



**Eletrobras**  
Eletronuclear

**CRITÉRIOS DE SEGURANÇA  
ADOTADOS PARA AS  
USINAS NUCLEARES  
ANGRA 1, ANGRA 2 E ANGRA 3**

10/05/2011

# **CRITÉRIOS DE SEGURANÇA ADOTADOS PARA AS USINAS NUCLEARES ANGRA 1, ANGRA 2 E ANGRA 3** *(10/05/2011)*

## **Índice:**

1. Considerações Gerais
2. Tecnologia Usada
3. Segurança no Projeto
4. Geração de Energia Nuclear
5. Prédios de Contenção
6. Resíduos Radioativos
7. Monitoramento Ambiental
8. Proteção Física
9. Plano de Emergência
10. Cultura de Segurança
11. Licenciamento
12. Padrões de Segurança Nuclear Adotados no Brasil

## **Anexos**

- Anexo 1: Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro (PEE/RJ)
- Anexo 2: Norma CNEN-NE 1.04 Licenciamento de Instalações Nucleares
- Anexo 3: Norma CNEN-NE-1.26, Segurança na Operação de Usinas Nucleoelétricas
- Anexo 4: Norma CNEN-NE-1.21, Manutenção das Usinas Nucleoelétricas
- Anexo 5: 5º Relatório Brasileiro para a Convenção Internacional de Segurança Nuclear
- Anexo 6: Relatório Brasileiro para o 3ª Reunião da Convenção Conjunta sobre Segurança no Gerenciamento de Combustível Nuclear Usado e sobre Segurança no Gerenciamento de Rejeitos Radioativos

## 1. Considerações gerais

De todas as atividades industriais, a geração de energia elétrica em usinas nucleares é uma das que oferecem menos risco. O pensamento e atitude dominante é a melhoria contínua, que é sempre possível melhorar a segurança.

As usinas que constituem a Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, CNAAA, foram projetadas e construídas dentro dos mais rigorosos critérios de segurança adotados internacionalmente. Seu licenciamento ambiental está a cargo do IBAMA, e o nuclear está a cargo da CNEN, obedecendo rigorosamente a legislação vigente no país.

No projeto e na operação da CNAAA a segurança ganha prioridade absoluta, e de acordo com a Política de Gestão Integrada da Segurança da Eletrobras Eletronuclear, "A Segurança Nuclear é prioritária e precede a produção, não devendo nunca ser comprometida por qualquer razão". Tem-se como meta deste esforço satisfazer o objetivo principal que é proteger os indivíduos, a sociedade e o meio ambiente contra o risco radiológico.

As usinas nucleares possuem sistemas de segurança redundantes, independentes, fisicamente separados e de tecnologias diversas, em condições de prevenir acidentes e, também, de resfriar o núcleo do reator em situações normais ou de emergência. Na situação improvável de perda de controle do reator em operação normal, esses sistemas de segurança entram automaticamente em ação para impedir condições operacionais inadmissíveis.

Além de todos esses sistemas, as usinas nucleares de Angra têm sistemas de segurança passivos, que funcionam sem que precisem ser acionados por dispositivos elétricos. Esses sistemas são as numerosas barreiras protetoras de concreto e aço, os edifícios de contenção, que protegem as usinas contra impactos externos tais quais terremotos, maremotos, inundações e explosões, ou aumento da pressão no interior da usina.

No importante processo de treinamento para os profissionais das usinas, destaca-se o licenciamento dos Operadores das Salas de Controle. Eles recebem treinamento sistemático em sala de aula, na usina e em simulador. Além disso, precisam ser licenciados pela Comissão Nuclear de Energia Nuclear, CNEN. Os operadores de Angra 1 passam por um rigoroso treinamento realizado nos Estados Unidos e na Europa, onde utilizam simuladores compatíveis com a Sala de Controle da usina. A Eletronuclear possui em Mambucaba (município de Paraty) um simulador que é uma réplica da sala de controle de

Angra 2. Lá, todos os operadores da usina são treinados, podendo-se reproduzir todas as situações que ocorrem durante o funcionamento normal da Usina ou em situações anormais e simular emergenciais. Operadores de diversos países têm sido treinados neste simulador. Para Angra 3, um simulador específico está em fase de especificação e compra.



Sala de controle da usina Angra 1

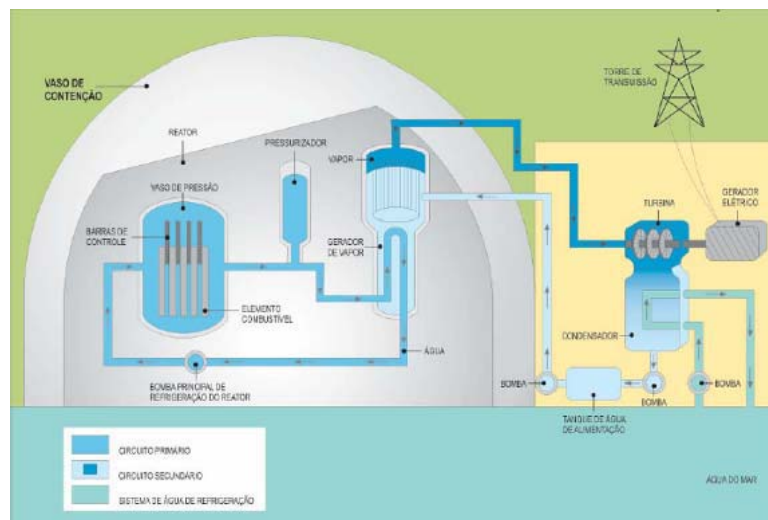
Além dos rígidos critérios adotados nas fases de projeto e de operação, há um plano de emergência que abrange uma área com raio de quinze quilômetros em torno da CNAAA. Esse plano, que envolve, além da Eletronuclear, os órgãos da Defesa Civil, a CNEN, o Exército, a Marinha, a Aeronáutica e diversas empresas de prestação de serviços, contempla todas as medidas para proteção dos trabalhadores e da população no caso de um acidente nuclear, inclusive até a necessidade de evacuação ordenada. Por isso, periodicamente são feitos exercícios simulados para que se possa testar o seu funcionamento.

Além dos processos de auto avaliação implementados pela Eletronuclear, as usinas são sistematicamente auditadas pelos órgãos reguladores nacionais - a CNEN mantém profissionais residentes que têm acesso a todas as atividades e documentos – e são avaliadas periodicamente por organismos internacionais, como a Agência Internacional de Energia Atômica, IAEA, e a Associação Mundial de Operadores Nucleares, WANO (World Association of Nuclear Operators). As usinas também travam um intenso intercâmbio com outros organismos nacionais e internacionais na busca da melhoria contínua.

## 2. Tecnologia usada

As Usinas de Angra operam com um reator do tipo PWR (pressurized water reactor), reator de água pressurizada, utilizado em mais que 60% das usinas nucleares do mundo.

O reator PWR é projetado para ter características de autorregulação, isto é, com o aumento de temperatura há uma diminuição de potência, exatamente para funcionar como freio automático contra aumentos repentinos de potência.



Circuitos de água de uma usina PWR

A fissão dos átomos de urânio dentro das varetas do elemento combustível aquece a água que passa pelo reator. O gerador de vapor realiza uma troca de calor entre as águas deste primeiro circuito e a do circuito secundário, que são independentes entre si. Com essa troca de calor, a água do circuito secundário se transforma em vapor e movimentada a turbina que, por sua vez, aciona o gerador elétrico. Esse vapor, depois de mover a turbina, passa pelo condensador, é refrigerado pela água do mar, trazida por um terceiro circuito independente. A existência desses três circuitos impede o contato da água que passa pelo reator com as demais.

Além disso, essa tecnologia permite que, em caso de perda total de abastecimento elétrico externo para seus equipamentos, opere em circulação natural. Nesta condição, a água do sistema primário, que resfria o reator, circula naturalmente por diferença de densidade, sem a necessidade de acionamento por bombas. Essa condição pode assim permanecer por algum tempo, propiciando mais tempo para o restabelecimento do suprimento elétrico externo sem comprometer a integridade do núcleo do reator.

