrendo emissão de poluentes em quantidade e local de acordo com cada avanço e etapa das obras. Desta forma, considera-se principalmente a emissão de poluentes do ar no transporte de materiais, atividades de escavação, terraplenagem e trânsito de maquinário pesado.

Desta forma, propõem-se os seguintes procedimentos preventivos e corretivos para garantir que a instalação da UAS atenda aos requisitos legais vigentes.

#### Avaliação Prévia de Máquinas, Equipamentos e Veículos Automotores:

- Todas as máquinas, equipamentos e veículos automotores deverão ser inspecionados previamente à sua utilização nas obras desse empreendimento, de maneira que atendam os requisitos normativos vigentes relacionados às suas emissões de poluentes do ar, especialmente aqueles que possuem motor a diesel. A avaliação será realizada pelo parâmetro fumaça, utilizando-se a escala de Ringelmann (Figura 7-1), conforme norma técnica da ABNT NBR 6016:2015. Caso esteja dentro do limite estabelecido pela legislação (máximo de 40%) o

equipamento será liberado para serviço, caso contrário, será solicitada a manutenção para enquadramento.

Figura 7-1 - Escala Ringelmann



Fonte: CETESB, 2017.

#### Identificação e Avaliação de Máquinas, Equipamentos e Veículos Automotores:

- Todas as máquinas, equipamentos e veículos automotores deverão ser identificados e registrados. As alterações de número, tipo de máquina, equipamento e veículo automotor deverão ser informadas mensalmente, de maneira que estejam cadastradas anteriormente à realização das avaliações por amostragem.
- Os operadores ou condutores deverão receber treinamento para providenciar as manutenções preventivas e corretivas, garantindo que os motores a diesel não operem sob condições inadequadas ou alteradas. Veículos automotores a gasolina e álcool deverão ser relacionados, avaliados e possuir a documentação de inspeção veicular vigente.
- O monitoramento de emissão de máquinas, equipamentos e veículos automotores será realizado mensalmente, utilizando-se também a escala de Ringelmann (Figura 7-1), conforme norma técnica da ABNT NBR 6016:2015, com registro das condições encontradas, relacionando os encaminhamentos e medidas adotadas.

### Identificação e Avaliação de Fontes de Emissão Material Particulado:

- Quanto à identificação de fontes de emissão de material particulado encontram-se principalmente as vias de acesso não pavimentado e caminhos de serviço, que deverão ser relacionados e avaliados diariamente. A avaliação será visual, empregando-se a umectação das vias, através de caminhões-pipa, sempre que se mostrar necessário.
- As contratadas deverão instruir os condutores a utilizarem as vias de menor impacto às comunidades, definindo por escrito e submetendo à aprovação prévia da contratante as rotas de acesso. Caso ocorra a necessidade de alteração das rotas, por qualquer motivo, a contratante deverá ser informada com antecedência, devendo-se justificar a atualização ou alteração.
- Os veículos automotores deverão ser lavados periodicamente, minimizando a quantidade de solo e brita, desprendidos nas vias pavimentadas, ocorrendo especial atenção em dias posteriores ou com ocorrência de chuva. A possibilidade de desprendimento de solo dos veículos automotores aumenta principalmente junto dos acessos das vias pavimentadas, quando os veículos não realizam a remoção do material que pode se desprender inclusive ao longo do trajeto. Caso seja constatado, pela fiscalização da contratante, que as vias apresentam material desprendido nas vias na forma de areia e solo, as contratadas deverão providenciar a remoção e limpeza. Deverão ser evitadas quaisquer formas de reclamação por parte da comunidade e de órgãos fiscalizadores de tráfego.
- As caçambas de caminhões basculantes destinados ao transporte de solo, brita e areia serão protegidas pelo uso de tela, reduzindo-se a emissão de material particulado.
- O monitoramento das condições diárias de emissão de material particulado será registrado por relatório mensal elaborado pelas contratadas. No relatório deverão constar as informações relativas às medidas executadas, sua eficácia e a necessidade de sua manutenção.

### Uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI)

- O uso de EPI, nesse caso as máscaras contra poeiras, será obrigatório para trabalhadores vinculados às obras de implantação do empreendimento, em áreas com intensa emissão de material particulado.

#### 7.1.1.6.4 Diretrizes para a Recuperação de Áreas Degradadas

A instalação da UAS demandará intervenções que provocam alterações no terreno. Por isso, sempre que necessário, deverão ser executadas ações que assegurem a recuperação de áreas degradadas decorrentes da implantação do empreendimento tanto do ponto de vista do controle dos processos erosivos, quanto do aspecto paisagístico.

As áreas a serem recuperadas deverão incluir todos os locais impactados pela implantação da UAS, com execução dos seguintes procedimentos:

- Identificação e quantificação das áreas a serem recuperadas;
- Retirada de todos os equipamentos e infraestrutura utilizados na área, após conclusão da obra;
- Avaliação da possibilidade de regeneração natural nas áreas degradadas, através de monitoramento dessas áreas.

#### 7.1.1.6.5 Diretrizes para Controle de Ruídos

A geração de ruídos durante as fases de implantação da UAS será originada principalmente pelo uso de máquinas e equipamentos, por isso, faz-se necessária a adoção de medidas e ações que minimizem seus impactos à saúde humana e meio ambiente na área do empreendimento e entorno. Para isto propõe-se:

- Realizar medições periódicas dos níveis de ruído ambiente ( $L_{ra}$ ) realizados nos limites do terreno do empreendimento;
- Deverão ser medidos os valores de  $L_{ra}$  e  $L_{eq}$ , segundo a Norma ABNT NBR 10151:2003, assim como os índices estatísticos  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$  para melhor caracterizar o clima acústico local. Todas as medições deverão ser realizadas a 1,2 m do solo e pelo menos 2,0 m afastados de quaisquer superfícies refletoras, não devendo ser realizadas caso existam interferências audíveis advindas de fenômenos da natureza (trovões, chuvas fortes, etc.). Segundo a

NBR 10151:2003, o tempo de medição deverá ser escolhido de forma a permitir a caracterização do ruído em questão. Nesse caso, recomenda-se que o tempo de medição não seja inferior a cinco minutos, com leituras nos períodos diurno e noturno.

- Os valores dos níveis de ruído encontrados deverão ser comparados novamente com o nível-critério de avaliação (NCA) estabelecido na legislação referida. Caso tais valores sejam superiores, medidas mitigadoras complementares deverão ser introduzidas, para adequar o ruído emitido pelo empreendimento.
- A legislação de Higiene e Segurança do Trabalho deverá ser observada através da Portaria nº 3.214/1978, particularmente as Normas Regulamentadoras (NR) 7, 9 e 15, que estabelecem medidas preventivas e critérios relacionados a ruído.
- Caso haja alguma reclamação por parte da comunidade deverão ser efetuadas medições junto aos locais indicados pelos reclamantes. As medições de ruído também poderão ser realizadas em locais indicados pelo órgão ambiental competente.

No que diz respeito a ruídos e vibrações, diversas são as normas e recomendações aplicáveis para diferentes tipos de ambientes, dentre as quais se destacam:

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151:** Acústica: Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade: Procedimento, 2000. Versão Corrigida: 2003;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152:** Níveis de ruído para conforto acústico - Procedimento, 1987. Versão Corrigida: 1992 e 2017;
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 1, de 08 de março de 1990. Dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. **Diário Oficial da União** nº 63, Brasília, DF, 02 abr. 1990. Seção 1, p. 6408;

- BRASIL. Resolução CONAMA nº 2, de 08 de março de 1990. Dispõe sobre o programa nacional de educação e controle da poluição sonora. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 abr. 1990, p. 6408.
- INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. **ISO R 1996**,1971;
- INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. **ISO R 1999**,1975.

Todas essas normas e resoluções terão que ser de conhecimento obrigatório das empreiteiras das obras, que assumirão o compromisso de cumpri-las, ao elaborarem suas propostas e ao assinarem os Contratos com o empreendedor.

#### 7.1.1.6.6 Diretrizes do Código de Conduta e Educação do Trabalhador

Será requerido aos trabalhadores o cumprimento das Normas de Conduta, nas frentes de trabalho, canteiro e estradas de acesso, como as relacionadas a seguir:

- Será proibido o porte de armas brancas e de fogo nos canteiros e demais áreas da obra;
- Equipamentos de trabalho que possam, eventualmente, ser utilizados como armas (facão, machado, motosserra, etc.) deverão atender ao Procedimento de Proteção Física FPS-02 (Entrada e Saída de Materiais de Área Protegida ) já implantado na CNAAA;
- Deverão ser cumpridas as diretrizes de gestão de resíduos, de utilização de sanitários e, principalmente, de não lançamento de resíduos ao meio ambiente;
- Os trabalhadores deverão comportar-se corretamente em relação à população vizinha às obras, evitando brigas, desentendimentos e alterações significativas no cotidiano da população local;
- Será proibido o tráfego de veículos em velocidades que comprometam a segurança de pessoal, da população, equipamentos e animais (30 km/h);
- O transporte de colaboradores às áreas da obra deverão ser realizadas somente por veículos adequados (ônibus) e/ou carro. Fica proibido o transporte de pessoas em caminhões, principalmente quando estes estiverem conduzindo equipamentos e combustíveis;

- Só poderão ser utilizadas as estradas de acesso que estejam previamente autorizadas.

#### 7.1.1.6.7 Diretrizes para os Programas de Saúde e Segurança nas Obras

Como toda implantação de um empreendimento, existem situações em que podem ocorrer potenciais acidentes, como aqueles decorrentes de trânsito de veículos, da utilização de equipamentos e ferramentas. Com isso, é possível estabelecer as necessidades de pessoal, equipamentos e materiais capazes de atender a situações de emergência, assim como cumprir as rotinas de saúde ocupacional e segurança, exigidas pela Legislação do Trabalho no Brasil, bem como se prevenir contra as doenças causadas por vetores transmissores, parasitas intestinais, entre outras.

Os Programas de Saúde e Segurança nas obras têm como objetivo geral exigir, da empresa construtora, os serviços necessários na área de saúde e segurança, assim como fiscalizar e avaliar, continuamente, a execução desses serviços.

Para tanto, destacam-se os seguintes objetivos específicos:

- Promover as condições de preservação da saúde e segurança de todos os empregados das obras;
- Dar atendimento às situações de emergência;
- Ampliar o conhecimento sobre prevenção da saúde e de acidentes, aos trabalhadores vinculados às obras.

Entre os programas habitualmente exigidos, conforme as Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho e Emprego, são elencados:

- Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), segundo a NR-7, executando as avaliações clínicas e exames admissionais, periódicos, de retorno ao trabalho, de mudança de função, demissionais e exames complementares diversos, mantendo os registros dos empregados;
- Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), segundo a NR-9, verificando as hipóteses de acidentes nesse tipo de obra. O PPRA deve ser integrado com o PCMSO;

- Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria de Construção (PCMAT), segundo a NR-18, executando ações de educação e treinamentos para todos os empregados, em diversos temas, nos quais os riscos de acidentes ou acontecimentos nas obras sejam previsíveis, tais como saúde, higiene e primeiros socorros; prevenção de doenças infecciosas e parasitárias; combate ao alcoolismo, tabagismo e drogas; acidentes com animais peçonhentos; riscos de natureza física, química e biológica.
- Deverá ser feita a estruturação da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA, segundo a NR-5, com empregados da empresa construtora, a qual se reunirá periodicamente e deverá elaborar o Mapa de Riscos Ambientais, bem como definir os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), segundo a NR-6, a serem utilizados pelos diferentes setores das obras, cuidando para que sejam utilizados e mantidos estoques de reposição.

Além desses programas supracitados, deverá ser considerado o Plano de Contingência para Emergências Médicas e Primeiros Socorros, garantindo o pronto atendimento de casos emergenciais, quando a remoção vier a ser necessária.

Ações de Prevenção de Acidentes com Animais Peçonhentos também serão desenvolvidas desde o início das obras, durante a implantação do empreendimento. A execução se dará através da condução de ações de conscientização (informativas e educacionais) para os trabalhadores do empreendimento. Estas ações serão constituídas de palestras no canteiro de obras.

#### 7.1.1.6.8 Diretrizes Gerais do Canteiro de Obras

Para a construção da UAS será utilizado o canteiro de obras utilizado para construção de Angra 3. Atualmente, o canteiro de obras é composto por:

- Escritórios;
- Restaurante;
- Vestiários;
- Almoxarifado;
- Ferramentaria;
- Oficinas;

- Áreas descobertas para almoxarifado;
- Estacionamentos.

O canteiro dispõe de escritório para pessoal administrativo, vestiários, sanitários masculinos e femininos, restaurante, área de lazer, almoxarifados, dentre outros.

