

**Norma ANSN 1.02  
Resolução CNEN 3A/79  
Junho / 1979**

## **CRITÉRIOS GERAIS DE PROJETO PARA USINAS DE REPROCESSAMENTO DE COMBUSTÍVEIS NUCLEARES**

**Resolução CNEN 3A/79  
Publicação: DOU 27.06.1979**

## S U M Á R I O

### **ANSN 1.02 - CRITÉRIOS GERAIS DE PROJETO PARA USINAS DE REPROCESSAMENTO DE COMBUSTÍVEIS NUCLEARES**

<b>1.</b>	<b>OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO.....</b>	<b>3</b>
1.1	OBJETIVO .....	3
1.2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	3
<b>2.</b>	<b>GENERALIDADES.....</b>	<b>3</b>
2.1	INTERPRETAÇÕES .....	3
2.2	REQUISITOS ADICIONAIS E ISENÇÕES .....	3
2.3	COMUNICAÇÕES .....	4
<b>3.</b>	<b>DEFINIÇÕES E SIGLAS .....</b>	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>CRITÉRIOS GERAIS DE PROJETO.....</b>	<b>5</b>
4.1	IDENTIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS: .....	5
4.2	CRITÉRIOS DE ÂMBITO GLOBAL: .....	6
4.3	CRITÉRIOS DE PROTEÇÃO ATRAVÉS DE CONFINAMENTO MÚLTIPLO: .....	7
4.4	CRITÉRIOS SOBRE DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA DO PROCESSO: .....	8
4.5	CRITÉRIOS DE SEGURANÇA CONTRA CRITICALIDADE NUCLEAR: .....	10
4.6	CRITÉRIOS DE PROTEÇÃO RADOLÓGICA:.....	11
4.7	CRITÉRIOS SOBRE ESTOCAGEM E MANUSEIO DE COMBUSTÍVEL E DE REJEITOS RADIOATIVOS: .....	12
4.8	CRITÉRIO SOBRE DESCOMISSIONAMENTO:.....	13
	<b>COMISSÃO DE ESTUDO .....</b>	<b>14</b>

## **ANSN 1.02 – CRITÉRIOS GERAIS DE PROJETO PARA USINAS DE REPROCESSAMENTO DE COMBUSTÍVEIS NUCLEARES**

### **1. OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO**

#### **1.1 OBJETIVO**

1.1.1 O objetivo desta Norma é estabelecer os Critérios Gerais de Projeto (*CGP*) para *usinas de reprocessamento de combustíveis nucleares* a serem licenciadas de acordo com a legislação vigente.

#### **1.2 CAMPO DE APLICAÇÃO**

1.2.1 Esta Norma aplica-se ao projeto de todos os sistemas, componentes e estruturas da *usina* importantes à segurança na operação e à saúde e segurança do público.

1.2.1.1 Os *CGP* devem ser considerados como requisitos mínimos para a seleção, pelo projetista da *usina*, dos *critérios principais de projeto* que estabelecem as exigências de projeto, fabricação, construção, ensaio e desempenho dos *itens* importantes para a segurança.

1.2.1.2 Além de satisfazer os *CGP*, o projetista da *usina* deve:

- a) projetar contra qualquer perda de capacidade resultante de *falha única* em sistemas associados à segurança, provendo redundância e diversidade para os mesmos;
- b) minimizar a possibilidade de falhas concorrentes, não randômicas, de elementos redundantes em sistemas de proteção;
- c) adotar critérios de projeto para resistência da *usina* a acidentes máximos postulados, e *bases de projeto* para fenômenos naturais máximos prováveis;
- d) incluir proteção adequada para empregados da *usina* contra os perigos passíveis de afetar o seu desempenho no cumprimento de ações necessárias para proteger o público de exposição à radiação;
- e) adicionar outras características de segurança julgadas necessárias.