### 3. Segurança no Projeto

No projeto de uma central nuclear, a concentração e foco da engenharia na segurança são fundamentais. Tem-se como meta deste esforço satisfazer o objetivo principal que é proteger os indivíduos, a sociedade e o meio ambiente contra o risco radiológico. Este objetivo é atingido com a adoção de medidas em diferentes níveis, no projeto, fabricação, construção e operação como detalhado a seguir.

**Prevenção:** Condições de acidente são evitadas mediante a observância rigorosa dos requisitos de projeto, fabricação e operação especificados para aumentar a segurança tais como:

- Margens de segurança adequadas no projeto de sistemas e componentes da central nuclear;
- Seleção cuidadosa dos materiais, juntamente com ensaios abrangentes (ex.: testes não destrutivos e de integridade) dos mesmos;
- Garantia da qualidade abrangente durante a fabricação, a montagem e o comissionamento;
- Controle repetido e independente do nível de qualidade alcançado;
- Supervisão da qualidade ao longo da vida útil da central mediante inspeções periódicas de rotina;
- Facilidade de manutenção de sistemas e componentes da central nuclear;
- Monitoração confiável das condições operacionais;
- Registro, avaliação e utilização das experiências adquiridas durante a operação – na própria usina e na indústria como um todo - com o fim de aprimorar a segurança;
- Treinamento rigoroso e abrangente do pessoal de operação.

**Ações Corretivas:** A indicação e registro de falhas diretamente na sala de controle possibilitam que as funções de controle de processo sejam atuadas pelo pessoal de operação. A fim de minimizar o recurso às ações manuais, existem sistemas de limitação, além dos sistemas de controle, que iniciam contramedidas corretivas em situações anormais no sentido de retorno à condição normal de operação.

**Controle de Acidentes:** Apesar das precauções tomadas para evitar acidentes, postula-se, quando os sistemas são dimensionados, que ocorrerão eventos anormais improváveis, chamados "acidentes básicos de projeto" durante a vida útil da central nuclear. Os acidentes postulados que a central deve ser capaz de suportar e que devem ser controlados são:

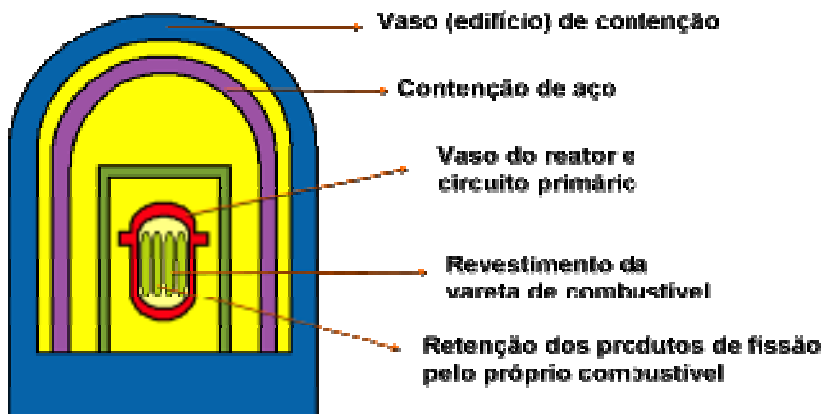
- Acidentes originados no interior da central, tais como ruptura de uma tubulação principal de refrigerante, de vapor principal ou de água de alimentação, falha do sistema de controle do reator, e
- Acidentes devido a impactos externos: terremoto, onda de pressão devido a explosão.

Considerar como condições de projeto a ocorrência de acidentes e os meios para controlá-los é uma característica do projeto de centrais nucleares que excede à prática usual da indústria comercial e que, em contrapartida, confere à indústria nuclear um grau de segurança muito acima do usual na indústria convencional.

Com esta finalidade específica, são dimensionados dispositivos de segurança descritos a seguir.

**Barreiras Passivas:** A contenção segura da radioatividade produzida na fissão nuclear é obtida mediante uma série de barreiras que agem para proporcionar "defesa em profundidade".

- A barreira mais interna dos produtos de fissão é o combustível, ou seja, o próprio dióxido de urânio. Na sua maior parte, os produtos de fissão ocupam posições vazias na estrutura cristalina da pastilha onde são retidos. Apenas uma pequena fração dos produtos de fissão voláteis e gasosos é capaz de escapar da estrutura do combustível.
- Para impedir que esta parcela atinja o refrigerante, as pastilhas são colocadas dentro de tubos de revestimento estanques
- O sistema de refrigeração do reator se apresenta como mais uma barreira estanque e evita liberação de radioatividade para dentro da esfera de contenção.



Esquema das barreiras físicas que compõem a defesa em profundidade

- A fim de impedir a liberação não controlada de radioatividade para o meio ambiente na hipótese de vazamentos postulados no sistema de refrigeração do reator, este está fechado dentro de uma esfera de contenção estanque de aço.

– Para proteger a contenção contra impactos externos, por exemplo ondas de pressão resultantes de explosões, dispõe-se do prédio do reator, em concreto, como última barreira.

**Dispositivos de Segurança Ativos:** A eficácia das barreiras precisa ser mantida não só durante a operação normal e sob condições anormais, mas também na hipótese de acidentes postulados, de modo que a proteção do meio ambiente e do pessoal de operação esteja assegurada sob todas as circunstâncias.

Para controlar estes acidentes básicos de projeto, sistemas de segurança ativos que têm sua ação coordenada pelo sistema de proteção do reator.

O sistema de proteção do reator monitora continuamente as principais variáveis de processo da central e inicia contramedidas de segurança sempre que forem iminentes condições de risco.

O sistema de desligamento rápido do reator utiliza barras de controle absorvedoras de neutrons, sustentadas magneticamente em posição retirada fora do núcleo durante a operação em potência. Além disso, existe um segundo sistema diverso de desligamento, capaz de desligar o reator mediante injeção de solução de ácido bórico, absorvedor de neutrons, no refrigerante.

O sistema de isolamento da contenção veda a mesma contra a atmosfera externa, no decorrer de acidentes durante os quais se espera a presença de radioatividade dentro da contenção. Todas as tubulações que penetram através da parede de contenção (salvo aquelas utilizadas por sistemas que controlam e mitigam o acidente) são bloqueadas por, pelo menos, duas válvulas de isolamento montadas em série.

O sistema de remoção de calor residual assume a tarefa de refrigerar o núcleo do reator também na hipótese de um acidente com perda de refrigerante. Bombas de injeção de segurança de alta pressão são capazes de compensar pequenas perdas de refrigerante. As bombas de remoção de calor residual, de baixa pressão, compensam perdas maiores e removem a longo prazo o calor residual gerado no reator desligado.

Se o sistema secundário, ou seja, o circuito água/vapor da turbina for afetado por um acidente com falha do sistema operacional normal de suprimento de água de alimentação, o sistema de água de alimentação de emergência garantirá o suprimento continuado dos geradores de vapor.

O sistema de suprimento de energia elétrica de emergência garante o abastecimento dos sistemas relacionados com a segurança se o conjunto turbogerador cessar de gerar a demanda interna de energia da central durante um acidente e a rede externa de energia elétrica não mais estiver disponível.



## **Princípios de projeto para os sistemas de segurança**

Para assegurar a alta confiabilidade dos sistemas de segurança, são observados os seguintes princípios de projeto:

### **- Redundância**

As consequências de falhas simples aleatórias são controladas mediante aplicação do princípio de redundância.

Redundância significa que componentes e sistemas importantes são instalados em número maior do que seria necessário para cumprir suas funções. Um exemplo é do tipo "2 entre 4" (ou "4 x 50%"). Isto significa que, se funcionarem pelo menos 2 dos 4 subsistemas disponíveis, quando necessário, o sistema de refrigeração de emergência do núcleo será ainda capaz de desempenhar a sua função de segurança.