O abastecimento e a lubrificação de todos os equipamentos serão realizados em áreas especificadas, localizadas a, no mínimo, 40m dos corpos d'água e fora dos limites das Áreas de Preservação Permanente.

Cabe ressaltar que as empresas a serem contratadas para a implantação da Unidade UAS deverão seguir todos os requisitos legais que estipulam as normas e diretrizes sobre a construção civil, sistema elétrico, segurança, meio ambiente, desmobilização do canteiro, dentre outras.

#### 7.1.1.6.9 Áreas de empréstimo e bota-fora

Como não está previsto a execução de obras que envolvam significativos movimentos de terra, para a execução de reaterros não serão utilizados materiais de áreas de empréstimo. Dentro do possível, para a execução desses reaterros, serão utilizados os materiais provenientes das escavações locais (reaterro com material local).

Outrossim, os volumes oriundos de escavações serão encaminhados para a Pedreira da Ponta Fina, próximo ao CGR, armazenados em local adequado e posteriormente reutilizados nas obras necessárias na CNAAA, não estando previstos volumes para lançamento em bota-fora.

#### 7.1.1.7 Acompanhamento e Avaliação

O acompanhamento e avaliação do Programa Ambiental para Construção da UAS serão feitos com base nas respectivas diretrizes e por meio de auditorias periódicas nas diferentes fases da obra, além de relatórios trimestrais emitidos para o empreendedor e órgãos ambientais, os quais deverão aprovar e recomendar possíveis ajustes.

Ao final da fase de implantação deverá ser emitido um Relatório Final consolidando todas as ações realizadas pelo Programa, com os resultados obtidos e a documentação do Programa.

#### *7.1.1.8 Produtos*

Os produtos desse Programa serão os relatórios de andamento durante a fase de implantação do empreendimento.

Ao final das atividades deverá ser emitido um relatório final contendo elementos ilustrativos (fotos, figuras e gráficos), documentos, dados e análises efetuadas, de forma objetiva e conclusiva.

#### *7.1.1.9 Responsáveis Técnicos*

A responsabilidade técnica pela execução deste programa será da empresa contratada para a construção e montagem com supervisão dos técnicos da Eletrobras Eletronuclear.

#### *7.1.1.10 Instituições Envolvidas*

Este Programa não envolverá outras instituições, pois será desenvolvido pelo empreendedor em conjunto com as empresas contratadas para a implantação do empreendimento.

#### *7.1.1.11 Recursos Necessários*

Os recursos materiais, humanos e financeiros para o desenvolvimento do Programa serão apropriados pelas empreiteiras contratadas para a implantação do empreendimento.

#### *7.1.1.12 Equipe Técnica*

Com o PAC estará envolvida uma Equipe de Supervisão Ambiental das Obras, que será coordenada por um Inspetor Ambiental.

A Equipe de Supervisão Ambiental será responsável pelo acompanhamento dos aspectos ambientais da obra, conforme o "Manual do Sistema de Gestão Ambiental" - PC AG AM 010 e "Identificação e Avaliação dos Aspectos e Impactos Ambientais" - PC AG AM 011.

#### 7.1.1.13 Inter-Relacionamento com Outros Programas

Este programa relaciona-se principalmente com o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Programa de Comunicação Social, Programa de Educação Ambiental, Programa de Monitoramento das Encostas e Vias de Acesso (Programa de Controle de Impactos Geológicos e Geomorfológicos).

#### 7.1.1.14 Atendimento a Requisitos Legais e Normativos

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5425:** Guia para inspeção por amostragem no controle e certificação de qualidade, 1985. Versão corrigida: 1989;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5426:** Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos, 1985. Versão corrigida: 1989;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5427:** Guia para utilização da norma ABNT NBR 5426, 1985. Versão corrigida: 1989;
- FUNDAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DA SOLDAGEM. **NBR-14842:** Critérios para a qualificação e certificação de inspetores de soldagem, 2002. Versão corrigida: 2003.

As instalações dos canteiros deverão atender ao disposto neste PAC e nas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego, tais como:

- NR-10: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- NR-11: Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais;
- NR-12: Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos;
- NR-18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção;
- NR-23: Proteção Contra Incêndio;
- NR-24: Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho;
- NR-26: Sinalização de Segurança.

### 7.1.1.15 Cronograma

O cronograma físico foi apresentado e detalhado na fase seguinte do processo de licenciamento, quando da apresentação do Relatório de Detalhamento dos Programas Ambientais.

## 8 COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

Entende-se que o empreendimento UAS não está sujeito à Compensação Ambiental, amparado pelas fundamentações apresentadas abaixo.

É conhecido que a compensação ambiental é cabível independentemente do fato de se tratar ampliação/modificação de licenciamento ambiental de empreendimento ou atividade, ou de empreendimento amparado por RAS ou EIA/RIMA; no entanto, é fundamental o entendimento que a compensação ambiental deva ser paga em projetos que por si só causem significativo impacto ambiental.

Para a implantação do empreendimento objeto deste licenciamento, não é identificado significativo impacto ambiental, haja visto que o local de sua instalação será executado em uma área sem qualquer vegetação arbórea, no interior de uma zona industrial consolidada, sob condições totalmente antropizadas. Também, vale ressaltar que o empreendimento é considerado uma ampliação de projeto, localizado no interior da planta da CNAAA, que opera sob a Licença de Operação nº 1217/2014, em área de compensação ambiental anterior, e que futuramente deverá ser inserido sob jurisprudência desta Licença, quando de sua operação. Ademais, o Parecer 81/2016/COJUD/PFE-IBAMA-SEDE/PGF/AGU (SEI\_1566347) apresentado no Anexo 8.1.1-1, que trata do assunto em destaque, infere que:

“(...)

*8. Importante destacar que não é qualquer ampliação ou modificação de licenciamento ambiental de empreendimento ou atividade que deve pagar compensação ambiental, mas apenas aquelas ampliações ou modificações que por si só causem significativo impacto ambiental. O fato de o objeto do licenciamento ambiental original causar significativo impacto, normalmente subsidiado pelo EIA, não significa que a ampliação ou modificação da licença implique o pagamento da compensação porque pode não haver significativo impacto ambiental dessa mudança no objeto licenciado” (página 2).*

(...)

*b) A compensação ambiental prevista na Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Snuc) somente é devida se ocorrer a efetiva implantação do empreendimento que cause significativo impacto ambiental, intervenção nos meios físico e biótico, ainda que não subsidiado por EIA (...)(página 11)”.*

Da mesma forma, é importante destacar que o impacto a ser considerado deve ser nos meios físico e biótico, uma vez que para a divisão dos créditos desta compensação, são consideradas as áreas de influência do empreendimento para estes meios. O Parecer 81/2016/COJUD/PFE-IBAMA-SEDE/PGF/AGU (SEI\_1566347) deixa claro esta consideração quando informa:

“(...)

19. O impacto a ser considerado deve ser nos meios físico e biótico, uma vez que para fins de divisão dos créditos de compensação ambiental federal são consideradas apenas as áreas de influencia do empreendimento para os meios físicos e bióticos, não sendo considerados eventuais impactos sobre o meio socioeconômico. (...)

20. Essa previsão tem respaldo na Resolução CONAMA 371/06 que determina que no “estabelecimento de grau de impacto ambiental serão considerados somente impactos ambientais causados aos recursos ambientais, nos termos do art. 2º, inciso IV da Lei nº 9.985, de 2000, excluindo riscos da operação do empreendimento, não podendo haver redundância de critérios” (atr. 2º, § 1º). A definição de recursos ambientais engloba a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora (Lei 9.985/00, art 2º, IV).”

Complementarmente, o paragrafo 16 do Parecer 81/2016/COJUD/PFE-IBAMA-SEDE/PGF/AGU (SEI\_1566347), página 4, informa que:

“(...)

16. A compensação ambiental é algo que impõe uma obrigação para cobrir o impacto residual, equivalendo a perda ambiental não mitigável. Não faz sentido compensar dano inexistente (...)

Assim, considerando o exposto acima, o fato do empreendimento UAS ser uma ampliação de projeto já instalado, localizado no interior da planta da CNAAA, que opera sob a Licença de Operação nº 1217/2014 – 1ª Retificação, em área de compensação ambiental anterior; sem identificação de significativo impacto ambiental para sua construção e condições normais de operação; e que após construída será incorporada a Licença de Operação da CNAAA; entende-se que a UAS não é passível de compensação ambiental nos termos da legislação vigente.

## 9 ANÁLISE DE RISCO E ACIDENTES

### 9.1 Risco Convencional

O Estudo de Análise de Riscos (EAR) da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado – UAS da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA é apresentado em anexo a este RAS (Apêndice 9.1.1-1).

#### ***9.1.1 Programa de Gerenciamento de Risco (PGR) e Plano de Ação de Emergência (PAE)***

O Plano de Gerenciamento de Risco (PGR) e o Plano de Ação de Emergência (PAE) da UAS serão integrados ao PGR e ao PAE da CNAAA em até 180 dias antes da obtenção da LO (Licença de Operação Ambiental) da UAS (Quadro 9-1). Os documentos relativos aos Riscos Convencionais da CNAAA foram encaminhados ao IBAMA e analisados através do Parecer nº 8/2017/CGEMA/DIPRO (encaminhado pelo Ofício nº 27/2017/DENEF/COHID/CGTEF/DILIC-IBAMA, em 20 de junho de 2017).

O cronograma proposto para o licenciamento ambiental da UAS é apresentado a seguir.





## 9.2 Risco Nuclear

### 9.2.1 Liberação Acidental de Material Radioativo

Os cascos de armazenamento (*Overpacks*) de combustível irradiados da UAS armazenarão elementos combustíveis provenientes das usinas da CNAAA. Estes elementos deverão ter sido armazenados por pelo menos 10 anos nas piscinas de combustíveis usados (PCUs) de suas respectivas usinas e deverão apresentar estanqueidade durante os testes correspondentes.

A queima máxima de um elemento combustível não deverá ultrapassar 55 MWd/kg de metal pesado para Angra 1 e 60 MWd/kg para Angra 2 e 3.

Devido ao longo tempo de armazenamento dos Elementos Combustíveis Irrradiados (ECIs) nas PCUs, antes de suas transferências para a UAS (longo período de decaimento radioativo), são de importância para a avaliação de segurança radiológica somente os radionuclídeos Kr-85 e I-129 por serem voláteis. Os outros produtos de fissão bem como os actínídeos não são voláteis e por isso não são relevantes para a avaliação das consequências radiológicas durante a operação normal nem em casos de acidentes.

A Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de ECIs da Eletronuclear (UAS) é composta de *Canister*, Casco de Transferência e *Overpack* (ELETRONUCLEAR, 2016; AREVA, 2004; HOLTEC INTERNATIONAL, 2006).

O *Canister* é uma estrutura metálica que fornece confinamento aos Elementos Combustíveis Irrradiados (ECIs), durante seu armazenamento inicial. Ele é preenchido com gás inerte (normalmente o hélio) com o objetivo de melhorar a transferência de calor em seu interior e prevenir a corrosão nos ECIs (AREVA, 2004; HOLTEC INTERNATIONAL, 2006). Possui uma estrutura reticulada em seu interior (*basket*) que permite manter um afastamento seguro entre os ECIs com o objetivo de evitar a criticalidade (ELETRONUCLEAR, 2016; AREVA, 2004; HOLTEC INTERNATIONAL, 2006).

O casco por sua vez é projetado com o objetivo de receber o *Canister* em seu interior, fornecendo proteção física, blindagem radiológica e remoção de calor, até o instante em que o *Canister* é colocado no interior de um *Overpack* (ELETRONUCLEAR, 2016; AREVA, 2004; HOLTEC INTERNATIONAL, 2006).

De acordo com Eletronuclear (2016), o *Overpack* é o módulo utilizado para os ECIs na UAS. Ele é construído em aço e concreto, sendo projetado e licenciado para

fornecer proteção física, dissipação de calor passiva e blindagem radiológica ao *Canister* carregado com os ECIs, durante seu período de armazenamento inicial (AREVA, 2004; HOLTEC INTERNATIONAL, 2006). Normalmente são projetados dois tipos de *Overpack* quanto à posição de armazenamento, ou seja, os horizontais e os verticais (AREVA, 2004; HOLTEC INTERNATIONAL, 2006).

O projeto do *Overpack* com o *Canister* assegura condições de confinamento de tal maneira que nenhum evento acidental plausível base de projeto provocaria a liberação de material radioativo dessa estrutura para o meio ambiente (HOLTEC INTERNATIONAL, 2006). O *Overpack* é projetado para fornecer proteção física ao *Canister* durante condições normais, eventos anormais e de acidentes postulados, garantindo que a integridade da barreira de confinamento do mesmo é preservada. A atmosfera de gás inerte contida no interior do *Canister* e a capacidade de remoção de calor passiva do *Overpack* asseguram que os elementos combustíveis irradiados permanecem protegidos da degradação, a qual poderia provocar a ruptura de varetas combustíveis durante o armazenamento a seco (AREVA, 2004; HOLTEC INTERNATIONAL, 2006).