### **2. GENERALIDADES**

#### **2.1 INTERPRETAÇÕES**

2.1.1 Em caso de divergência entre os requisitos desta Norma e os de normas específicas, baixadas pela ANSN, prevalecerão os requisitos das normas específicas.

2.1.2 Qualquer dúvida, que possa surgir com referência às disposições desta Norma, será dirimida pela ANSN mediante parecer do Departamento competente e aprovação da Diretoria Colegiada.

#### **2.2 REQUISITOS ADICIONAIS E ISENÇÕES**

2.2.1 A ANSN pode, através de Resolução, Norma ou outro documento, exigir a adoção de critérios diferentes ou adicionais aos estabelecidos nesta Norma, conforme considerar apropriado ou necessário, tendo em vista a segurança operacional da *usina* e a proteção da vida, bens e saúde do público.

2.2.2 A ANSN pode, mediante solicitação expressa do interessado, conceder, em casos específicos, dispensa do atendimento, total ou parcial, de determinados *CGP*, se, a seu juízo

considerar que tal dispensa é justificável e não compromete a segurança operacional da *usina* e a proteção da vida, bens e saúde do público.

## 2.3 COMUNICAÇÕES

As eventuais comunicações decorrentes das disposições desta Norma devem ser endereçadas à ANSN, exceto quando explicitamente determinado em contrário.

## 3. DEFINIÇÕES E SIGLAS

Para os fins desta Norma, são adotadas as seguintes definições e siglas:

**ANSN** - Autoridade Nacional de Segurança Nuclear

- a) AIEA** - Agência Internacional de Energia Atômica;
- b) Base de Projeto** - informação relativa a uma estrutura, sistema ou componente da instalação nuclear, que identifica:  
-as funções específicas a serem desempenhadas pelo *item*; e  
-os valores ou faixas de valores específicos de parâmetros de controle, selecionados como limites de referência para projeto.
- c) CNEN** - Comissão Nacional de Energia Nuclear;
- d) Condição Anormal de Operação** - condição transitória do processo ou incidente incomum, que resulta em exposição à radiação ou liberação de radioatividade, superiores às de *condições normais de operação*;
- e) Condição de Acidente** - condição decorrente de evento postulado, que possa resultar em exposição à radiação ou liberação de radioatividade superiores aos limites estabelecidos nas Normas pertinentes da ANSN;
- f) Condição Normal de Operação** (ou *operação normal*) - operação (incluindo partida, desligamento e manutenção) de sistemas dentro da faixa aceitável dos parâmetros aplicáveis;
- g) Controles** - dispositivos e mecanismos cuja manipulação pode influir no processo de modo a afetar a segurança na operação e a saúde e a segurança do público.
- h) Controles Administrativos** - procedimentos ou regras, estabelecidas e monitoradas pela gerência, para assegurar a operação controlada de *usina* com vistas à segurança do pessoal empregado e do público;
- i) Critérios Gerais de Projeto** - critérios necessários para assegurar a saúde e segurança do pessoal empregado e do público em geral, e que são aplicáveis, de modo geral, a todas *usinas* de reprocessamento de combustíveis nucleares;
- jj) CGP** - Critérios Gerais de Projeto;
- l) Critérios Principais de Projeto** - objetivos funcionais relacionados à segurança de todos dispositivos de uma determinada *usina* de reprocessamento, que são exigidos no interesse da saúde e segurança do pessoal empregado e do público em geral. Incluem os critérios gerais de projeto, mas não são limitados aos mesmos;
- m) Criticalidade Nuclear** (ou simplesmente *criticalidade*) - estado ou condição de um aglomerado contendo material físsil, no qual se possa desenvolver um processo auto-sustentado de fissão nuclear;
- n) Falha Única** - ocorrência que resulta na perda de capacidade de um componente para desempenhar a função ou *funções de segurança* que lhe competem. As falhas múltiplas, isto é, a perda de capacidade de vários componentes, quando resultantes de uma ocorrência única, são consideradas como *falha única*;
- o) Função de Segurança** - função que previne ou atenua as consequências de acidentes postulados capazes de oferecer riscos indevidos à saúde e segurança do pessoal empregado e do público;
- p) Item** - qualquer material, peça, equipamento, sistema, componente ou estrutura da instalação nuclear;
- q) Modo Seguro de Falha** - condição segura automaticamente resultante de uma falha previsível de instrumentos, válvulas ou componentes ou da fonte que os energiza;