Nas considerações a respeito da redundância supõe-se que, por ocasião do acidente hipotético:

- Um subsistema esteja paralisado para manutenção ou reparo
- Outro subsistema falhe
- Os subsistemas remanescentes deverão ser capazes de atender às condições anormais, de modo que o sistema global deverá ser pelo menos do tipo 3 x 100%. Com o projeto de 4 circuitos usado para o reator de 1300 MW (Angra 2 e Angra 3), a subdivisão dos sistemas de segurança em troncos de 4 x 50% é mais conveniente.

### **- Diversidade**

Evitam-se falhas de modo comum, tais como erros de fabricação, em áreas específicas do sistema de proteção do reator mediante aplicação do princípio da diversidade. Diversidade implica na utilização de diferentes grandezas físicas de medida ou na utilização de equipamentos de fabricantes diferentes para cumprir uma mesma finalidade.

### **- Separação Física**

Para protegê-los contra falhas que possam afetar os sistemas adjacentes, os subsistemas redundantes são separados fisicamente entre si. Assim, a ocorrência de danos como incêndios, inundações decorrentes, por exemplo, de rupturas de tubulações, ficarão sempre restritos a uma redundância não comprometendo a função do sistema.

### **- Princípio "Fail-Safe" (falha no modo seguro)**

Em certos casos, a aplicação do princípio "fail-safe" proporciona proteção adicional. Sempre que possível, os sistemas de segurança são projetados de tal maneira que falhas nos próprios sistemas ou no suprimento de energia elétrica, iniciem ações direcionadas para o lado seguro. Por exemplo, as barras de controle caem desligando o reator no caso de falta de energia interna da usina.

#### - **Automação**

Ações para controle de ocorrências anormais são iniciadas automaticamente, não se contando com a atenção e a capacidade de tomada de decisões corretas por parte da equipe de operação. Em Angra 2 e Angra 3, por exemplo, a fim de minimizar a probabilidade de decisões incorretas tomadas sob pressão nos primeiros minutos após o início da ocorrência, todas as funções essenciais de segurança são operadas automaticamente desde o início do incidente até o mínimo 30 minutos após, ficando desnecessárias as ações manuais.

O atendimento a requisitos de qualidade rigorosos confere ao projeto da Usina alto grau de confiabilidade, proporcionando operação contínua e segura.

Os dispositivos de segurança incorporados ao projeto asseguram a possibilidade de controle de acidentes cuja ocorrência, embora extremamente improvável, é postulada como base de projeto. Princípios de segurança em nível internacional permeiam todo o projeto.

Desta forma, pode-se afirmar que a operação das usinas nucleares brasileiras é segura e que a probabilidade de ocorrência de um acidente com consequência para o meio ambiente é extremamente reduzida em comparação com outras atividades industriais convencionais.

#### **Terremotos**

Construídas numa região com probabilidade muito baixa de ocorrência de eventos sísmicos, as usinas de Angra foram projetadas para resistir a terremotos. Diversos sistemas garantem, de forma segura, o desligamento das usinas após qualquer abalo que atinja as especificações consideradas no seu projeto.

Esse projeto se baseia em normas de segurança internacionais, que consideram uma aceleração horizontal na rocha de 0.10 g (aceleração da gravidade, 10 m/s<sup>2</sup>). Especialistas da PUC/RJ e do Instituto de Astronomia e Geofísica da USP (IAG/USP) estimam que a probabilidade de ocorrência de um abalo dessa proporção nas proximidades da Central Nuclear é de uma a cada 50 mil anos.

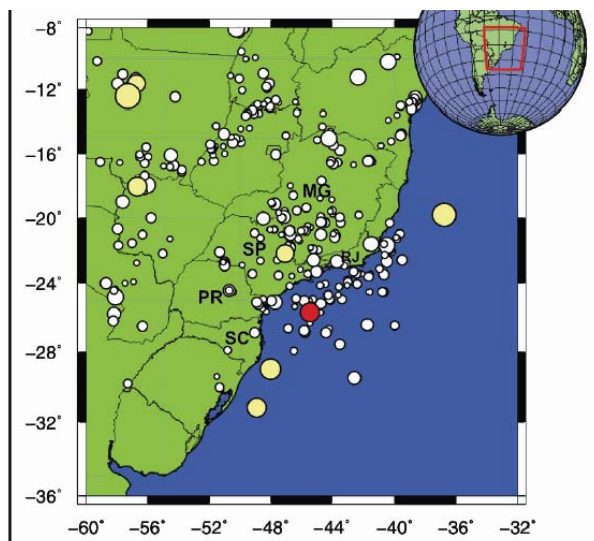
A CNAAA possui uma Estação Sismográfica equipada com aparelhos modernos que monitoram, identificam e analisam os eventos sísmicos locais e regionais. Essa Estação é operada, desde 2002, pelo pessoal do IAG-USP e monitora continuamente qualquer vibração no sítio das usinas e registra todos os eventos. Ela permite determinar o epicentro, a magnitude e as demais características de qualquer evento sísmico, além de indicar o nível de aceleração na região da Central Nuclear.

Esses registros, aliados aos catálogos sísmicos disponíveis, confirmam a baixa sismicidade da região de Angra. Além disso, cada usina possui instrumentação sísmica própria e independente para monitoramento dessas acelerações. Caso ocorra um abalo, que ultrapasse 10% das acelerações estimadas no projeto, um alarme é disparado na sala de controle onde sua intensidade pode ser identificada imediatamente. Nesse caso, os valores de aceleração são analisados para calcular seu impacto na Usina. Se as acelerações atingirem 50% dos valores de projeto, a Usina deve ser inspecionada para verificar a existência de algum dano.

O maior terremoto registrado na região Sudeste, nas últimas décadas, ocorreu em 22 de abril de 2008, atingiu 5,2 graus na escala Richter e teve seu epicentro no Oceano Atlântico, a 215 km da cidade de São Vicente, no litoral paulista, e a 315 km da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA). O nível das acelerações registrado na Estação Sismográfica de Angra dos Reis foi de 0,0017 g, (2% do valor de projeto), e inferior ao nível mínimo acima do qual passaria a ser registrado na instrumentação sísmica das próprias usinas (0,01 g).

Três fatores são determinantes para medir a intensidade local de um evento sísmico: a magnitude do terremoto, a distância em relação ao epicentro e a profundidade em que ocorre o abalo. Por exemplo, um terremoto de magnitude 4 na escala Richter, com o epicentro no local das usinas, não provocaria acelerações superiores às previstas no projeto. Para tanto, seria necessário que ocorresse um abalo de magnitude 5 a menos de 12 km; ou um terremoto de magnitude 6 a menos de 37 km da Central Nuclear.

## Consideração de Terremotos e de Movimentos de Mar no Projeto das Usinas de Angra



Projeto toma por base os registros históricos de ocorrência de sismos (área de interesse ~300km em torno da instalação)

### Principais terremotos

- 1922 - Pinhal, SP, 5.1  $m_b$
- 1939 - Tubarão, SC, 5.5  $m_b$
- 1955 - Serra Tombador, MT, 6.6  $m_b$
- 1955 - Alto Vitoria Trindade, 360 km offshore, 6.3  $m_b$
- 1967 - Cunha, SP - 4.1  $m_b$
- 2008 – São Vicente – 5.2  $m_b$

Critério de projeto: maior terremoto ocorrido na área de interesse aplicado ao local da instalação aceleração na superfície da rocha: 0,067g de

## Contenção contra movimentos do mar

A possibilidade de um tsunami (maremoto) atingir o litoral brasileiro na região Sudeste é mínima. Um evento desta natureza é provocado na maioria das vezes em decorrência de um abalo sísmico de grande magnitude (superior a 7.0) no mar, em que o foco esteja pouco profundo e em regiões de borda de placas tectônicas que se movem uma em direção à outra, gerando ondas que podem alcançar grande amplitude nas regiões costeiras próximas. Este fenômeno é o que ocorreu em várias ocasiões no Pacífico e no episódio do Japão de 11 de março de 2011.

A região Sudeste do litoral brasileiro está situada na placa tectônica Sul-Americana, que se afasta da placa tectônica Africana. Portanto, no oceano Atlântico Sul, não existem as condições necessárias para gerar os tsunamis (maremotos).