### **9.2.2 Plano de Emergência**

A Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irradiado (UAS) da CNAAA será incluída no Plano de Emergência Local – PEL a partir do momento que a mesma receber o primeiro carregamento de elemento combustível. Antes disto a Unidade será considerada como uma construção não radiológica em termos do PEL.

Como a construção da UAS ocorrerá dentro das instalações da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA todos os envolvidos na construção da Unidade receberão treinamento para poderem acessar a CNAAA. O PEL faz parte da grade de treinamento, que entre outras, contempla informações sobre os testes semanais das sirenes da CNAAA e da realização dos Exercícios Gerais do PEL e do Plano de Emergência Externo – PEE que ocorrem nos anos pares, e que exercita a evacuação da população (trabalhadores e visitantes) presentes na CNAAA.

## 10 PLANO DE COMISSIONAMENTO

O Comissionamento (*dry run*) tem a finalidade de verificar a aptidão de todos os equipamentos, instalações, edificações e atividades que compõem o fornecimento da empresa *Holtec*, mediante a execução do treinamento em operações de carregamento, fechamento, e movimentação do Sistema (sistema *HI-STORM FW*) que compõe a transferência de elementos combustíveis irradiados (ECIs) para a UAS, a ser conduzido pelo licenciado (*Holtec*), anteriormente ao início de utilização do Sistema, no carregamento de elementos combustíveis irradiados. É, portanto, uma atividade, ainda sem a presença de ECIs, e sob responsabilidade da Contratada (*Holtec*), com supervisão da Eletronuclear.

O Plano de Comissionamento visa assegurar que todo o processo de transferência do combustível irradiado ocorra de maneira segura, controlada, sem gerar conflitos com a operação das Usinas de Angra 1 e 2, dentro do tempo programado, e capaz de antecipar eventuais problemas, tornando possíveis as medidas corretivas prévias ao carregamento definitivo.

As atividades previstas no plano de comissionamento são:

- Inspeção de recebimento dos componentes do Sistema *HI-STORM FW*;
- Movimentação do *MPC (Canister) /HI-TRAC (Casco de Transferência)* para o interior da piscina de combustível irradiado;
- Preparação do *MPC/HI-TRAC* para carregamento de combustível;
- Seleção e verificação de elementos combustíveis específicos, para garantir conformidade;
- Localização de elementos específicos e colocação dos elementos no interior do *MPC/HI-TRAC* (utilizando modelo de elemento combustível), incluindo a verificação independente apropriada;
- Instalação remota da tampa do *MPC (Canister)* e remoção do *MPC/HI-TRAC* da piscina de combustível irradiado;
- Soldagem, Ensaio Não Destrutivo, teste de pressão, drenagem, remoção de umidade, e reabastecimento com hélio, do *MPC* (para o que poderá ser usado um modelo de *MPC*);
- Posicionamento do Sistema *HI-STORM FW* na área do UAS.

## 11 PLANO DE DESCOMISSIONAMENTO

O Descomissionamento representa a fase final do ciclo de vida de uma instalação nuclear. Ele envolve todas as atividades empreendidas para a descontaminação e o desmantelamento das instalações com o envio dos rejeitos que não puderam ser descontaminados para o repositório final.

O objetivo final é que a instalação possa ser liberada totalmente ou parcialmente do controle regulamentar e o sítio possa ser reutilizado para outros fins. Estas atividades exigem eficiente gestão, uma vez que envolvem processos complexos e multidisciplinares.

Estes aspectos devem ter como base principalmente o estado da arte da tecnologia no momento e a experiência no desmantelamento de instalações semelhantes.

Ao longo da vida operacional de uma instalação, o que pode atingir várias décadas, o revestimento de pisos e paredes internas do prédio da contenção e da piscina, bem como dos sistemas auxiliares, estarão sujeitos à contaminação, como resultado da deposição superficial de material radioativo oriundo de corrosão de produtos de fissão e da penetração da contaminação, dentre outros. Além disso, pode ocorrer a ativação de materiais, como ocorre no vaso do reator.

Com base nas Normas internacionais e na Norma Nacional disponível, a Resolução CNEN nº 133/2012, alterada pela Resolução CNEN 217/2017, publica a Norma CNEN NN 9.01, que dispõe sobre Descomissionamento de Usinas Nucleoelétricas. O Plano de Descomissionamento é o principal documento no processo de descomissionamento e desmantelamento de uma instalação.

O descomissionamento da UAS é apresentado de forma detalhada e específica no relatório técnico BP-U-UAS-190004 de 16 de maio de 2019 (Apêndice 11.1.1-1), produzido de forma a esclarecer questionamentos do IBAMA. Anexo a esse relatório, é apresentada a versão revisada do Plano Preliminar de Descomissionamento (PPD) da CNAAA – Relatório ACS.T.058.18 de 28/12/2018, que detalha também o descomissionamento da UAS na seção 2.3.4.2.

Não é considerado qualquer tipo de contaminação na instalação da UAS, pois o módulo de armazenamento (HI-STORM FW) é completamente vedado, funcionando como uma contenção do material radioativo contido no mesmo.

Em relação às atividades de demolição simples, alguns dos impactos preliminarmente identificados para essa etapa são relacionados conforme a seguir:

- Alteração na Qualidade do Ar (devido ao trânsito de veículos leves e pesados envolvidos com as obras e desmanche, movimentação de terra e serviços de terraplenagem);
- Aumento da Poluição Sonora (devido a geração de ruídos decorrente do descomissionamento do empreendimento);
- Erosão (devido ao decapeamento e movimentação de veículos);
- Contaminação de Solo e de Água Subterrânea (devido a possibilidade de derramamento de substâncias químicas);

As propostas de medidas preventivas/mitigadoras foram apresentados no capítulo 6.2 deste documento, junto com os demais impactos avaliados para a fase de instalação e operação do empreendimento.

Na estratégia considerada atualmente na CNAAA, a UAS está sendo considerada como uma das últimas estruturas a ser descomissionada, em função de ser uma atividade que depende da premissa do país ter definido uma estratégia de Gerenciamento de ECIs, ainda sendo considerados fonte de energia, e também por poder servir de base de apoio para alguma atividade ou armazenamento de resíduos do descomissionamento da CNAAA, caso já tenham sido retirados os ECIs para um destino final.

Os ECIs fazem parte do legado operacional das usinas da CNAAA e não fazem parte do escopo do descomissionamento da UAS, que considera que os ECIs já terão sido transferidos para sua destinação final.

Na seção 2.4 relatório técnico BP-U-UAS-190004 (Apêndice 11.1.1-1) são listadas as atividades gerais previstas para o descomissionamento da UAS, que serão executadas tão logo os ECIs sejam enviados para o repositório final e conforme cronograma de estratégia do descomissionamento, sendo que as atividades serão basicamente de demolição simples e desconstrução do PAD, Almojarifado e Guarita.

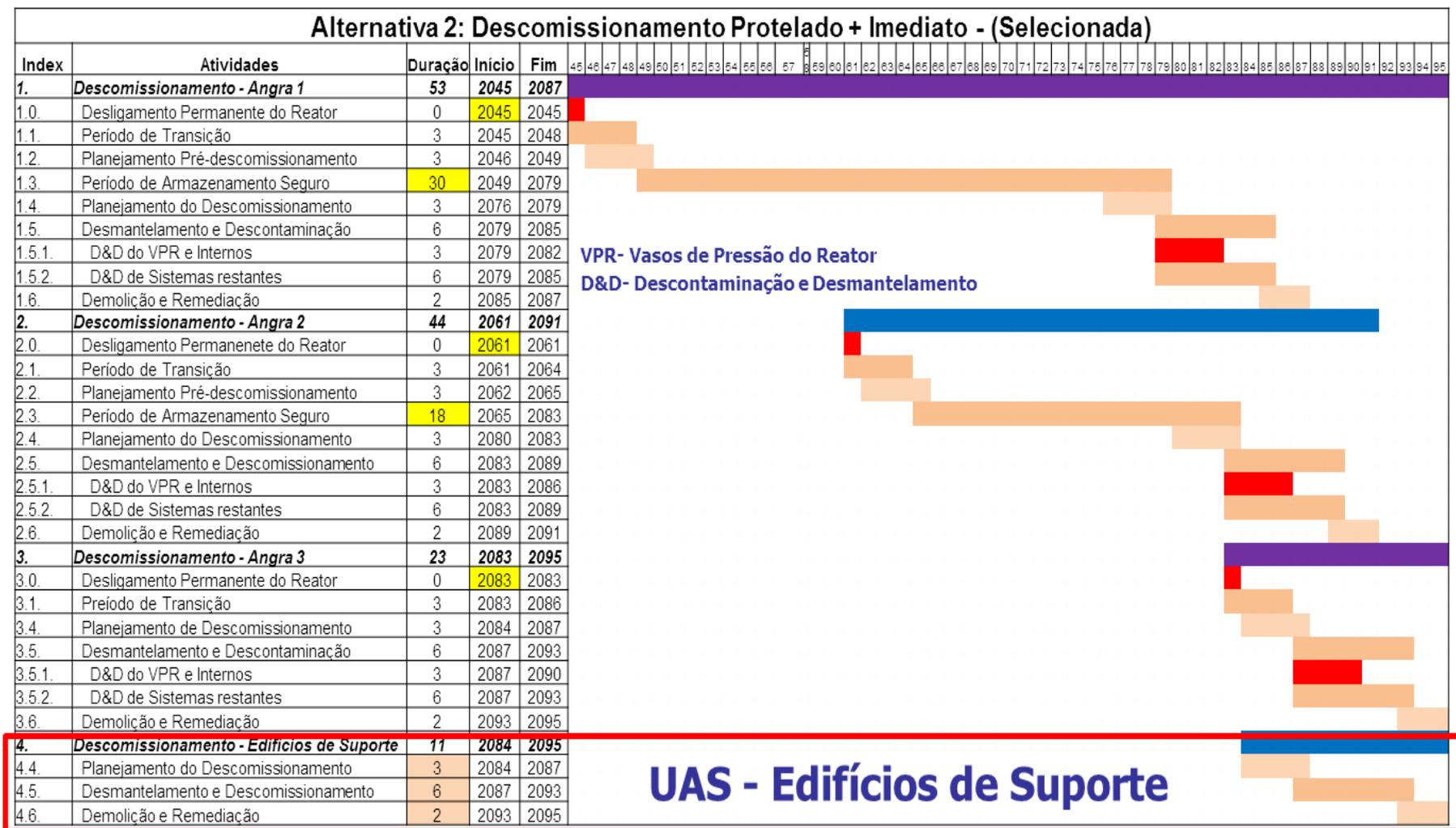
Como a UAS está inserida no Plano Preliminar de Descomissionamento (PPD) da CNAAA - assim como todas as outras instalações, estará sujeita a um plano de monitoração ambiental conforme mencionado na seção 1.3.5, do relatório técnico BP-U-UAS-190004, com detalhamento de todos os procedimentos que serão preparados para execução do descomissionamento durante a fase de pré-planejamento das atividades de desmantelamento e demolição.

O PPD da CNAAA também terá um plano de comunicação das partes envolvidas que estará dentro do módulo 4 de gerenciamento de projetos do documento, mencionado nas conclusões do PPD da UAS.

O Plano Preliminar de Descomissionamento da UAS é integrado ao PPD da CNAAA, que será revisado sempre que houver alterações e deve de 5 em 5 anos ter o seu orçamento previsto realizado conforme a norma. Este plano preliminar será cada vez mais detalhado conforme se aproxime a data para o desligamento da primeira usina a ser descomissionada, que hoje é a de Angra 1.

A seguir segue o cronograma previsto para o descomissionamento da CNAAA, em que pode se observar a inclusão da UAS no conjunto de instalações suportes, destacada em vermelho (Figura 11-1).

Figura 11-1 – Cronograma Geral simplificado de atividades do descomissionamento da CNAAA com pacote incluída a UAS destacado em vermelho.



Fonte: Eletronuclear, 2018.

## 12 CONCLUSÃO

A instalação e operação da UAS foi avaliada neste Relatório Ambiental Simplificado a partir da análise dos dados da caracterização do empreendimento, assim como da análise do diagnóstico ambiental e dos estudos de análise risco.

De posse destas informações, realizou-se a avaliação dos impactos ambientais efetivos e potenciais para os três meios estudados (físico, biótico e socioeconômico) para todas as fases do empreendimento (planejamento, instalação, comissionamento, operação e descomissionamento), bem como das medidas necessárias para prevenir, mitigar e/ou compensar os impactos negativos e potencializar os impactos positivos.