- r) Processo de Reprocessamento* (ou simplesmente *processo*) - conjunto de operações necessárias à remoção de produtos de fissão e recuperação de material fértil e físsil de combustíveis nucleares após seu uso em um reator;
- s) Proteção Radiológica* - proteção contra radiação ionizante interna e externa.
- t) Rejeitos Líquidos de Alto Nível* - rejeitos radioativos líquidos resultantes da operação do primeiro ciclo do sistema de extração por solvente, ou equivalente, bem como, rejeitos concentrados de ciclos de extração subseqüentes, ou equivalentes;
- u) Sistema de Confinamento* - barreira e sistemas associados, incluindo ventilação, que separam, de áreas contendo substâncias radioativas, o meio ambiente ou áreas internas onde são previstos, normalmente, níveis de radioatividade menores do que aqueles que a barreira é projetada para confinar;
- v) Sistema ou Equipamento Confiável* - sistema ou equipamento capaz de funcionar satisfatoriamente durante um tempo especificado e sob condições operacionais estabelecidas;
- x) Sistema ou Equipamento Redundante* - sistema ou equipamento que duplica essencial de outro sistema ou equipamento, sendo capaz de desempenhar tal função independentemente do estado operacional ou falha desse outro;
- y) Sistema Projeto contra Falha Única* - sistema em que a *falha única* de qualquer componente ativo (supondo-se os componentes passivos funcionando adequadamente) ou a *falha única* de qualquer componente passivo (admitindo-se os componentes ativos funcionando apropriadamente) não resulta na perda da capacidade do sistema para desempenhar suas *funções de segurança*;
- z) Usina de Reprocessamento de Combustíveis Nucleares* (ou simplesmente *usina*) - instalação nuclear que abrange sistemas, componentes e estruturas necessárias para a separação, recuperação, estocagem e manuseio de materiais nucleares físseis e férteis, subprodutos e rejeitos de materiais ou combustíveis nucleares irradiados, e, também, sistemas, componentes e estruturas de proteção necessários para garantir, razoavelmente, que a *usina* pode ser operada sem risco indevido para a saúde e segurança do pessoal empregado e do público;

#### 4. CRITÉRIOS GERAIS DE PROJETO

##### 4.1 Identificação dos critérios:

4.1.1 Os Critérios Gerais de Projeto a serem satisfeitos pelo projeto de *usinas de reprocessamento* são em número de 27 (vinte e sete) e abrangem as seguintes áreas:

###### a) Critérios de âmbito global:

- Nº 1 - Garantia da qualidade;
- Nº 2 - Proteção contra condições ambientais, fenômenos naturais e projéteis;
- Nº 3 - Proteção contra incêndios e explosões;
- Nº 4 - Compartilhamento de sistemas, componentes e estruturas;
- Nº 5 - Proximidade de locais de outras instalações nucleares;
- Nº 6 - Manutenção e ensaio de sistemas e componentes;
- Nº 7 - Recursos de emergência.