## Condições para Ocorrência de Tsunamis



### Tsunamis:

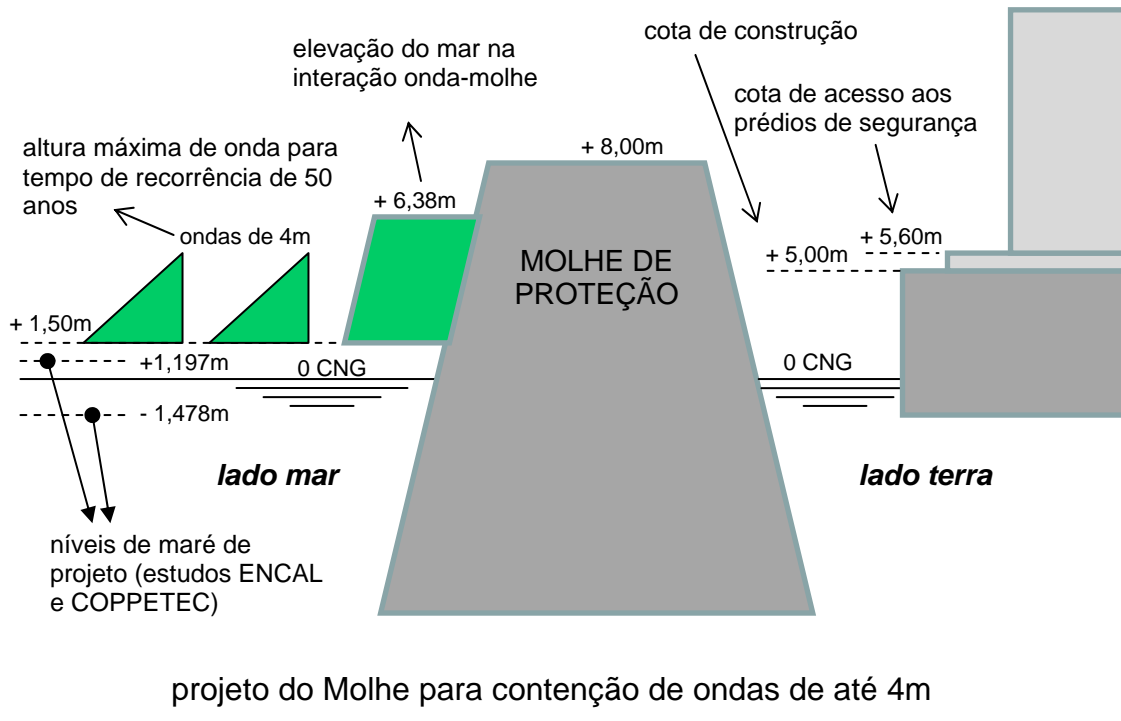
- terremotos de magnitude superior a grau 7;
- ocorrência no mar, profundidades inferiores a 100km;
- regiões de borda de placas tectônicas com movimento de sobreposição

### Possibilidade mínima de tsunamis no Brasil

- costa brasileira distante de bordas de placas tectônicas;
- placas tectônicas no Atlântico Sul em movimento de afastamento

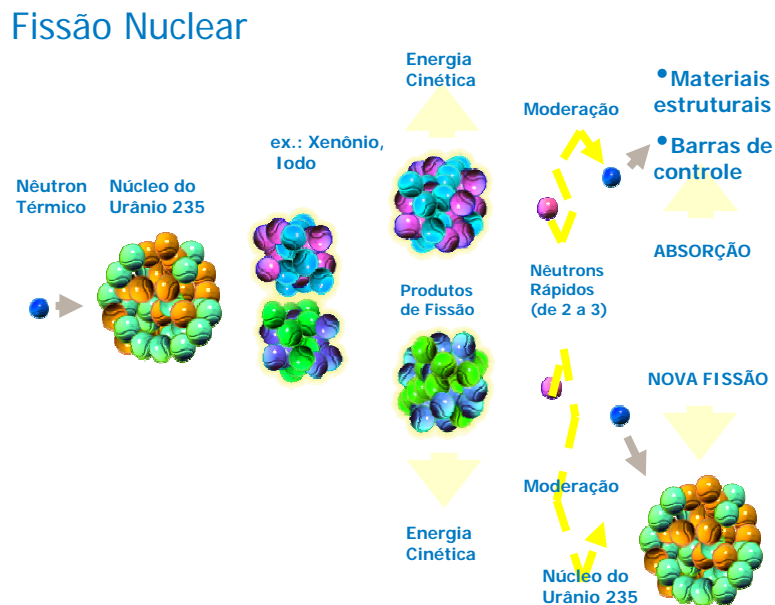
O molhe construído à frente da CNAAA contem ondas até 4m.

## Proteção contra Movimentos de Mar



## 4. Geração de Energia Nuclear

Os átomos de Urânio apresentam a propriedade de, através de reações nucleares – a fissão nuclear –, transformar massa em energia. A fissão do átomo de urânio é a técnica empregada para a geração de eletricidade em usinas nucleares. Existem mais de 440 usinas nucleares em todo o mundo, que contribuem com aproximadamente 17% de toda energia elétrica gerada no planeta.



A fissão dos átomos de urânio dentro das varetas do elemento combustível aquece a água que passa pelo reator. Num usina tipo PWR, como as de Angra, o gerador de vapor realiza uma troca de calor entre as águas deste primeiro circuito e a do circuito secundário, que são independentes entre si. Com essa troca de calor, a água do circuito secundário se transforma em vapor e movimentada a turbina que, por sua vez, aciona o gerador elétrico.

Esse vapor, depois de mover a turbina, passa por um condensador, onde é refrigerado pela água do mar, trazida por um terceiro circuito independente. A existência desses três circuitos impede o contato da água que passa pelo reator com as demais.

Cerca de 95% das substâncias radioativas de uma usina nuclear são geradas no núcleo do reator durante o funcionamento deste, quando da fissão nuclear do combustível. O próprio combustível funciona como barreira interna, pois a maior parte dos produtos que se originam da fissão dos núcleos de urânio fica retida nas posições vazias da estrutura cristalina da matriz cerâmica do UO<sub>2</sub>. Apenas uma pequena fração dos segmentos de fissão voláteis e gasosos consegue escapar da estrutura do combustível. Para reter essa

fração, as pastilhas de dióxido de urânio são colocadas no interior de tubos revestidos por uma liga especial, chamada Zircaloy. Os tubos são selados com solda estanque a gás. Na eventualidade de microfissuras em algumas varetas do elemento combustível, existem sistemas de purificação e degaseificação dimensionados para o reator continuar operando com segurança. O sistema de refrigeração do reator funciona como uma barreira estanque, evitando a liberação de substâncias radioativas.

## 5. Prédios de Contenção (Vasos de Contenção)

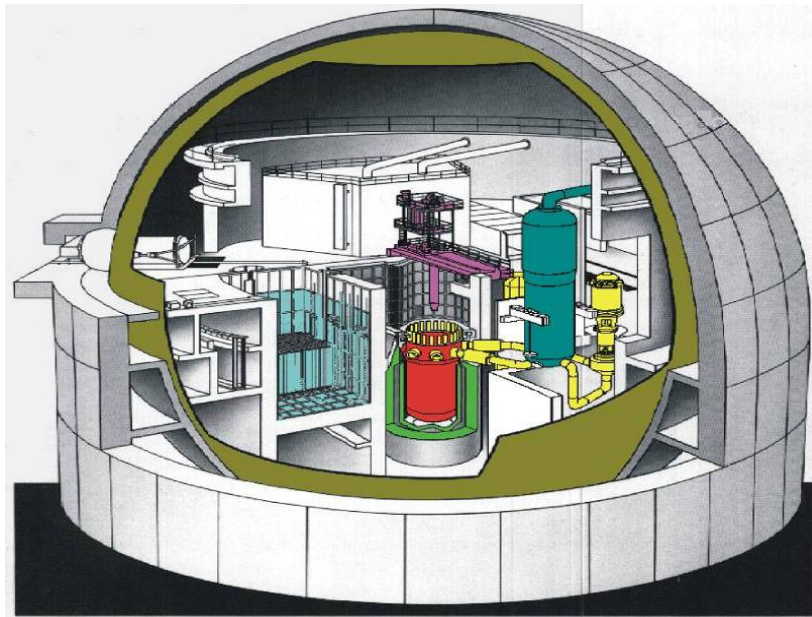
Para a remota possibilidade de o sistema de refrigeração permitir a liberação não controlada de substâncias radioativas, o reator é envolvido por um edifício de aço estanque, denominado Prédio de Contenção. Tal barreira é projetada para evitar qualquer liberação de radioatividade no caso do mais sério acidente de falha da refrigeração do núcleo do reator, em que se assume a ruptura total da tubulação do sistema de refrigeração do reator, com toda a água de refrigeração sendo descarregada e retida dentro do Prédio de Contenção.