Com base neste Relatório Ambiental Simplificado, a equipe técnica responsável pela elaboração deste estudo considera que a implantação e operação do Empreendimento, através do projeto indicado, não comprometerão a qualidade ambiental futura da região, e que as ações preventivas, mitigadoras e potencializadoras indicadas, aplicadas de forma coordenada, poderão gerenciar adequadamente os impactos identificados.

## 13 BIBLIOGRAFIA

### 13.1 Caracterização do Empreendimento

ABIDES. **O destino dos rejeitos radioativos**. 2010. Disponível em: <http://abides.org.br/nucleo/?p=16>>. Acesso em ago. 2017.

AMBIENTUM. **Los residuos nucleares abandonan la central de Zorita**. 2009. Disponível em: <<http://www.ambientum.com/boletino/noticias/Los-residuos-nucleares-abandonan-la-central-de-Zorita.asp>>. Acesso em jul. 2017.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE-ANSI. **Design Criteria for an Independent Spent Fuel Storage Installation (dry type)**. ANSI/ANS 57.9. American Nuclear Society. LaGrange Park. Illinois. USA. 1992.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C618**: Especificação padrão para cinzas volantes de carvão e pozolanas naturais simples ou calcinadas (Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete), 2012.

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS-ASCE. **Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures**. ASCE 7-88 (formerly ANSI A58.1). New York. USA. 1990.

AREVA Inc. **Updated Final Safety Analysis Report for the Standardized NUHOMS Horizontal Modular Storage System for Irradiated Nuclear Fuel**. Technical Report Nr. NUH003.0103. Rev. 14. Columbia. USA. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos: Classificação, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12235**: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos: Procedimento, 1992;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123**: Forças devido ao vento em edificações, 1988. Versão Corrigida: 2013.

BRASIL. **Decreto nº 9177, de 23 de outubro de 2017**. Regulamenta o art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e complementa os art. 16 e art. 17 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010 e dá outras providências. Diário Oficial da União - 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) Regulamentada pelo Decreto nº 7404, de 23 de dezembro de 2010. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 03 ago. 2010. Página 2.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Portaria n.º 326, de 11 de dezembro de 2006**. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO. 2006.

BRASIL. **Portaria Interministerial nº 100/80**. Emissão de Fumaça de Veículos Movidos a Óleo Diesel / Estabelece Padrões de Escala Ringelman como Limite para Emissões de Fumaça Preta. 1980.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União nº 136, Brasília, DF, 17 jul. 2002. Páginas 95-96;

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 431, de 24 de maio de 2011**. Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelecendo nova Classificação para o Gesso. Diário Oficial da União nº 99, Brasília, DF, 25 mai. 2011. Página 123.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 448, de 18 de janeiro de 2012**. Altera os Arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º e 11º da Resolução nº 307, de 5 de Julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário Oficial da União nº 14, Brasília, DF, 19 jan. 2012.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 469, de 29 de julho de 2015**. Altera a Resolução CONAMA nº 357, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União nº 144, Brasília, DF, 30 jul. 2015. Páginas 109-110;

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 1, de 08 de março de 1990**. Dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades

industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. Diário Oficial da União nº 63, Brasília, DF, 02 abr. 1990. Seção 1, página 6408.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001**. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Diário Oficial da União nº 117-E, Brasília, DF, 19 jun. 2001. Seção 1, página 80.

CBS NEWS. **Dept. Of Energy OKs \$6.5 Billion For Georgia Nuclear Power Plant**. 2014. Disponível em: <<http://atlanta.cbslocal.com/2014/02/19/dept-of-energy-oks-6-5-billion-for-georgia-nuclear-power-plant/>>. Acesso em jul. 2017.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN) *et al.* **National Report of Brazil 2017 for the 6th review meeting of the Joint Convention on Safety of Spent fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management**. 2017. Disponível em: <[https://www.iaea.org/sites/default/files/national\\_report\\_of\\_brazil\\_for\\_the\\_6th\\_review\\_meeting\\_-\\_english.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/national_report_of_brazil_for_the_6th_review_meeting_-_english.pdf)>. Acesso em abr. 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 430/2011** – Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.

ELETRONUCLEAR - ETN. **Armazenamento Complementar à Seco de Elementos Combustíveis Irrradiados (ECIs)**. Nota Técnica ETN (Draft). Rio de Janeiro. Brasil. 2016c.

ELETRONUCLEAR. **Alternativas de Local para Implantação do Prédio de Armazenamento Complementar de Combustível Irradiado – UFC**. Relatório Técnico BP/G/6560/090011.

ELETRONUCLEAR. **Análise Probabilística de Ameaça Sísmica: Angra 1, 2 e 3**. Relatório GAN.T-BP/G/6980/070079.8.

ELETRONUCLEAR. **Atividades da Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Industriais**. Instrução de Trabalho IT-AE-AM-002.

ELETRONUCLEAR. **Cálculo da Probabilidade de Impacto de Aeronaves na Unidade de Armazenamento Suplementar de Combustíveis Irrradiados - UFC**, rev. 0. Relatório GSN.T-032/14. 2014.

ELETRONUCLEAR. **Relatório GSN.T-009/08**. Cálculo da Probabilidade de Impacto de Aeronaves na Usina Nuclear de Angra 3, rev. 1. Rio de Janeiro. Abr. 2009.

ELETRONUCLEAR. **Resolução da Diretoria Executiva nº 1235.006/2015**. Rio de Janeiro, 09 jun. 2015.

ELETRONUCLEAR. **Resolução da Diretoria Executiva nº 1290.001/2016**. Rio de Janeiro, 17 Mai. 2016a.

ELETRONUCLEAR. **Resolução da Diretoria Executiva nº 1305.008/16**. Rio de Janeiro, 16 Ago. 2016b.

ELETRONUCLEAR. **Resolução da Diretoria Executiva nº 1375.010/17**. Rio de Janeiro, 17 out. 2017.

ELETRONUCLEAR. **Resolução da Diretoria Executiva nº 795.001/06**. Rio de Janeiro, 16 ago. 2008.

ELETRONUCLEAR-ETN. **Crítérios de Segurança adotados para as Usinas Nucleares Angra 1, 2 e 3**. Rio de Janeiro. Brasil. 2011.

ELETRONUCLEAR-ETN. **Spent Fuel Complementary Dry Storage (UAS) - Transfer System, Facility and Spent Fuel Transference**. Technical Specification Nr. DC-X-UAS-001120. Rio de Janeiro. Brasil 2016.

FORO NUCLEAR. **La primera central nuclear española: José Cabrera**. 2017. Disponível em: <<http://www.foronuclear.org/es/el-experto-te-cuenta/119582-la-primera-central-nuclear-espanola-jose-cabrera>>. Acesso em jul. 2017.

GASNATURAL. **Las centrales nucleares en 2009 - experiencias y perspectivas**. 2010. Disponível em: <<https://www.sne.es/images/stories/recursos/actividades/experiencias-operativas/2010/Las-Centrales-Nucleares-2009.Experiencias-Perspectivas/Ponencias/JoseCabrera.pdf>>. Acesso em ago.2017.

GRIST MAGAZINE. **Is nuclear power really that expensive?**. 2018. Disponível em: <<https://grist.org/article/is-nuclear-power-really-that-expensive/>>. Acesso em abr. 2019.

HOLTEC INTERNATIONAL. Final **Safety Analysis Report for the HI-STORM 100 Cask System**. Holtec Report No.: HI-2002444. Rev. 4. Marlton. USA. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Portaria IBAMA nº 85, de 17 de outubro de 1996**. Brasília, DF, 1996.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Critérios e Padrões de Qualidade do Ar Ambiente**. Nota Técnica 603. Rev.4 . Rio de Janeiro, 1978.

SHAH, M. J.; COX, P. A. & CHOWDHURY, A. H.. **Tip-Over Analysis of the HI STORM Dry Storage Cask System**. USNRC. Washington. USA. 2003.

SISTEMA DE PROTEÇÃO AO PROGRAMA NUCLEAR BRASILEIRO. **NG 03**: Norma geral sobre a integridade física e situações de emergência nas instalações nucleares.

SOUTHERN NUCLEAR. **Plant Vogtle 3 and 4**. 2017. Disponível em: <<https://www.southerncompany.com/innovation/nuclear-energy/plant-vogtle-3-and-4.html>>. Acesso em set. 2017.

TIMES FREE PRESS. **Sequoyah reactor work complete**. 2013. Disponível em <<http://www.timesfreepress.com/news/local/story/2013/jan/12/sequoyah-reactor-work-complete/96911/>>. Acesso em Jul. 2017.

TVA – Tennessee Valley Authority. **Sequoyah Nuclear Plant**. 2017. Disponível em: <<https://www.tva.com/Energy/Our-Power-System/Nuclear/Sequoyah-Nuclear-Plant>>. Acesso em jul. 2017.

UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION (NRC). **Diablo canyon power plant and independent spent fuel storage installation (isfsi) – nrc inspection report 05000275/2016011, 05000323/2016011, and 07200026/2016001**. 2016. Disponível em: <<https://www.nrc.gov/docs/ML1632/ML16323A110.pdf>>. Acesso em abr. 2019.

UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION-USNRC. **Design Basis Tornado for Nuclear Power Plants**. Regulatory Guide 1.76. Washington. USA. 1974.

UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION-USNRC. **Safety Evaluation of the Transfer Cask**. ISFF – SAR 221. Washington. USA. 2009.

UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION-USNRC. **Spent Fuel Storage and Transportation Interim Staff Guidance**. SFST-ISG – 11 – rev. 3. Cladding Considerations for the Transportation and Storage of Spent Fuel. Washington. USA. 2003b.

US DEPARTMENT OF ENERGY. **Dry Storage Cask Inventory Assessment, Revision 2**. 2016. Disponível em: <<https://www.energy.gov/ne/downloads/dry-storage-cask-inventory-assessment-revision-2>> Acesso em set. 2017.

WANG, J. R. et all. **TRACE/FRAPTRAN Analysis of Kuosheng Nuclear Power Plant Dry-Storage System**. World Academy of Science. Engineering and Technology. International Scholarly and Scientific Research & Innovation 8 (7), 2014.

WESTON GEOFHYSICAL CORPORATION. **Geologic Investigations - Itaorna Beach Site**. Vol. 1, 2 and 3. Appendix 2.5 H, 1982

WESTON GEOFHYSICAL CORPORATION. **Geologie Studies – Vicinity of the Funil Reservoir and Resende Basin Area**. Appendix 2.5 F, 1983.

WESTON GEOFHYSICAL CORPORATION. **Progress Report on Geological Investigations – Ponta Grande Fault Zone - Itaorna Beach Site**. 1980.

WESTON GEOFHYSICAL CORPORATION. **Regional Geology, Proposed Connection of Taxaquara and Além Paraíba Mylonite Zones**. Appendix 2.5 D, 1982.

WESTON GEOFHYSICAL CORPORATION. **Regional Geology/ Proposed Connection Além Paraíba Mylonite Zones by “Rift” Structure to Itaorna Beach Area**. Appendix 2.5 E, 1982.

WESTON GEOFHYSICAL CORPORATION. **Subregional Geologic Investigations**. Appendix 2.5 G, 1982

WESTON GEOFYSICAL RESEARCH. **Geological and Geophysical Investigations.** Appendix A, 1972.

WESTON GEOPHYSICAL RESEARCH. **Regional and Site Geology and Ground Motion Design Considerations. Itaorna Beach Site.** Review and Update, 1979.

## 13.2 Diagnóstico Ambiental

### 13.2.1 Áreas de Influência do Empreendimento

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986.** Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. 1986.

### 13.2.2 Meio Físico

ANA/AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil.** Brasília, 2012.

ASSUMPÇÃO, M. et al. Seismicity patterns and focal mechanisms in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Geofísica**, São Paulo, v. 15, n. 2, July 1997. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-261X1997000200002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-261X1997000200002&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 22 jul. 2013.

BERROCAL, J. et al. **Sismicidade do Brasil.** São Paulo, IAG/USP. CNEN, 1984, 320 p.

BIENIAWSKI, Z. T. **Engineering Rock Mass Classification**, New York: John Wiley & Sons, 251 p. 1989.

CARVALHO FILHO, A. et al. **Os solos do estado do Rio de Janeiro.** In: CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Rio de Janeiro: geologia, geomorfologia, geoquímica, geofísica, recursos minerais, economia mineral, hidrogeologia, estudos de chuvas intensas, aptidão agrícola, uso e cobertura do solo, inventário de escorregamentos, diagnóstico geoambiental. Rio de Janeiro: CPRM: Embrapa Solos; [Niterói]: DRM-RJ, 2000,. 417 p. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inoid=618&sid=26>>. Acesso em 12 ago. 2013.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa geomorfológico do estado do Rio de Janeiro**: Folha SF.23-Z-A/C Volta Redonda/Ilha Grande. Rio de Janeiro, 2000. Escala 1:250.000.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO RIO DE JANEIRO. CERHI-RJ. Resolução/CERHI-RJ nº 18, de 08 de novembro de 2006. Aprova a Definição das Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. 2006.