###### b) Critérios de proteção através de confinamento múltiplo:

- Nº 8 - Sistemas e barreiras de confinamento;
- Nº 9 - Sistemas de ventilação e de descarga gasosa;

###### c) Critérios sobre dispositivos de segurança no processo:

- Nº 10 - Sistemas de proteção;

Nº 11 - Sistemas de controle e instrumentação;  
Nº 12 - Separação entre dispositivos de segurança do *processo* e sistemas de controle;  
Nº 13 - Sala de controle;  
Nº 14 - Sistemas de *processo*;  
Nº 15 - Serviços de utilidades;

d) **Critérios de segurança contra criticalidade nuclear:**

Nº 16 - Margens de segurança;  
Nº 17 - Métodos de controle;  
Nº 18 - Absorvedores de nêutrons;  
Nº 19 - Medidas auxiliares de segurança;

e) **Critérios de proteção radiológica:**

Nº 20 - Controle de acesso à instalação;  
Nº 21 - Blindagem contra radiação;  
Nº 22 - Sistemas de alarme contra radiação;  
Nº 23 - Monitoração de efluentes;  
Nº 24 - Controle de efluentes;

f) **Critérios sobre estocagem e manuseio de combustível e de rejeitos radioativos:**

Nº 25 - Sistemas de combustível e de rejeitos radioativos;  
Nº 26 - Sistemas de gerência de rejeitos radioativos.

#### 4.2 Critérios de âmbito global:

##### **CRITÉRIO 1 - Garantia da Qualidade**

Os sistemas, componentes e estruturas importantes para a segurança devem ser projetados, fabricados, construídos e ensaiados de acordo com o Código de Prática sobre Garantia da Qualidade da AIEA, adotado pela Resolução CNEN n. 3/77. Os registros apropriados relativos a essas atividades devem ser mantidos pelo proprietário da *usina*, ou sob seu controle, durante toda a vida da instalação.

##### **CRITÉRIO 2 - Proteção contra Condições Ambientais, Fenômenos Naturais e Projéteis.**

- I. Os sistemas, componentes e estruturas importantes à segurança devem ser projetados de modo a:
  - a) suportar adequadamente o efeito das condições ambientais da *usina* associadas com a operação, manutenção, desligamento, ensaios e *condições de acidente*;
  - b) resistir aos efeitos de fenômenos naturais tais como: sismos, raios, ventanias, inundações, sem diminuir a capacidade para desempenhar suas *funções de segurança*;
  - c) serem apropriadamente protegidos contra efeitos dinâmicos, incluindo movimentos vibratórios e os efeitos de projéteis e descargas de fluídos, que possam resultar de falha de equipamento ou de outras causas, tanto no interior como no exterior da *usina*.
- II. Devem ser identificados os meios de determinação da intensidade dos fenômenos naturais passíveis de ocorrer, para fins de comparação com as *bases de projeto* de sistemas, componentes e estruturas importantes à segurança. Os respectivos *critérios principais de projeto* devem incluir:
  - a) resistência ao mais severo dos fenômenos naturais registrados no local e área adjacente, com ajustes apropriados para levar em conta a quantidade limitada dos dados históricos e o período de tempo no qual foram acumulados;

- b) características de segurança para suportar combinações dos efeitos de *condições de acidente* e de fenômenos naturais;
- c) dispositivos que assegurem o desligamento seguro e confinamento de radioatividade em condições de emergência, e a partida segura após desligamento não programado.

**CRITÉRIO 3 - Proteção contra Incêndio e Explosões.**

- I. Os sistemas, componentes e estruturas importantes à segurança devem ser projetados e localizados, de modo que continuem a desempenhar eficientemente suas *funções de segurança* em condições de incêndio e explosão. Sempre que praticável, devem ser usados materiais refratários e incombustíveis em toda a instalação, particularmente em posições vitais ao funcionamento de *sistemas e barreiras de confinamento*, aos métodos de controle interno de materiais radioativos e à manutenção de funções de controle de segurança.
- II. Os sistemas de extinção, alarme e detecção de incêndio e explosão devem ser projetados com meios e capacidade suficientes para minimizar os efeitos adversos de incêndios e explosões em *itens* importantes à segurança. O projeto do sistema de extinção de incêndio deve, também, incluir prescrições para proteger esses *itens* contra efeitos adversos, no caso de *operação normal* ou de falha de sistema.