Essa estrutura de contenção de aço especial está protegida de impactos externos por um edifício de paredes de concreto armado. Durante a operação normal da usina, a pressão no lado de dentro do edifício do reator é mantida abaixo da pressão atmosférica externa, exatamente para impedir que produtos radioativos possam escapar do interior da Usina para o meio ambiente. Todas essas barreiras são devidamente testadas durante a construção e a montagem da Usina e suas integridades verificadas ao decorrer da operação da mesma.

Estruturas dos Prédios de Contenção das usinas Angra 1, Angra 2 e Angra 3:

- Angra 1 – A estrutura externa de concreto do envoltório de contenção está assentada diretamente na rocha, a uma profundidade aproximada de 10m abaixo do nível do mar. Sua forma é cilíndrica com tampo em calota esférica e com as seguintes características: altura de 58m acima do nível do solo, diâmetro interno de 35m e espessura de parede de 75cm. A forma da estrutura interna do envoltório de contenção é cilíndrica com tampo em calota esférica e com as seguintes características: a parte cilíndrica tem uma espessura média de 38mm, diâmetro de 32 metros e altura da estrutura de 70 metros.
- Angra 2 – A estrutura de concreto do envoltório de contenção é de forma cilíndrica com uma cúpula hemisférica, com as seguintes dimensões aproximadas: diâmetro interno de 60m, espessura de 60cm e altura de 60m. Essa estrutura está assentada em cerca de 200 estacas, atingindo até uma profundidade de 40m abaixo do nível do mar.  
A estrutura de aço é uma esfera que envolve o reator nuclear e as piscinas de elementos combustíveis. As dimensões do envoltório de contenção, de estrutura metálica, são as seguintes: diâmetro interno de 56m, espessura de 30mm e peso de 2.600 toneladas.
- Angra 3 – Estruturas semelhantes às de Angra 2.





Estruturas de contenção – modelo de Angra 2 e Angra 3

As usinas nucleares de Angra dos Reis foram projetadas para resistir a vários tipos de acidentes. Entre os acidentes externos postulados consideram-se o maior terremoto que poderia ocorrer no sítio e o efeito da explosão de um caminhão carregado de TNT em estrada próxima.

Os prédios de contenção onde ficam os reatores nucleares têm barreiras de concreto e de aço dimensionadas para resistir a esses tipos de evento. Pode-se verificar que, mesmo não sendo necessária a consideração de queda de avião no projeto por causa da baixa probabilidade de ocorrência desse evento, as usinas poderiam resistir até ao impacto de um grande avião em velocidade de pouso ou decolagem, sem que as barreiras de segurança fossem inteiramente rompidas. Um impacto dessa natureza teria uma probabilidade muito pequena de comprometer a segurança da Usina, da população e do meio ambiente.

## 6. Resíduos Radioativos

A Eletronuclear tem como missão estatutária o projeto, a construção e a operação de usinas nucleoeletricas, cujas responsabilidades incluem a guarda segura dos materiais radioativos gerados em suas instalações, protegendo os trabalhadores, o público e o meio ambiente dos efeitos nocivos da radiação, até a sua disposição final em instalações projetadas para o armazenamento de longo prazo ou definitivo, cuja responsabilidade legal de implantação e operação é da CNEN.

Atualmente existem tecnologias seguras para o gerenciamento de rejeitos de média e baixa atividades, desde sua coleta até o armazenamento nos depósitos iniciais. Os rejeitos sólidos de baixa e média atividades são acondicionados em embalagens metálicas, testadas e qualificadas pela CNEN e transferidos para o depósito inicial, construído no próprio sítio da CNAEA. Esse depósito é permanentemente controlado e fiscalizado por técnicos de proteção radiológica e especialistas em segurança da Eletronuclear. Já os elementos combustíveis de alta atividade são colocados dentro de uma piscina contendo um sistema de resfriamento no interior das usinas, este é considerado um depósito intermediário de longa duração, cercado de todos os requisitos de segurança exigidos internacionalmente.

O Brasil é signatário da Convenção Internacional para Gerenciamento Seguro de Rejeitos Radioativos e Combustível Usado, sendo periodicamente auditado pela Agência Internacional de Energia Atômica – AIEA com base em relatório que periodicamente é encaminhado a essa organização.

O nível de radiação é mantido dentro dos padrões nacionais e internacionais que garantem a proteção dos trabalhadores, da população e do meio ambiente. Para tanto, a Eletronuclear faz medições constantes nos arredores dos depósitos iniciais e os resultados são avaliados periodicamente pela CNEN e por organismos internacionais. Dessa forma, a probabilidade de ocorrência de um acidente é muito remota, devido, primeiramente, à maneira de acondicionamento do rejeito. O rejeito é sólido ou solidificado e armazenado em recipientes qualificados pela CNEN, que exige, por normas, um alto grau de segurança. Além disso, as embalagens contendo rejeitos são estocadas em depósito confinado, impedindo sua dispersão para o meio ambiente.

Todavia, há um plano de emergência a ser executado para assegurar a proteção da população que vive próximo às usinas, em caso de qualquer situação que ofereça risco radiológico.

Todos os resíduos são produzidos durante o processo normal de operação das usinas nucleares, com ênfase nas paradas, quando as usinas se encontram desligadas para recarregamento e manutenção. Os rejeitos de alta radioatividade (combustível usado, que só se torna rejeito quando desmontado ou se torna inexplorável), são produzidos apenas quando há troca de elementos combustíveis.

A CNAAA possui três depósitos iniciais de rejeitos de baixa e média atividades (Depósitos 1, 2 e 3), devidamente licenciados pelo IBAMA e pela CNEN, que compõem seu Centro de Gerenciamento de Rejeitos – CGR, localizado no próprio sítio da Central Nuclear. Esses depósitos têm capacidade suficiente para armazenar de forma segura, ou seja, isolados do público e do meio ambiente, todos os rejeitos de baixa e média atividades produzidos pela operação e manutenção das usinas Angra 1, Angra 2 e Angra 3 até 2020. Os custos associados ao gerenciamento inicial desses rejeitos estão incluídos nos de Operação e Manutenção (O&M) das três usinas.

Devido à troca dos Geradores de Vapor de Angra 1, foi construído também na própria CNAAA o Depósito Inicial dos Geradores de Vapor (DIGV), onde estão estocados os dois geradores que foram substituídos. Esse mesmo depósito receberá a cabeça do reator de Angra 1 que será trocada nos próximos anos.

Angra 1 – O combustível usado é armazenado numa piscina que está localizada no edifício do combustível na própria Usina. Os rejeitos radioativos de média e baixa atividades estão sendo armazenados nos Depósitos Iniciais do CGR.

Angra 2 – O combustível usado é armazenado numa piscina que está localizada no edifício do reator na própria Usina. Atualmente, os rejeitos de média e baixa atividades gerados por Angra 2 estão armazenados em local específico no interior da Usina. Devido ao pequeno volume gerado por Angra 2, ainda não há necessidade da remoção desses rejeitos para as unidades do CGR.

Angra 3 – O gerenciamento inicial dos rejeitos radioativos gerados pela Usina Angra 3 será da mesma forma que Angra 2, devido à similaridade do projeto conceitual existente entre ambas. O processo utilizado para o seu tratamento será a solidificação com a utilização de betume, com prévia estocagem dentro da própria Usina nos primeiros anos de operação e posterior transferência para o CGR e, no futuro, para um depósito definitivo.