CPRM, 2007. **Programa Levantamentos Geológicos do Brasil: mapa geológico** - Escala 1:100.000 (Folha SF23-Z-C-II Angra dos Reis).

ELETROBRAS/ELETRONUCLEAR. **Programa de Observação das Condições Climáticas – Aquisição de Dados Meteorológicos**. 2011.

ELETROBRAS/ELETRONUCLEAR. **Relatório do Local BP – U – 150 – 160035**. Revisão 0. 2016.

ELETROBRAS/ELETRONUCLEAR. **Relatório do Local BP – Y – UAS – 001103**. Revisão 2. 2013.

ELETROBRAS/ELETRONUCLEAR. **Relatório referente ao Programa de Monitoramento Sismológico Regional da CNAAA** – Referência Ano de 2016. 2017.

ELETROBRAS/ELETRONUCLEAR. **Relatórios das ações desenvolvidas pela Eletrobras Eletronuclear em atendimento aos Planos Básicos Ambientais (PBAs)**. Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA). Ano base 2012.

ELETROBRAS/ELETRONUCLEAR. **Relatórios das ações desenvolvidas pela Eletrobras Eletronuclear em atendimento aos Planos Básicos Ambientais (PBAs) – Relatórios dos Programas da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (Anexo 2)**. Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA). 2011.

ELETRONUCLEAR. Análises físico-químicas e ecotoxicológicas referentes à classificação dos corpos hídricos Sacher (captação 1), Frade (Captação 2), Praia Brava e Mambucaba. DIKA.G – 001/16. 2016.

ELETRONUCLEAR/IPEN. **Apoio Técnico na Área de Meteorologia para a Eletronuclear; Seção 3.3 – Meteorologia e Climatologia da instalação UFC da CNAAA – Resumo.** Relatório Técnico. 2014

ELETRONUCLEAR/IPEN. **Dados Meteorológicos Médios na CNAAA para Estudo de Análise de Risco.** Informação Técnica. IPEN-CEN-PSE-ETN-211-00 INFT-002-00. 2017

FRANÇA, G. B.; MAIA, L. F. P. G. Caracterização das descargas atmosféricas na área de concessão da Light no Estado do Rio de Janeiro. In: II CONGRESSO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM EMERGIA ELÉTRICA. **Anais...** Salvador, Brasil, 2003, p. 1131-1138.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL DO RIO DE JANEIRO. **Indicadores Climatológicos do Estado do Rio de Janeiro.** Governadoria do Estado do Rio de Janeiro, Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral (SECPLAN), Fundação Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Rio de Janeiro (FIDERJ). Sistemas de Informação para o Planejamento Estadual (SIPE), 1978. Rio de Janeiro, 1978. 156 p.

MARENCO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI.** 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, v. 1, 2007.

MIOTO, J. A. **Mapa de risco sísmico do sudeste brasileiro.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Publicação IPT nº 1563. Série Monografias, 10. 49 p. 1984.

OLIVEIRA, J. B. **Solos do estado de São Paulo:** descrição das classes registradas no mapa pedológico. Campinas: Instituto Agronômico, 1999. 112p.

SANTOS, H. G. dos. et al. **Sistema brasileiro de classificação dos solos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306 p.

SIAGAS/CPRM. **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas.** Disponível em < <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>>. Acesso em 2017.

SILVA, C. F. da. **Caracterização do canal central da baía da Ilha Grande com base em sísmica rasa de 7,0 Khz**. Niterói, Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense. 111p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal Fluminense, 2001. Disponível em: <[http://www.anp.gov.br/CapitalHumano/Arquivos/PRH11/CristianoFontoura\\_PRH11\\_UFF-GGO\\_M.pdf](http://www.anp.gov.br/CapitalHumano/Arquivos/PRH11/CristianoFontoura_PRH11_UFF-GGO_M.pdf)>. Acesso em 12 ago. 2013.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS. 2002. 108 p.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO DE JANEIRO. UERJ. **Atualização dos estudos relativos a estimativas de vazões mínimas na bacia hidrográfica da baía da Ilha Grande/RJ**. 2017.

### **13.2.3 Meio Biótico**

ELETRONUCLEAR/MRS. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA)** da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (EIA – Angra 3), 2005;

ELETRONUCLEAR/MRS. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA)** da Unidade 3 do Depósito Intermediário de Rejeitos Radioativos – DIRR da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA, 2003;

ELETRONUCLEAR/MRS. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA)** do Depósito 2-B e do Prédio de Monitoração do Centro de Gerenciamento de Rejeitos da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA, 2006;

ELETRONUCLEAR/MRS. **Plano de Controle Ambiental para as Unidades 1 e 2-A do Centro de Gerenciamento de Rejeitos**. 2009;

ELETRONUCLEAR/NATRONTEC. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA)** da Unidade 2 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (EIA – Angra 2), 1998.

#### **13.2.3.1 Vegetação**

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis**

nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a **Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.** <Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)> Acesso: jul/2017.

COUTINHO, R. **Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira - PROBIO**; Subprojeto Avaliação e Ações Prioritárias Para a Zona Costeira e Marinha Grupo de Ecossistemas: Costões Rochosos. 1999.

ELETRONUCLEAR/MRS. **Plano de Controle Ambiental para as Unidades 1 e 2-A do Centro de Gerenciamento de Rejeitos.** 2009, 292 p.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. <https://www.sosma.org.br/>. Acesso em junho/2017.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica:** período de 2010 a 2011. São Paulo, 2011.

GOMES, L. M.; REIS, R. B.; CRUZ, C. B. M.. **Análise da cobertura florestal da Mata Atlântica por município no Estado do Rio de Janeiro.** In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Anais. Natal, Brasil, abril 2009, p. 25-30.

IGARA CONSULTORIA EM AQUICULTURA E GESTÃO AMBIENTAL. **Definição de categoria de Unidade de Conservação da Natureza para o espaço territorial constituído pela Reserva Ecológica da Juatinga e Área Estadual de Lazer de Paraty Mirim.** v. 2 – Caracterização Ambiental, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manuais Técnicos em Geociências.** n. 1. Manual Técnico da Vegetação Brasileira, 2012.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Ciência e Conservação na Serra dos Órgãos.** [http://www.icmbio.gov.br/parnaserradosorgaos/images/stories/Vis%C3%A3o\\_geral\\_PARNASO.pdf](http://www.icmbio.gov.br/parnaserradosorgaos/images/stories/Vis%C3%A3o_geral_PARNASO.pdf), acesso em 2017.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Plano de Manejo da Estação Ecológica de Tamoios - Fase 1,** 2006.

ISA. 2001. **Dossiê Mata Atlântica 2001**. Monitoramento participativo da Mata Atlântica. Instituto Sócio Ambiental. 409p

MITTERMEIER, R.A.; GIL, P.R.; HOFFMAN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C.G.; LAMOREUX, J. & FONSECA, G.A.B. 2005. **Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest And Most Endangered Terrestrial Ecoregions**. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.

MORENO, T. R.; ROCHA, R. M. **Ecologia de Costões Rochosos**. Estud. Biol., Ambiente Divers. 34(83), 191-201. 2012.

MYERS, N., R.A. MITTERMEIER, C.G. MITTERMEIER; G.A.B. FONSECA & J. KENT. 2000. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature 403:853-858.

OLIVEIRA, A. E. S.; KURTZ, B. C.; CREED, J. C. Fitossociologia e Produção de Serrapilheira em um Trecho de Mata Atlântica, no município de Angra dos Reis, RJ: **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 02, n. 01, 2008.

OLIVEIRA, R. R. et al. **Perda de Funções Ecológicas em Florestas de Encosta de Angra dos Reis, RJ**. Pesquisas, Botânica. São Leopoldo: Instituto Anchieta de Pesquisas, n. 63, p. 41-53, 2012.

RIBEIRO, G. P. **Mapeamento Digital e Monitoramento das Áreas de Mangues do Litoral Fluminense, através de Tecnologias Digitais de Geoprocessamento e Análise Espacial**. Relatório Técnico Parcial 01. Janeiro 2012.

ROCHA, C. F. D. et al. **The remnants of restinga habitats in the brazilian Atlantic Forest of Rio de Janeiro state, Brazil: Habitat loss and risk of disappearance**. Braz. J. Biol., 67(2): 263-273. 2007.

VILANO, W. F.; SOUZA, C. R. G. Biogeografia de Costões Rochosos e sua Importância para os Estudos do Quaternário. In: XIII CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO ABEQUA. 2011.

### 13.2.3.2 Fauna

ACCORDI, I. A. Avifauna de três sítios contíguos na zona urbana do município de Canoas, RS. **Acta biol. Leopoldensia**. 23:(1) 69-81. 2001.

BERGALLO, H.G. ; ROCHA, C. F. D. ; ALVES, M. A. S. ; VANSLUYS, M. (Org.) . 2000. **A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro**. 1. ed. Rio de Janeiro: EdUERJ (Editora Universidade do Estado do Rio de Janeiro. v. 1. 166 p.

BROOKS, T.; J. TOBIAS E A. BALFORD. **Deforestation and Bird Excitncion in the Atlantic Forest**. Animal Conservation. 1999.

COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS. **Lista das Aves do Brasil**. 10 ed., 25 jan. 2015. Disponível em: <<http://www.cbro.org.br>>.

CORDEIRO, P. H. C. Análise dos padrões de distribuição geográfica das aves endêmicas da Mata Atlântica e a importância do corredor da Serra do Mar e do corredor central para conservação da biodiversidade brasileira. Corredor de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul da Bahia. Instituto de Estudos Sócio-Ambientais do Sul da Bahia e Conservation International do Brasil. 2003.

CORDEIRO, P. H. C. **Padrões de Distribuição Geográfica dos Passeriformes Endêmicos da Mata Atlântica**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais. 1999.

ETEROVICK, P. C.; CARNAVAL, A. C. O. Q.; BORGES-NOJOSA, D. M.; SILVANO, D. L.; SEGALLA, M. V. & SAZIMA, I. An overview of amphibian declines in Brazil with new records from Serra do Cipó, State of Minas Gerais. **Biotropica** 37(2): 166-179. 2005.

HEYER, W. R.; DONNELLY, M. A.; MCDIARMID, R. W.; HAYEK, L. A. C.; FOSTER M. S. **Measuring and Monitoring Biological Diversity - Standard Methods for Amphibians**. Smithsonian Institution Press, 1994. 364 p.

IUCN 1994. **Guidelines for Protected Area Management Categories**. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

IUCN 2017. **IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2016.3. Disponível em <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on junho/2017.

MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. 1. ed. Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas, v. 2.,1420 p.: il. (Biodiversidade; 19). 2008.

MARINI, M. A.; GARCIA, F. I. **Conservação de aves no Brasil**. Megadiversidade 1(1):95-102. 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA **Lista nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção**. IBAMA, Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA **O Corredor Central da Mata Atlântica: Uma Nova Escala de Conservação da Biodiversidade**. Conservação Internacional e Fundação SOS Mata Atlântica. 2006. 46 p. il.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>>. Acesso em junho/2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Mata Atlântica**. <http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>, acesso em abril/2017.

PAGLIA, A.P., FONSECA, G.A.B. DA, RYLANDS, A. B., HERRMANN, G., AGUIAR, L. M. S., CHIARELLO, A. G., LEITE, Y. L. R., COSTA, L. P., SICILIANO, S., KIERULFF, M. C. M., MENDES, S. L., TAVARES, V. DA C., MITTERMEIER, R. A. & PATTON J. L. 2012. **Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian Mammals**. 2ª Edição / 2nd Edition. Occasional Papers in Conservation Biology, Nº. 6. Conservation International, Arlington, VA. 76pp.

ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; POMBAL Jr., J. P.; GEISE, L.; VAN SLUYS, M.; FERNANDES, R.; CARAMASCHI, U. **Fauna de Anfíbios, Répteis e Mamíferos do Estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil**. Museu Nacional, Rio de Janeiro, 2004.

STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, J. W.; PARKER III, T. A.; MOSKOVITS, E D. K. **Neotropical birds, ecology and conservation**. University of Chicago Press, Chicago, USA. 1996.

YOUNG, B., LIPS, K. R.; REASER, J. K.; IBÁÑEZ, R.; SALAS, A. W.; CEDEÑO, J. R.; COLOMA, L. A.; RON, S.; LA MARCA, E.; MEYER, J. R.; MUÑOZ, A.; BOLAÑOS, F.; CHAVES, G. & ROMO, D. **Population declines and priorities for Amphibian conservation in Latin America**. Conservation Biology 15: 1213-1223. 2001.