A fiscalização de material radioativo é atribuição da CNEN, a qual realiza inspeções periódicas. A cada inspeção é emitido um documento atestando a condição de armazenagem.

## 7. Monitoração Ambiental Permanente

Antes da entrada em operação da primeira usina nuclear brasileira, Angra 1, em 1985, o Laboratório de Monitoração Ambiental da Eletrobras Eletronuclear mediu os níveis de radioatividade natural (a natureza nos submete a um inevitável grau de radiação) e realizou estudos populacionais dos seres vivos - flora e fauna - na área de influência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto.

Os resultados desses estudos permitem a comparação com dados obtidos, hoje, em amostras regularmente coletadas de água do mar, da chuva e de superfície, de areia da praia, algas, peixes, leite, pasto e do ar. Esse trabalho constatou que o funcionamento das usinas de Angra, em mais de vinte e cinco anos, não causou nenhum impacto significativo no meio ambiente.

Uma equipe de biólogos, físicos e químicos, altamente especializada, executa programas contínuos de monitoração ambiental e envia os resultados para os órgãos fiscalizadores nacionais e internacionais.

O controle de qualidade das análises é realizado através de programas de intercomparação mantidos pela Agência Internacional de Energia Atômica e pelo Instituto de Radioproteção e Dosimetria, da Comissão Nacional de Energia Nuclear.



Um dos centros de análise do Laboratório de Monitoramento Ambiental da CNAEA

## 8. Proteção Física

O conceito de proteção física do local das usinas envolve medidas de proteção de fora para dentro, medidas estas que vão se tornando mais rigorosas quanto mais próximas das usinas.

A proteção física das instalações nucleares é um dos componentes fundamentais da segurança integrada de uma usina nuclear. Instalações e procedimentos têm que ser seguidos.

A central Nuclear Almirante Álvaro Alberto é dotado de equipes e medidas para proteção física, quais sejam:

- Existência de cercas concêntricas monitoradas, a externa cercando o sítio e a interna, dupla, cercando as usinas;
- Corpo de guarda;
- Guaritas em sequência (externa e interna e de acesso às usinas);
- Sistema de circuito fechado de televisão e sistema de alarme para abertura das portas dos depósitos;
- Procedimentos severos de conduta nas áreas das usinas;
- Identificação diversificada para trabalhadores da Eletronuclear e contratados, de acordo com seus graus de ação e preparação; e
- Treinamento específico para todos os trabalhadores.

## 9. Plano de Emergência

Usinas como Angra 1 e Angra 2 são projetadas, construídas e operadas com barreiras de proteção sucessivas e preparadas para resistir a um acidente mais sério. Além disso, um plano de emergência foi elaborado para, preventivamente atuar e orientar os trabalhadores e a população que mora nas proximidades da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto.

**Plano de Emergência Local - PEL** – O PEL tem como objetivo proteger a saúde e garantir a segurança dos trabalhadores das usinas e do público em geral presente na Área de Propriedade da Eletronuclear em qualquer situação de emergência radiológica em Angra 1 e/ou Angra 2. O PEL abrange toda a área da CNAAA, a Vila Residencial de Praia Brava e a região de Piraquara de Fora. Esse plano contempla, ainda, o apoio a ser prestado à Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro e à CNEN na Zonas de Planejamento de Emergência (ZPR) ZPE-3 e na ZPE-5.

Para testar e aprimorar a eficiência das equipes que, vinte e quatro horas por dia, sete dias por semana, respondem pela atuação inicial nas usinas dos Grupos e das Equipes de Emergência previstas no PEL, a Eletronuclear realiza dez exercícios anuais, sendo cinco por usina. Além desses exercícios simulados, os Grupos e as Equipes de Emergência participam, ainda, dos Exercícios de Emergência Parcial e dos Exercícios de Emergência Geral em conjunto com os diversos órgãos dos diferentes níveis de governo diretamente envolvidos no Plano de Emergência Externo do Rio de Janeiro.

**Plano de Emergência Externo –PEE** – O PEE tem sido aprimorado desde sua primeira edição, em 1978, sendo que, em 1994, então sob a coordenação da Subsecretaria de Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro e já intitulado Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro (PEE/RJ) (**Anexo 1**), passou a considerar, de forma plena, a atuação de órgãos sediados efetivamente na região de Angra dos Reis, principalmente a Defesa Civil desse município.

No PEE/RJ constam ações específicas a serem implementadas nas Zonas de Planejamento de Emergência – ZPE -, que são áreas vizinhas à CNAAA, delimitadas por círculos, com raios, respectivamente, de 3 km, 5 km, 10 km e 15 km, centrados no Edifício do Reator de Angra 1. Essas áreas são nominadas ZPE-3, ZPE-5, ZPE-10 e ZPE-15.

Existe um modelo internacional de classificação e comunicação de emergências ao órgão regulador e às demais autoridades, que prevê ações sempre preventivas e antecipatórias. O modelo pressupõe quatro etapas possíveis de evolução dos eventos em função do

possível grau de impacto. Vão desde as mais simples, sem nenhum reflexo sobre a saúde e a segurança da população, até as mais sérias, que podem ter como consequência a liberação de material radioativo para o meio ambiente.

O PEE/RJ da CNAAA é acionado gradativamente, conforme as etapas escritas a seguir:

1) **Evento Não Usual (ENU)** – é uma condição anormal na Usina sem nenhuma possibilidade de liberação de material radioativo para o meio ambiente.

2) **Alerta** – indicação de real ou provável degradação nos níveis de segurança. Neste caso são ativados os Centros de Emergência internos das usinas e os externos, em Angra dos Reis, Rio de Janeiro e Brasília, sem a necessidade de ações de evacuação dos trabalhadores nem da população. Em casos de Alerta e ENU não está prevista qualquer ação junto à população.

3) **Emergência de Área** – indicação de real ou possível falha nas funções de segurança; não há indicação de falha iminente do núcleo do reator. Os trabalhadores não envolvidos com a emergência são retirados das usinas, conforme estabelece o Plano de Emergência Local (PEL).

4) **Emergência Geral** – indicação de real ou possível liberação de material radioativo; indicação de degradação iminente ou real do núcleo do reator. A população da ZPE-3 será evacuada para a ZPE-5 e, no caso de um agravamento, a população da ZPE-5 será removida para a ZPE-10. A população será orientada pela Defesa Civil, que tem destacamentos a leste e oeste da CNAAA, através das 8 sirenes instaladas nas ZPEs 3 e 5.

O Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro estabelece a remoção da população terrestre que não possui meios próprios, por meio de ônibus da Eletronuclear e das empresas concessionárias de transporte da região.

Os abrigos serão escolas municipais e estaduais predefinidas no plano. Os ilhéus serão removidos pelo 1º Distrito Naval e serão abrigados no Colégio Naval de Angra dos Reis.

A cada dois anos são realizados exercícios simulados com a participação voluntária de parte da população e de todos os órgãos envolvidos na resposta a uma situação de emergência na CNAAA. Outros testes de equipamento e equipes são realizados continuamente, mas sem a movimentação da população.

## 10. Cultura de Segurança

O programa de Cultura de Segurança desenvolvido pela Eletrobras Eletronuclear teve diversas iniciativas pioneiras na indústria mundial, contou com a consultoria da Agência Internacional de Energia Atômica e tornou-se uma referência na área de segurança para empresas que operam usinas nucleares.

Por ocasião da sua fundação, em 1º de agosto de 1997, a Diretoria da Eletrobras Eletronuclear implementou, de imediato, uma Política de Segurança a ser seguida por toda a empresa. Em 07 de dezembro de 2004 aprovou uma revisão desta, agora denominada Política de Gestão Integrada da Segurança, visando uma ampla integração de todas as suas ações de segurança, conforme a seguir:

### “Política de Gestão Integrada da Segurança

A Eletrobras Eletronuclear tem o compromisso de gerar energia elétrica limpa e com elevados padrões de segurança. Para tal, é fundamental o comprometimento de sua força de trabalho em conduzir todas as atividades relacionadas à segurança de forma integrada, privilegiando a Segurança Nuclear, que inclui a Garantia da Qualidade e o Meio Ambiente, bem como a Segurança do Trabalho, a Saúde Ocupacional e a Proteção Física.

Os seguintes princípios devem ser considerados:

1. A Segurança Nuclear é prioritária e precede a produtividade e a economia, não devendo nunca ser comprometida por qualquer razão;
2. Os requisitos legais e outros requisitos relativos aos vários aspectos da segurança integrada deverão ser atendidos;
3. O treinamento para qualificação dos empregados e prestadores de serviço deverá assegurar os conhecimentos relativos aos diversos aspectos da segurança integrada necessários à execução adequada de seus trabalhos;
4. A saúde e a segurança das pessoas, assim como os impactos ao meio ambiente, deverão ter seus riscos preventivamente minimizados ou eliminados;
5. Os processos de comunicação interna e externa da Empresa deverão ser transparentes e suficientes, de modo a permitir que qualquer condição insegura seja prontamente informada;
6. A Empresa deve buscar o contínuo aperfeiçoamento de suas práticas relacionadas com a Gestão Integrada da Segurança.”



## 11. Licenciamento

O licenciamento de uma usina nuclear assegura que ela é projetada, construída e operada com a máxima segurança para os próprios trabalhadores, para a população e para o meio ambiente. No Brasil, as usinas nucleares são submetidas a dois tipos de licenciamentos: nuclear e ambiental.

A CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear) é o órgão federal responsável pela emissão de licenças, autorizações e, também, por fiscalizar os aspectos radiológicos de Instalações Nucleares. Para tanto, a CNEN mantém profissionais residentes no local.

O processo de licenciamento nuclear compreende várias etapas, reguladas pela norma NE 1.04 Licenciamento de Instalações Nucleares (**Anexo 2**), nas quais a CNEN analisa e aprova a documentação pertinente. Após estes estudos, o órgão emite as seguintes licenças ou autorizações:

- Aprovação do Local,
- Licença de Construção,
- Autorização para Utilização de Material Nuclear,
- Autorização para Operação Inicial e
- Autorização para Operação Permanente.

O IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - é o órgão do Governo Federal responsável pelo licenciamento ambiental de empreendimentos industriais de grande porte. O licenciamento ambiental é uma obrigação prévia à instalação, previsto na Lei nº 6.938/81, que estabelece as diretrizes da Política Nacional de Meio Ambiente.

O processo de licenciamento ambiental possui três etapas distintas: Licenciamento Prévio, Licenciamento de Instalação e Licenciamento de Operação.

- Licença Prévia (LP) - solicitada na fase de planejamento da implantação, alteração ou ampliação do empreendimento.
- Licença de Instalação (LI) - autoriza o início da obra ou instalação do empreendimento.
- Licença de Operação (LO) - solicitada antes de o empreendimento entrar em operação. Sua concessão está condicionada ao cumprimento de todas as exigências e detalhes técnicos descritos no projeto aprovado.

O IBAMA durante o processo de licenciamento ouvirá, além da CNEN, os Órgãos Estaduais de Meio Ambiente envolvidos no licenciamento (OEMAs) e os Órgãos Federais de gestão do Patrimônio Histórico

(IPHAN), das Comunidades Indígenas (FUNAI), de Comunidades Quilombolas (Fundação Palmares), entre outros.

Estágio dos licenciamentos ambiental e nuclear das usinas da CNAAA:

ANGRA 1: Foi licenciada pela CNEN conforme determinava a legislação à época antes da exigência legal de licenciamento ambiental pelo IBAMA. Angra 1 está em processo de adequação ao licenciamento ambiental com Plano de Controle Ambiental - PCA em análise no IBAMA.

- Aprovação do Local– Ofício CNEN nº 190/70 de 27/04/1970
- Autorização para Instalação– Portaria CNEN nº 416 de 13/07/1970
- Licença de Construção: Ofício CNEN 82/74 de 02/05/74
- Autorização para Operação Permanente (AOP): Ofício CNEN nº 124/10 de 09/08/2010
- PCA protocolado no IBAMA em 05/03/2009

ANGRA 2: Foi licenciada pela CNEN conforme determinava a legislação à época antes da exigência legal de licenciamento ambiental pelo IBAMA, possuindo a licença da CNEN (Autorização de Operação Inicial - AOI); e, quanto ao IBAMA, o mesmo emitiu o Despacho PROGE nº 047/95 de 04/04/95 o qual informa que *“...considerando que já foi deferida pela CNEN a Licença de Construção, a qual nos termos dos excertos acima transcritos foi considerada regularmente expedida, entendemos que a próxima Licença a ser expedida deverá ser a de Operação.”*. Em 10/07/98 a Eletronuclear protocolou no IBAMA o EIA/RIMA de Angra 2, realizando Audiências Públicas em 10/10/98 e 16/01/99. Em 01/03/99 através do ofício nº 334/99-IBAMA/DIRPED/PALA, o IBAMA informa que emitirá duas Licenças de Operação, uma autorizando apenas o Comissionamento da Usina; e, outra, autorizando a Operação Comercial da mesma. O IBAMA emitiu então em 29/07/99 a Licença de Operação somente para o Comissionamento, sendo então, a próxima licença a ser emitida a de Operação Comercial. Entretanto, foi assinado um TCAC pelo IBAMA, CNEN, PMAR, FEEMA (atual INEA), ANEEL e Eletronuclear, tendo o MPF como atestador do cumprimento de todas as cláusulas do TCAC, o que sustou a emissão da LO e da AOP. Apesar da Eletronuclear entender que foram cumpridas todas as cláusulas técnicas pela Eletronuclear, o que é reconhecido pela CNEN, IBAMA e demais instituições, tal não é o entendimento da 4ª CCR – Câmara de Coordenação e Revisão do MPF, o que impede ao IBAMA e a CNEN de emitirem a LO e a AOP, respectivamente.

- Autorização para Construção: Despacho PR-4840/74 de 03/06/74 (baseada na Exposição de Motivos nº 300-MME publicado no DOU de 07/06/74)
- Aprovação de Local: Ofício CNEN-DexI-of- nº 110/76 de 22/11/76

- Licença de Construção: Resolução CNEN nº 16/81 de 13/11/81
- Autorização de Operação Inicial (14ª Renovação): Portaria CNEN/PR nº 068/10 de 23/07/2010
- Licença de Operação nº 047 de 29/07/1999, com vigência de 1 (um) ano, e renovada em 28/07/2000 por 3 meses. Esta licença foi emitida somente para a realização do Comissionamento da Usina.

ANGRA 3: Possui LP (60 Condicionantes) e LI (46 Condicionantes) em fase de atendimento.

- Licença Prévia nº 279 de 23/07/2008
- Licença de Instalação nº 591 de 05/03/2009 (retificada em 02/12/2009 para inclusão na LI original da Condicionante nº 2.46 - Implantar a Estrada Parque da Bocaina)

Aprovação do Local – Ofício CNEN/DEX-I nº 19/80, de 14/04/80, Resolução CNEN nº 011/02, 19/09/2002

Licença de Construção - Resolução CNEN nº 077/10 de 25/05/2010

## 12. Padrões de Segurança Nuclear adotados no Brasil

O conjunto de leis e regulamentos estabelecidos no Brasil para as atividades nucleares para a geração de energia elétrica faz com que tenhamos altos padrões de segurança, correspondentes às melhores práticas da indústria mundial.

Das normas da CNEN aplicadas às atividades desenvolvidas pela Eletrobras Eletronuclear, destacamos a CNEN-NE-1.26, Segurança na Operação de Usinas Nucleoelétricas, **Anexo 3**, e a CNEN-NE-1.21, Manutenção das Usinas Nucleoelétricas, **Anexo 4**, que cobrem desde o comissionamento das instalações até os procedimentos, modificações de projeto, proteção radiológica, garantia de qualidade e manutenção dos equipamentos e sistemas de segurança das usinas.