### 13.2.3.3 Unidades de Conservação e Demais Áreas de Interesse Conservacionista

BRASIL. Decreto Legislativo nº 2, de 1994. **Aprova o texto da Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada na cidade do Rio de Janeiro, no período de 5 a 14 de junho de 1992.** <Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informma/item/7513-conven%C3%A7%C3%A3o-sobre-diversidade-biol%C3%B3gica-cdb>> Acesso: jul/2017.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.** <Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)> Acesso: jul/2017.

BRASIL. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. **Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012.** <Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm)> Acesso: jul/2017.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 9, de 24 de outubro de 1996. **Define “corredor de vegetação entre remanescentes” como área de trânsito para a fauna.** <Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=208>> Acesso: jul/2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização – Portaria MMA nº 09, 23 de janeiro de 2007.**

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros.** Brasília: MMA/SBF, 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.** <Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=322>> Acesso: jul/2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. Portaria nº 126, de 27 de maio de 2004. <Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/\\_arquivos/port126.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/port126.pdf)> Acesso: jul/2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. Portaria nº 349, de 11 de dezembro de 2006. **Reconhece como mosaico de unidades de conservação da região da Serra da Bocaina, o Mosaico Bocaina.** <Disponível em: <http://eugestor.com/legislacao/wp-content/uploads/2014/04/Portaria-n%C2%BA-349-de-11-de-dezembro-de-2006.pdf>> Acesso: jul/2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. Resolução nº 428, de 17 de dezembro de 2010. **Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências.** <Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=641>> Acesso: jul/2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. Resolução nº 473, de 11 de dezembro de 2015. **Prorroga os prazos previstos no §2º do art. 1º e inciso III do art. 5º da Resolução nº 428, de 17 de dezembro de 2010, que dispõe no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências.**

<Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=719>>  
Acesso: jul/2017.

MOSAICO BOCAINA. **O Mosaico Bocaina.** Disponível em  
<<http://www.bocaina.org.br/mosaico-bocaina/o-mosaico-bocaina>>. Acesso:  
ago/2017.

RIO DE JANEIRO. Portaria nº 1.130, de 5 de agosto de 2015. **Institui a Política Nacional de Atenção Integral à Saúde da Criança (PNAISC) no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS).** <Disponível em:  
[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2015/prt1130\\_05\\_08\\_2015.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2015/prt1130_05_08_2015.html)>  
Acesso: jul/2017.

#### **13.2.4 Meio Socioeconômico**

ANGRA DOS REIS. **Prefeitura Municipal de Angra dos Reis.** Disponível em:  
<http://www.angra.rj.gov.br>. Acesso: jul/2014.

ANGRA DOS REIS. Prefeitura Municipal de Angra dos Reis. **Plano Diretor de Angra dos Reis.** Lei nº 2.091, de 23 de janeiro de 2009. Disponível em:  
<[http://www.angra.rj.gov.br/downloads/SMA/leis/lei\\_2091.pdf](http://www.angra.rj.gov.br/downloads/SMA/leis/lei_2091.pdf)>. Acesso: set/2013.

Arquitetura Militar: Paraty, um exemplo de preservação e riqueza arquitetônica. Disponível em: < [http://www2.uol.com.br/paraty/forte\\_quartel\\_paraty.html](http://www2.uol.com.br/paraty/forte_quartel_paraty.html)> Acesso: fev/2015.

BEGOSSI, A.; LOPES, P. F., OLIVEIRA, L. E. C. e NAKANO, H. **Síntese baseada no Relatório do Diagnóstico Socioambiental das Comunidades de Pescadores Artesanais da Baía da Ilha Grande (RJ).** Rio de Janeiro : Instituto BioAtlântica, 2009.

BRASIL. **Constituição (1988).** Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil, 1988.** Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm)>. Acesso em Abril/2017.

BRASIL. Decreto nº 1.775, de 08 de janeiro de 1996. **Dispõe sobre o procedimento administrativo de demarcação das terras indígenas e dá outras providências.** DF. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D1775.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D1775.htm)>. Acesso em Abril-Maio/2017.

BRASIL. Decreto nº 3.551, de 4 de agosto de 2000. **Institui o Registro de Bens Culturais de Natureza Imaterial que constituem patrimônio cultural brasileiro, cria o Programa Nacional do Patrimônio Imaterial e dá outras providências.** Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d3551.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3551.htm)>. Acesso em Abril/2017.

BRASIL. **Decreto nº 3551**, de 04 de agosto de 2000 <Disponível em: <http://www.planalto.gov.br> – Acesso: jul/2014.

BRASIL. Decreto nº 4.887, de 20 de novembro de 2003. **Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos de que trata o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias.** Brasília, DF. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2003/d4887.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4887.htm)>. Acesso em Abril-Maio/2017.

BRASIL. Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007. **Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 de fevereiro de 2007, Seção 1, p. 316. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/decreto/d6040.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6040.htm)>. Acesso em Abril-Maio/2017.

BRASIL. **Decreto-lei nº 25**, de 30 de novembro de 1937 <Disponível em: <http://www.planalto.gov.br> – Acesso: jul/2014.

BRASIL. Decreto-Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937. **Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional.** Brasília, DF. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/Del0025.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0025.htm)>. Acesso em Abril/2017.

BRASIL. Lei nº 11.483, de 31 de maio de 2007. **Dispõe sobre a revitalização do setor ferroviário, altera dispositivos da Lei no 10.233, de 5 de junho de 2001, e**

**dá outras providências.** Disponível em <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11483.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11483.htm)>. Acesso em  
Abril/2017.

BRASIL. Lei nº 11.959, de 29 de Junho de 2009. **Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei no 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências.** Disponível em <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l11959.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11959.htm)>. Acesso em Abril-Maio/2017.

BRASIL. Lei nº 3.924, de 26 de julho de 1961. **Dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos. Brasília, DF.** Disponível em <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1950-1969/L3924.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L3924.htm)>. Acesso em  
Abril/2017.

BRASIL. Lei nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973. **Dispõe sobre o Estatuto do Índio. Brasília, DF.** Disponível em <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6001.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6001.htm)>. Acesso em Abril-Maio/2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CULTURA (MINC). FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES. **Comunidades Quilombolas.** Disponível em  
<[http://www.palmares.gov.br/?page\\_id=37551](http://www.palmares.gov.br/?page_id=37551)>. Acesso em Abril-Maio/2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CULTURA (MINC). INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). Disponível em  
<<http://portal.iphan.gov.br>>. Acesso em Abril-Maio/2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CULTURA (MINC). INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA).** Disponível em <<<http://portal.iphan.gov.br>>. Acesso em  
Abril-Maio/2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CULTURA (MINC). INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). Arquivo Shapefile de Sítios Georreferenciados. Disponível em <<<http://portal.iphan.gov.br>>. Acesso em  
Abril-Maio/2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA JUSTIÇA. FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO (FUNAI). **Terras Indígenas**. Disponível em <<http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/terras-indigenas>>. Acesso em Abril-Maio/2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO (MDA). INSTITUTO DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). **Terras Quilombolas**. Disponível em <<http://www.incra.gov.br/quilombola>>. Acesso em Abril-Maio/2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO (MDA). INSTITUTO DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). **Assentamentos/Acervo Fundiário**. Disponível em <<http://acervofundiario.incra.gov.br/i3geo/ogc/index.php#>>. Acesso em Abril-Maio/2017.

BRASIL. **Ministério do Trabalho. Informações para o Sistema Público de Emprego e Renda**. Disponível em: <[http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged\\_isper/index.php](http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged_isper/index.php)>. Acesso: jun/2017.

BRASIL. Portaria IBAMA nº 112, de 21 de agosto de 2002. Aprova o Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.

BRASIL. Portaria Interministerial nº 60, de 24 de março de 2015. **Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 de março de 2015, Seção 1, p. 71. Disponível em <[http://portal.iphan.gov.br/uploads/legislacao/Portaria\\_Interministerial\\_60\\_de\\_24\\_de\\_marco\\_de\\_2015.pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/legislacao/Portaria_Interministerial_60_de_24_de_marco_de_2015.pdf)>. Acesso em Abril-Maio/2017.

BRASIL. Portaria nº 127, de 30 de abril de 2009. **Estabelece a chancela da Paisagem Cultural Brasileira**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 05 de maio de 2009, Seção 1, p. 17. Disponível em <[http://portal.iphan.gov.br/uploads/legislacao/Portaria\\_127\\_de\\_30\\_de\\_Abril\\_de\\_2009.pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/legislacao/Portaria_127_de_30_de_Abril_de_2009.pdf)>. Acesso em Abril/2017.

CARVALHO, Maria Letícia de Alvarenga. **Quilombo Cabral**. Belo Horizonte: NUQ/FAFICH; OJB;FAFICH, 2016. Disponível em <

[http://www.incra.gov.br/sites/default/files/terras\\_de\\_quilombos\\_cabral-rj.pdf](http://www.incra.gov.br/sites/default/files/terras_de_quilombos_cabral-rj.pdf)>. Acesso em Abril-Maio/2017.

CARVALHO, Renato José Saraiva. Territorialidade da Comunidade de Pescadores Artesanais: Praia do Perequê, Guarujá – SP. 2010. 107 Fls. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Local). Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, 2010. Disponível em < <http://site.ucdb.br/public/md-dissertacoes/8104-territorialidade-da-comunidade-de-pescadores-artesanais-praia-do-pereque-guaruja-sp.pdf>>. Acesso em Maio/2017.

CEPERJ, Centro de Estatísticas, Estudos e Pesquisas. Divisão regional, segundo as mesorregiões, microrregiões geográficas e municípios. Disponível em < [http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/info\\_territorios/divis\\_regional.html](http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/info_territorios/divis_regional.html)>. Acesso em Maio/2017.

CNSA/IPHAN. **Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos**. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.

DATASUS. **Cadastro Nacional de Estabelecimento de Saúde – CNES**: Recursos Físicos. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0204>>. Acesso: jun/2017.

ELETRONUCLEAR/MRS. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA)** da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (EIA – Angra 3), 2005.

ELETRONUCLEAR/MRS. **Plano de Controle Ambiental - PCA para a Unidade 1 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto**. 2009.

ELETRONUCLEAR/MRS. **Plano de Controle Ambiental para as Unidades 1 e 2-A do Centro de Gerenciamento de Rejeitos**. 2009.

ESTRELA DA COSTA, Ana Carolina. **Quilombo Alto da Serra. Belo Horizonte**: FAFICH, 2016. Disponível em < [http://www.incra.gov.br/sites/default/files/terras\\_de\\_quilombos\\_alto\\_da\\_serra-rj.pdf](http://www.incra.gov.br/sites/default/files/terras_de_quilombos_alto_da_serra-rj.pdf)>. Acesso em Abril-Maio/2017.

FUNDAÇÃO CEPERJ. **Banco de Dados Municipais**. Disponível em: <[http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/ent/anu\\_online.html](http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/ent/anu_online.html)>. Acesso: jun/2017.

FUNDAÇÃO CEPERJ. **PIB Municipal.** Disponível em: <  
<http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/pib/pib.html> >. Acesso: jun/2017.

ICMBIO, 2002. **Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.** Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/extras/62-plano-de-manejo-e-monitorias.html>. Acesso: Jul/2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/home>>. Acesso em Maio/2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário de 2006.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/>>. Acesso: abr/2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2000** – Resultados do Universo. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso: jun/2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010** – Resultados do Universo. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso: jun/2017.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL/MINC. **Roteiro para a salvaguarda do patrimônio cultural imaterial - Região do Cariri.** Fortaleza: 4ª Superintendência Regional. 2007, p. 09.

INSTITUTO ESTADUAL DO PATRIMÔNIO CULTURAL (INEPAC) – Governo do Rio de Janeiro. Disponível em <http://www.inepac.rj.gov.br>>. Acesso em Abril e Maio/2017.

OLIVEIRA, N.V. **Diagnóstico do Potencial Arqueológico em Área de Futura Supressão de Vegetação na Área da Central Nuclear Almirante Alvaro Alberto (CNAAA),** Set/2017.

OLIVEIRA, Nanci Vieira de. **Angra 3: Diagnóstico do Potencial Arqueológico.** Relatório Técnico, março/2006.

OLIVEIRA, Nanci Vieira de. **Diagnóstico do Potencial Arqueológico em Área de Futura Supressão de Vegetação na Área da Central Nuclear Almirante Alvaro Alberto** (CNAAA), Set/2017.

OLIVEIRA, Nanci Vieira de. **Fortaleza de Piraquara, Angra dos Reis-RJ**. Revista de Humanidades/MNEME – Dossiê Arqueologias Brasileiras, v. 6, n. 13, dez.2014/jan.2005.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ANGRA DOS REIS. RIO DE JANEIRO. Disponível em <<http://www.angra.rj.gov.br>>. Acesso em Abril e Maio/2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PARATY. RIO DE JANEIRO. Disponível em <<http://www.pmparaty.rj.gov.br>>. Acesso em Abril e Maio/2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO CLARO. RIO DE JANEIRO. Disponível em <<http://rioclaro.rj.gov.br>>. Acesso em Abril e Maio/2017.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Atlas Brasil, 2013. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>>. Acesso: mai/2015.

QUILOMBO CAMPINHO DA INDEPENDÊNCIA. Disponível em <http://quilombocampinhodaindependencia.blogspot.com.br/>. Acesso em maio/2017.

SECRETARIA DO ESTADO DA CULTURA DO RIO DE JANEIRO. **Mapa de Cultura do Rio de Janeiro**. Disponível em <<http://mapadecultura.rj.gov>>. Acesso em Abril e Maio/2017.

SILVA, Adriano Prysthon da. **Pesca artesanal brasileira**. Aspectos conceituais, históricos, institucionais e prospectivos. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2014.

TURISMO EM PARATY. Disponível em <http://www.paraty.tur.br/>. Acesso em Maio/2017.

### **13.3 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais**

MAIA. . **Manual de Avaliação de Impactos Ambientais**. Curitiba: SURE HMA/GTZ. 1992.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986. **Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.** 1986.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Resolução CONAMA nº 1, de 8 de março de 1990.** Dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos, das atividades industriais. 1990.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Resolução CONAMA nº 279, de 27 de junho de 2001.**

SÁNCHEZ, Luiz Enrique. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos.** Ed. Oficina de Textos. São Paulo, 2008.

#### **13.4 Medidas Mitigadoras e Programas Ambientais**

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego . **NR-6.** Equipamento de Proteção Individual - EPI. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978. Versão Corrigida 2011. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>. Acesso em set/2017;

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 469, de 29 de julho de 2015.** Altera a Resolução CONAMA nº 357, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União nº 144, Brasília, DF, 30 jul. 2015;

BRASIL. Resolução CONAMA nº 1, de 08 de março de 1990. Dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. **Diário Oficial da União** nº 63, Brasília, DF, 02 abr. 1990. Seção 1, p. 6408;

BRASIL. Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001. Estabele o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 jun. 2001, p. 80;

BRASIL. Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 jul. 2002, p. 95-96;

BRASIL. Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 04 mai. 2005;

BRASIL. Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 jun. 2005, p. 128-130;

BRASIL. Resolução CONAMA nº 450, de 06 de março de 2012. Altera os arts. 9º, 16, 19, 20, 21 e 22, e acrescenta o art. 24-A à Resolução nº 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, que dispõe sobre recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 06 mar. 2012;

ELETROBRAS/ELETRONUCLEAR. **Identificação de Avaliação dos Aspectos e Impactos Ambientais do Sistema de Gestão Ambiental**. Procedimento Corporativo. Documento nº PC-AG-AM-011, rev 0. 2017.

ELETROBRAS/ELETRONUCLEAR. **Manual do Sistema de Gestão Ambiental – SGA**. Procedimento Corporativo. Documento nº PC-AG-AM-010, rev 0. 2017.

ELETROBRAS/ELETRONUCLEAR. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS**. Procedimento Corporativo. Documento nº PC-AG-AM-007, rev 02. 2015.

ELETROBRAS/ELETRONUCLEAR. **Relatórios das ações desenvolvidas pela Eletrobras Eletronuclear em atendimento aos Planos Básicos Ambientais (PBAs) – Relatórios dos Programas da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto**. Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA). Ano base 2016.

### **13.5 Análise de Risco e Acidentes**

AREVA Inc. **Updated Final Safety Analysis Report for the Standardized NUHOMS Horizontal Modular Storage System for Irradiated Nuclear Fuel.** Technical Report Nr. NUH003.0103. Rev. 14. Columbia. USA. 2004.

ELETRONUCLEAR. ETN. **Armazenamento Complementar à Seco de Elementos Combustíveis Irrradiados (ECIs).** Nota Técnica ETN (Draft). Rio de Janeiro. Brasil. 2016.

HOLTEC INTERNATIONAL. Final **Safety Analysis Report for the HI-STORM 100 Cask System.** Holtec Report No.: HI-2002444. Rev. 4. Marlton. USA. 2006.

### **13.6 Plano de Descomissionamento**

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. CNEN NN 9.01, **Descomissionamento de Usinas Nucleoelétricas,** 2012.

ELETROBRAS ELETRONUCLEAR. SN.T.001.14, **Plano Preliminar de Descomissionamento da CNAAA,** 2014.

**14 GLOSSÁRIO**

<b>AQUÍFERO</b>	Unidade geológica que contém e libera água em quantidades suficientes de modo que pode ser utilizado como fonte de abastecimento
<b>ÁREA BASAL</b>	Parâmetro fitossociológico empregado para indicar a dominância das espécies em uma comunidade. É estimada através da medição do perímetro ou do diâmetro dos troncos e da utilização de fórmulas específicas.
<b>ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA</b>	Área delimitada em função de características socioeconômicas, físicas e biológicas da região - onde se pretende inserir o empreendimento - e das particularidades do empreendimento proposto, abrangendo a área diretamente afetada (ADA) por sua implantação
<b>ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA</b>	A definição da AII apoia-se na abrangência dos fatores ambientais indiretamente afetados pelo empreendimento, apresentando-se como a região potencialmente sujeita aos impactos indiretos de sua implantação e ocupação e incluindo os ecossistemas e/ou sistemas socioeconômicos que podem ser modificados a partir de alterações ocorridas durante sua implantação e operação
<b>ÁREA DIRETAMENTE AFETADA</b>	Corresponde aos locais diretamente afetados pelas ações construtivas a serem executadas em função da implantação e operação
<b>ÁREAS DE INFLUÊNCIA</b>	Um dado território, sobre o qual exerce influência de ordem ecológica e/ou socioeconômica, podendo trazer alterações nos processos ecossistêmicos
<b>AVIFAUNA</b>	Conjunto de espécies de aves que vivem em uma determinada região.
<b>BACIA HIDROGRÁFICA</b>	Região compreendida entre divisores de água, na qual toda a água aí precipitada escoar por um único exutório.

<b>BIODIVERSIDADE</b>	Total de genes, espécies e ecossistemas de uma região. A biodiversidade genética refere-se à variação dos genes dentro das espécies, cobrindo diferentes populações da mesma espécie ou a variação genética dentro de uma população. A diversidade de espécies refere-se à variedade de espécies existentes dentro de uma região. A diversidade de ecossistemas refere-se à variedade de ecossistemas de uma dada região. A diversidade cultural humana também pode ser considerada parte da biodiversidade, pois alguns atributos das culturas humanas representam soluções aos problemas de sobrevivência em determinados ambientes. A diversidade cultural manifesta-se pela diversidade de linguagem, crenças religiosas, práticas de manejo da terra, arte, música, estrutura social e seleção de cultivos agrícolas, dentre outros.
<b>BIOMA</b>	Conjunto de vida (vegetal e animal) definida pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, resultando em uma diversidade biológica própria
<b>BIÓTICO</b>	Componente vivo do meio ambiente. Inclui a fauna, flora, vírus, bactérias, etc.
<b>BREJO</b>	Terreno plano, encharcado, que aparece nas regiões de cabeceiras ou em zonas de transbordamento de rios. Embora os brejos das regiões litorâneas geralmente sejam originados à partir de rios permanentes, os brejos de cabeceiras podem se formar em regiões com rios intermitentes.
<b>CALOR RESIDUAL</b>	Sub-produto resultante de muitos processos industriais, tal como, refrigeração, limpeza de gás de combustão em instalações de incineração de grande porte, de tratamento de águas residuais e os vários processos químicos.
<b>COBERTURA VEGETAL</b>	Termo usado no mapeamento de dados ambientais para designar os tipos ou formas de vegetação natural ou plantada - mata, capoeira, culturas, campo etc, que recobrem uma área ou um terreno
<b>COLÚVIO</b>	Detritos rochosos, angulosos e sem classificação, produzidos pelo intemperismo e deslocados encosta abaixo pela ação da gravidade.
<b>COMBUSTÍVEL IRRADIADO</b>	Significa combustível nuclear que foi irradiado no reator e removido em caráter definitivo do núcleo do reator.

<b>CORREDOR ECOLÓGICO</b>	Termo adotado pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que abrange as porções de ecossistemas naturais ou seminaturais que interligam unidades de conservação e outras áreas naturais, possibilitando o fluxo de genes e o movimento da biota entre elas, facilitando a dispersão de espécies, a recolonização de áreas degradadas, a preservação das espécies raras e a manutenção de populações que necessitam, para sua sobrevivência, de áreas maiores do que as disponíveis nas unidades de conservação. Os corredores ecológicos são fundamentais para a manutenção da biodiversidade a médio e longo prazos.
<b>DINÂMICA POPULACIONAL</b>	Estudo funcional das características da população, como crescimento, dispersão, mudanças de composição, e em relação aos fatores intrínsecos e extrínsecos que as determinam
<b>DIVERSIDADE</b>	Número ou variedade de espécies em um local
<b>ECOSSISTEMA</b>	Complexo dinâmico de comunidades vegetais, animais e de microrganismos e o seu meio inorgânico que interagem como uma unidade funcional.
<b>EDUCAÇÃO AMBIENTAL</b>	Processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.
<b>EFLUENTE</b>	Qualquer tipo de água ou líquido, que flui de um sistema de coleta, ou de transporte, como tubulações, canais, reservatórios, e elevatórias, ou de um sistema de tratamento ou disposição final, com estações de tratamento e corpos de água receptores.
<b>ELEMENTOS COMBUSTÍVEIS</b>	Conjunto de varetas contendo combustível, mantidas unidas por meio de componentes estruturais, conservando-se como uma unidade estrutural durante todas as atividades de transporte, recebimento, armazenagem e manuseio, bem como nas operações de irradiação do núcleo do reator.
<b>EROSÃO</b>	Processo pelo qual a camada superficial do solo ou partes do solo são retiradas pelo impacto de gotas de chuva, ventos e ondas e são transportadas e depositadas em outro lugar
<b>ESPÉCIE AMEAÇADA</b>	Espécie animal ou vegetal que se encontra em perigo de extinção, sendo sua sobrevivência incerta, caso os fatores que causam essa ameaça continuem atuando.
<b>ESPÉCIE ENDÊMICA</b>	Espécie animal ou vegetal que ocorre somente em uma determinada área ou região geográfica.

<b>ESPÉCIE EXÓTICA</b>	Espécie presente em uma determinada área geográfica da qual não é originária.
<b>ESPÉCIE NATIVA</b>	Espécie vegetal ou animal que, suposta ou comprovadamente, é originária da área geográfica em que atualmente ocorre.
<b>ESPÉCIE VULNERÁVEL</b>	Espécie vegetal ou animal que poderá ser considerada em perigo de extinção, caso os fatores causais da ameaça continuem a operar. Incluem-se aqui as populações que sofrem grande pressão de exploração.
<b>ESPÉCIES MIGRATÓRIAS/ MIGRANTES</b>	Espécies de animais que se deslocam de uma região para outra, quase sempre com regularidade e precisão espacial e temporal, devido ao mecanismo instintivo.
<b>ESTRATIFICAÇÃO</b>	Disposição paralela ou subparalela que tomam as camadas ao se acumularem formando uma rocha sedimentar. Normalmente é formada pela alternância de camadas sedimentares com granulação e cores diferentes, ressaltando o plano de sedimentação
<b>FAUNA</b>	Termo coletivo para a vida animal de uma determinada região
<b>FITOSSOCIOLOGIA</b>	Ciência voltada ao estudo das comunidades vegetais, envolvendo o estudo de todos os fenômenos relacionados com a vida das plantas dentro das unidades sociais. Retrata o complexo vegetação, solo, clima. É a parte da ecologia que estuda as associações e inter-relações entre as populações vegetais.
<b>FLORA</b>	Conjunto de entidades taxonômicas vegetais (espécies, gêneros etc.) que compõe a vegetação de um território de dimensões consideráveis, como por exemplo, a flora do cerrado.
<b>FLORA HERBÁCEA</b>	Plantas de caule macio, que não sofre crescimento secundário ao longo de seu desenvolvimento.
<b>FLORÍSTICA</b>	Parte da fitogeografia que trata particularmente das entidades taxonômicas encontradas em um determinado território.
<b>FRAGMENTO FLORESTAL</b>	Remanescente de ecossistema natural isolado em função de barreiras, antrópicas ou naturais, que resultam em diminuição significativa do fluxo gênico de plantas e animais.
<b>GEOPROCESSAMENTO</b>	Conjunto de tecnologias voltadas à coleta e tratamento de informações geográficas.