O Brasil é signatário das seguintes Convenções Internacionais:

- Convenção sobre a Responsabilidade Civil por Danos Nucleares (Convenção de Viena)(1993) - Esta convenção trata da responsabilidade civil por danos causados pela radiação nuclear, independente se os países signatários já fazem parte de convenções correlatas ou possuam instalações nucleares em seus territórios.
- Convenção sobre a Proteção Física de Material Nuclear (1987) - Estabelece medidas de prevenção, detecção e punição de forma a garantir que instalações e materiais nucleares tenham uso pacífico, bem como estabelece medidas de cooperação internacional para localizar e recuperar material nuclear roubado ou contrabandeado, atenuando as consequências radiológicas de uma possível sabotagem, bem como prevenindo e combatendo delitos correlatos.
- Convenção sobre Pronta Resposta a um Acidente Nuclear (1991) - Esta Convenção tem por objetivo reforçar a cooperação internacional, a fim de fornecer informações relevantes sobre acidentes nucleares tão prontamente quanto necessário para que as consequências radiológicas transfronteiriças possam ser minimizadas.
- Convenção sobre assistência em caso de acidente nuclear ou emergência radiológica (1991) - Esta convenção exige que os países signatários cooperem entre si e com a AIEA para facilitar a assistência imediata em caso de acidente nuclear ou emergência radiológica, de modo a minimizar as suas consequências e proteger a vida, a propriedade e o ambiente dos efeitos das emissões radioativas.

- Convenção sobre Segurança Nuclear (1997) - O objetivo desta Convenção é comprometer juridicamente os países signatários que operam usinas nucleares para manter um nível elevado de segurança, definindo padrões de referência internacional a serem seguidos. Estas obrigações abrangem, por exemplo, localização, concepção, construção, operação, a disponibilidade de recursos financeiros e humanos, a avaliação e verificação da segurança, qualidade e logística para emergências.
- Convenção n. 115 da Organização Internacional do Trabalho (1964) - Há mais de 20 anos, o trabalho da Organização Internacional do Trabalho, no campo da energia nuclear, se relaciona principalmente com a proteção dos trabalhadores contra os efeitos nocivos das radiações garantindo, mediante a adoção de um instrumento internacional, "que as pessoas atingidas por acidentes de trabalho causados pela radiação possam receber uma compensação".
- Convenção Conjunta sobre a Segurança da Gestão do Combustível Irrradiado e a Segurança da Gestão dos resíduos radioativos (2006) - Os objetivos desta Convenção incluem o estabelecimento de uma legislação para reger a segurança do combustível irradiado e dos resíduos radioativos, bem como a obrigação de assegurar que os indivíduos, a sociedade e o ambiente sejam adequadamente protegidos contra os riscos radiológicos, com medidas que garantam a segurança das instalações, tanto durante o seu funcionamento quanto após o seu encerramento. Também impõem obrigações em relação ao movimento transfronteiriço de combustível irradiado e de resíduos radioativos.

Especificamente para a Convenção Internacional de Segurança Nuclear o Brasil prepara e envia os relatórios aos membros dessas convenções que são então rigorosamente escrutinados. Em abril, 2011, foi discutido e aprovado o último relatório brasileiro para a Convenção de Segurança. Como o objetivo desta Convenção é alcançar e manter o alto nível de segurança nuclear em todo o mundo, o quinto Relatório Nacional do Brasil atualiza a informação para o período de 2007/2009 para que possa ser discutido e avaliado pelos signatários. A emissão e coordenação do relatório nacional é responsabilidade da CNEN. No sumário executivo faz-se considerações sobre o grau de cumprimento das obrigações da Convenção sobre Segurança Nuclear pelo Brasil. As considerações apresentadas levam à conclusão de que o Brasil alcançou e vem mantendo um alto nível de segurança em suas centrais nucleares, implementando e mantendo defesas efetivas contra o potencial perigo radiológico a fim de proteger os indivíduos, a sociedade e o meio ambiente de possíveis efeitos da radiação ionizante, evitando

acidentes nucleares com conseqüências radiológicas e mantendo-se preparado para agir efetivamente em uma situação de emergência. Conseqüentemente, o Brasil alcançou os objetivos da Convenção sobre Segurança Nuclear. O relatório compõe o **Anexo 5**.

O último Relatório Brasileiro para a Convenção Internacional para Gerenciamento Seguro de Combustível Usado e Rejeitos Radioativos, relativo ao período 2005-2007 contém uma apresentação da política nuclear brasileira, o programa relacionado com a segurança nuclear e uma descrição das medidas tomadas pelo Brasil para implementar as obrigações de cada artigo da Convenção. As considerações finais apresentadas levam à conclusão de que o Brasil alcançou e vem mantendo um alto nível de segurança na gerência de combustíveis usados e de rejeitos radioativos em todas as suas atividades. Ações efetivas contra o potencial risco radiológico foram implementadas e mantidas a fim de proteger os indivíduos, a sociedade e o meio ambiente de possíveis efeitos da radiação ionizante, evitando acidentes nucleares com conseqüências radiológicas e mantendo-se preparado para agir efetivamente em uma situação de emergência. Conseqüentemente, o Brasil alcançou os objetivos da Convenção Conjunta sobre Segurança no Gerenciamento de Combustível Nuclear Usado e sobre Segurança no Gerenciamento de Rejeitos Radioativos. Ver o Relatório no **Anexo 6**.

Além disso, a Eletronuclear é membro da Associação Mundial de Operadores Nucleares, WANO (World Association of Nuclear Operators), que congrega as principais operadoras de usinas nucleares do mundo. Essa associação tem um papel de auto regulamentação do setor, adicional à regulamentação nacional e internacional, buscando padrões uniformes de excelência entre todos os seus associados. As usinas de Angra são inspecionadas regularmente, por iniciativa própria, por técnicos da associação, e técnicos das nossas usinas compõem regularmente equipes de inspeção em outras usinas no mundo.

O Brasil é membro da Agência Internacional de Energia Atômica - AIEA, órgão das Organizações das Nações Unidas – ONU, e tem nos requisitos e recomendações um padrão das melhores práticas na indústria Nuclear. A grande maioria das normas da CNEN e dos procedimentos da própria Eletronuclear são baseadas nos requisitos da AIEA, refletindo assim as melhores práticas internacionais. A Eletronuclear recebe, por iniciativa própria, revisões periódicas da segurança operacional, além de inúmeros cursos de treinamento e trocas de experiências, no compromisso da melhoria contínua de suas praticas operacionais e de projeto. Além disso, a Eletronuclear envia, com freqüência, seus técnicos para participar nas atividades internacionais da AIEA, inclusive como especialistas nas revisões de outras instalações nucleares.

## **Anexo 1**

### **Plano de Emergência Externo do Estado do Rio de Janeiro (PEE/RJ)**

*[HTTP: www.eletronuclear.gov.br/imagens/uploads/File/12052011PEE.pdf](http://www.eletronuclear.gov.br/imagens/uploads/File/12052011PEE.pdf)*

## Anexo 2

### **Norma CNEN-NE 1.04, Licenciamento de Instalações Nucleares**

<http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/mostra-norma.asp?op=104>



## **Anexo 3**

### **Norma CNEN-NE-1.26, Segurança na Operação de Usinas Nucleoelétricas**

<http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/mostra-norma.asp?op=126>

## Anexo 4

**Norma CNEN-NE-1.21, Manutenção das Usinas Nucleoelétricas**  
<http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/mostra-norma.asp?op=121>

## Anexo 5

### **5º Relatório Brasileiro para a Convenção Internacional de Segurança Nuclear**

<http://www.cnen.gov.br/seguranca/documentos/5NationalReportDraft51.pdf>

## Anexo 6

### **Relatório Brasileiro para o 3ª Reunião da Convenção Conjunta sobre Segurança no Gerenciamento de Combustível Nuclear Usado e sobre Segurança no Gerenciamento de Rejeitos Radioativos**

[http://www.cnen.gov.br/seguranca/documentos/Waste\\_final\\_08.pdf](http://www.cnen.gov.br/seguranca/documentos/Waste_final_08.pdf)