<b>GNAISSE</b>	Rocha metamórfica essencialmente quartzo-feldspática, granulação frequentemente média a grossa; a estrutura é muito variável desde maciça, granitóide, com foliação dada pelo achatamento dos grãos até bandada, com bandas, geralmente milimétricas a centimétricas, quartzo-feldspáticas alternadas com bandas mais máficas, derivada de processos de segregação metamórfica que culminam em rochas migmáticas
<b>HERPETOFAUNA</b>	Conjunto das espécies de répteis e anfíbios que vivem em uma determinada região.
<b>HIDROGEOLOGIA</b>	Ciência que trata da ocorrência, distribuição e do movimento das águas subterrâneas, levando em consideração suas propriedades físicas e químicas, suas interações com os meios físicos e biológico e suas reações à ação do homem.
<b>HIDROMÓRFICOS</b>	Solos que se encontram na parte mais baixa da paisagem local. Formam-se em condições de baixo potencial de oxirredução. Apresentam comumente espessa camada escura de matéria orgânica mal decomposta sobre camada acinzentada (horizonte glei), evidenciando ausência de Fe <sup>3+</sup> .
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais. Resolução CONAMA nº 306, de 5 de julho de 2002.
<b>LAYOUT</b>	É o arranjo físico do projeto, o modo no qual estão organizados os equipamentos, máquinas, produtos e etc.
<b>LENÇOL FREÁTICO</b>	Depósito subterrâneo de água situado a pouca profundidade. Lençol de água subterrânea de onde se extrai boa parte da água para consumo humano.
<b>LITOLOGIA</b>	Descrição das características que determinam a natureza, o aspecto e as propriedades de uma rocha de modo a particularizá-la, tendo por base parâmetros como: textura, cor, composição mineralógica e/ou química, granulometria, etc.
<b>MANANCIAL</b>	Qualquer corpo d'água superficial ou subterrâneo, que serve como fonte de abastecimento.

<b>MANEJO</b>	Interferência planejada e criteriosa do homem no sistema natural, para produzir um benefício ou alcançar um objetivo, favorecendo o funcionalismo essencial desse sistema natural. É baseado em método científico, apoiado em pesquisa e em conhecimentos sólidos, com base nas seguintes etapas: observação, hipótese, teste da hipótese e execução do plano experimental.
<b>MANGUEZAL</b>	Ecosistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos sujeitos à ação das marés e localizados em áreas relativamente abrigadas, tais como baías, estuários e lagunas (ambientes estuarinos de baixa energia). São normalmente constituídos de vasas lodosas recentes, às quais se associam um tipo particular de flora e fauna.
<b>MASTOFAUNA</b>	Conjunto das espécies de mamíferos que vivem em uma determinada região.
<b>MEDIDAS COMPENSATÓRIAS</b>	Medidas destinadas a compensar impactos ambientais negativos, tomadas voluntariamente pelos responsáveis por esses impactos, ou exigidas pelo órgão ambiental competente. São destinadas a compensar impactos irreversíveis que não podem ser evitados
<b>MEDIDAS MITIGADORAS</b>	São aquelas destinadas a mitigar/reduzir impactos negativos ou reduzir sua magnitude.
<b>MEDIDAS POTENCIALIZADORAS</b>	São as medidas destinadas a potencializar os impactos positivos de um empreendimento ou atividade
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>	Ações de caráter preventivo, de forma que sua adoção previna a ocorrência de impactos ambientais potenciais identificados.
<b>MEIO BIÓTICO</b>	Abrange as relações do empreendimento com o conjunto de seres vivos que compõem um ecossistema, tanto de fauna (mamíferos, répteis, anfíbios, aves etc.) quanto flora (vegetação terrestre e aquática).
<b>MEIO FÍSICO</b>	Também conhecido como meio abiótico, compreende as relações do empreendimento com o clima, ar, solos, geologia, geomorfologia e os recursos hídricos da área de influência do empreendimento.
<b>MEIO SOCIOECONÔMICO</b>	Abrange as relações do empreendimento com os aspectos socioeconômicos, sociopolíticos, antropológicos, culturais e sobre o patrimônio histórico, paisagístico, arqueológico e paleontológico.
<b>NASCENTE</b>	Surgência natural de água, em superfície, a partir de uma camada aquífera.
<b>OMBRÓFILA</b>	Vocábulo de origem grega que significa “amigo das chuvas”.
<b>PER CAPITA</b>	Expressão latina que significa para cada cabeça, no caso, por habitante.

<b>PLASTICIDADE</b>	Facilidade de adaptação às condições do meio.
<b>PROJETO BÁSICO AMBIENTAL (PBA)</b>	Compreende o conjunto de programas, projetos e planos, visa implementar as ações (medidas mitigadoras, compensatórias e indutoras) dimensionadas a partir do grau de alteração ambiental identificado, essas ações possuem caráter preventivo e corretivo.
<b>QUALIDADE DA ÁGUA</b>	Características químicas, físicas e biológicas, relacionadas com o seu uso para um determinado fim. A mesma água pode ser de boa qualidade para um determinado fim e de má qualidade para outro, dependendo de suas características e das exigências requeridas pelo uso específico. É calculada pelo IQA (Índice de Qualidade da Água).
<b>QUALIDADE DO AR</b>	Produto da interação de um complexo conjunto de fatores dentre os quais destacam-se a magnitude das emissões, a topografia e as condições meteorológicas da região, favoráveis ou não à dispersão dos poluentes.
<b>QUADRICULADO UTM</b>	Sistema de quadriculado cartográfico com base na projeção transversa de Mercator, destinado às cartas da superfície terrestre até as latitudes de 840 N e 800 S.
<b>RECUPERAÇÃO DE ÁREA</b>	Restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original.
<b>RECURSOS NATURAIS</b>	Denominação aplicada a todas as matérias - primas, tanto aquelas renováveis como as não renováveis, obtidas diretamente da natureza, e aproveitáveis pelo homem.
<b>REGENERAÇÃO NATURAL</b>	Estabelecimento de um povoamento florestal por meios naturais, ou seja, através de sementes provenientes de povoamentos próximos, depositadas pelo vento, aves ou outros animais.
<b>REJEITOS RADIOATIVOS</b>	Materiais que possuem radionuclídeos em quantidades superiores a limites estabelecidos pela CNEN.
<b>REMANESCENTE FLORESTAL</b>	Fragmento florestal com características da floresta original.
<b>RESÍDUOS</b>	Materiais, ou restos de materiais, cujo proprietário ou produtor não os considera mais com valor suficiente para conservá-los. Podem ser sólidos ou líquidos.
<b>RESTINGA</b>	Conjunto das comunidades vegetais, fisionomicamente distintas, sob influência marinha e fluvio-marinha. Essas comunidades, distribuídas em mosaico, ocorrem em áreas de grande diversidade ecológica, sendo consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do solo que do clima.

<b>SENSORIAMENTO REMOTO</b>	Tecnologia que permite a aquisição de informações sobre objetos ou fenômenos através de ondas eletromagnéticas, sem que haja contato direto com os mesmos, e onde o homem não é parte essencial no processo de detecção e registro das informações.
<b>SINERGIA</b>	(1) Fenômeno químico no qual o efeito obtido pela ação combinada de duas substâncias químicas diferentes é maior do que a soma dos efeitos individuais dessas mesmas substâncias. (2) Ação simultânea de pessoas e/ou organizações com um mesmo propósito.
<b>SUCCESSÃO ECOLÓGICA</b>	Substituição sequencial de espécies vegetais e animais em uma comunidade biótica. Compreende todas as etapas do processo, desde a chegada das espécies pioneiras até o clímax. Quando o processo se refere apenas a comunidade de plantas recebe a denominação de sucessão vegetal. O processo de sucessão permite que o ecossistema se recomponha após sofrer um impacto.
<b>TÁXON</b>	Qualquer unidade taxonômica, sem especificação da categoria.
<b>UNIDADE DE PROTEÇÃO INTEGRAL</b>	A proteção da natureza é o principal objetivo dessas unidades, por isso as regras e normas são mais restritivas. Nesse grupo é permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais; ou seja, aquele que não envolve consumo, coleta ou dano aos recursos naturais.
<b>USO DO SOLO</b>	Diferentes formas de uso do território, resultante de processos de ocupação espontânea ou de processos de planejamento geridos pelo Poder Público. Os usos do solo podem se classificar de distintas maneiras e graus de detalhamento, de acordo com as exigências técnicas dos estudos que se estejam realizando, ou dos objetivos do processo de planejamento. A partir das classes de uso rural e urbano, estas podem ser subdivididas de modo a abranger as demais formas de ocupação (por exemplo, uso institucional, industrial, residencial, agrícola, pecuário, de preservação permanente).
<b>VAZÃO</b>	Volume de água, medido em litros por segundo ou metros cúbicos por hora, que é retirado de um poço, por meio de uma bomba ou compressor. A vazão pode ser natural, como no caso de uma fonte ou nascente, ou em poços tubulares com condições de artesianismo.
<b>VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA OU EM REGENERAÇÃO</b>	É aquela resultante dos processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais, podendo nela ocorrer árvores da vegetação primária.

## 15 APÊNDICES

**Apêndice 4.3.2-1** – Arranjo Geral, Estruturas da Área Externa - VA-U UZT-000001\_r4

**Apêndice 4.3.2-2** – Relatório BP-U-6620-190020 (Regularização da Bancada até a Cota 31 – Desmonte do Talude Rochoso atrás do Centro de Informações) e Relatório BP-U-6081-171000 (Projeto Executivo para o Desmonte do Talude Rochoso atrás do Centro de Informações de Itaorna)

**Apêndice 4.4.1-1** – *Layout* das Áreas da Instalação, Plantas - UE-U UAS-00001r2

**Apêndice 4.4.3-1** – Relatório GSN.T.032.14 – Probabilidade de Impacto de Aeronaves na Unidade de Armazenamento Suplementar de Combustíveis irradiados – UFC

**Apêndice 4.4.3-2** – Relatório BP-U-UAS-190003 - Simulação Numérica da Dispersão Térmica no Entorno da UAS

**Apêndice 5.1.1-1** – Mapa das Áreas de Influência dos Meios Físico e Biótico

**Apêndice 5.1.1-2** - Mapa das Áreas de Influência do Meio Socioeconômico

**Apêndice 5.2.2-1** - Mapa Geomorfológico

**Apêndice 5.2.3-1** - Mapa Geológico

**Apêndice 5.2.6-1** - Mapa Pedológico

**Apêndice 5.2.8-1** - Mapa de Hidrografia

**Apêndice 5.3.2-1** - Mapa de Vegetação e Uso e Ocupação do Solo na AID

**Apêndice 5.3.4-1** - Mapa de Unidades de Conservação

**Apêndice 5.3.4-2** - Mapa das Áreas Prioritárias para Conservação

**Apêndice 5.4.4-1** - Mapa de Localização dos Sítios Arqueológicos Identificados no Levantamento Bibliográfico

**Apêndice 5.5.2-1** - Mapa de Sensibilidade Ambiental

**Apêndice 7.1.1-1** – Relatório das ações desenvolvidas pela ELETROBRAS/ELETRONUCLEAR em atendimento aos

Planos Básicos Ambientais (PBA's) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (Ano Base 2016).

**Apêndice 7.1.1-2** - Mapa de Pontos de Monitoramento

**Apêndice 7.1.1-3** – Instrução IT-AE-AM-002 (Atividades da Central de Armazenamento Temporário de Resíduos Industriais) e PC-AG-AM-007 r.2 (Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS)

**Apêndice 9.1.1-1** – Estudo de Análise de Risco Convencional (EAR)

**Apêndice 11.1.1-1** - Relatório BP-U-UAS-190004 – Resumo do Plano Preliminar de Descomissionamento da CNAAA com ênfase na Unidade de Armazenamento à Seco de Elementos Combustíveis Irrradiados

**Apêndice 15.1.1-1** - Check-list

## **16 ANEXOS**

**Anexo 3.2.1-1** – Anotação de Responsabilidade Técnica

**Anexo 4.4.4-1** – Parecer Técnico 4/2017-DENEF/COHID/CGTEF/DILIC

**Anexo 5.3.2-1** – Autorização de Supressão de Vegetação nº 1206/2017

**Anexo 5.4.4-1** - Diagnóstico do Potencial Arqueológico em Área de Futura Supressão de Vegetação na Área da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA)

**Anexo 8.1.1-1** - Parecer 81-2016-COJUD-PFE-IBAMA-SEDE-PGF-AGU

**Anexo 15.1.1-1** – Ofício nº 144/2019/DENEF/COHID/CGTEF/DILIC