**CRITÉRIO 4 - Compartilhamento de Sistemas, Componentes e Estruturas.**

Os sistemas, componentes e estruturas importantes à segurança não devem ser compartilhados entre uma *usina de reprocessamento* e instalações de qualquer tipo, a menos que se demonstre que tal uso em comum não prejudicará a capacidade da *usina* em desempenhar suas *funções de segurança*, incluindo a capacidade para desligamento seguro e de forma ordenada, no evento *condição anormal* ou de *acidente*.

**CRITÉRIO 5 - Proximidade de Locais de outras Instalações Nucleares.**

As *usinas de reprocessamento* localizadas próximas a outras instalações nucleares devem ser projetadas para assegurar o efeito cumulativo de descargas resultantes de operação conjunta não resultará em risco indevido à saúde e segurança do público

**CRITÉRIO 6 - Manutenção e Ensaio de Sistemas e Componentes.**

Os sistemas e componentes que possuem *funções de segurança* deve ser projetados de modo a permitir inspeções, manutenção e ensaio, a fim de assegurar seu funcionamento contínuo durante a vida da instalação.

**CRITÉRIO 7 - Recursos de Emergência**

- I. Os sistemas, componentes e estruturas importantes à segurança devem ser projetados de modo a assegurar capacidade para desligamento seguro de operações da *usina* e controle de uma emergência.
- II. O projeto da *usina* deve assegurar meios para uso, conforme necessário, de instalações no próprio local e de instalações e serviços externos disponíveis, tais como hospitais, polícia, corpo de bombeiros, serviços de ambulância e pessoal de serviços de utilidades.

4.3 Critérios de proteção através de confinamento múltiplo:

**CRITÉRIO 8 - Sistemas e Barreiras de Confinamento**

O *sistema de confinamento* total deve satisfazer aos seguintes requisitos:

- a) consistir de um ou mais *sistemas e barreiras de confinamento* individuais que controlem, sucessivamente, a liberação de radioatividade para o meio ambiente;
- b) proteger contra os efeitos de acidentes ou fenômenos naturais externos;

- c) ser fabricado, construído, ensaiado e mantido de modo a prevenir escape anormal de radioatividade, falha de propagação rápida ou ruptura grande durante a vida de projeto da *usina*.

#### **CRITÉRIO 9 - Sistemas de Ventilação e de Descarga Gasosa.**

Os sistemas de ventilação e de descarga gasosa devem ser projetados e ensaiados a fim de assegurar o confinamento de materiais radioativos, durante *condições normais, anormais e de acidente*. Para alcançar esse objetivo, o projeto desses sistemas deve satisfazer aos seguintes requisitos.

- a) manutenção do sentido adequado de fluxo de ar de ventilação através da *barreira de confinamento*, ou seja entre áreas internas e externas à barreira, em *condições normais, anormais ou de acidente*;
- b) capacidade do sistema de ventilação para suportar mudanças nas condições de operação, tais como: variações de temperatura ou pressão, e para controlar com segurança, todas as descargas de gases radioativos eventualmente associadas a *condições normais, anormais ou de acidente*;
- c) garantia de continuidade da ventilação necessária por meio de equipamentos, sistemas de controle baseados no *modo seguro de falha* ou outros meios, todos redundantes;
- d) estabelecimento de meios para ensaiar todos os componentes relacionados com a segurança durante *operação normal* dos sistemas, de modo a demonstrar sua aptidão para atuar com a eficiência de projeto, e funcionar durante condições de emergência e durante transições entre *condições normais e de emergência*;
- e) capacidade dos sistemas de ventilação para permitir ocupação contínua de qualquer área onde tal ocupação é necessária para *operações normais da usina*, para seu desligamento seguro ou para mantê-la nessa condição. O projeto deve incluir proteção contra a entrada ou acumulação de materiais radioativos, bem como permitir a evacuação segura e oportuna do pessoal de qualquer área;
- f) capacidade dos sistemas de descarga gasosa do dissolvedor para confinar os materiais radioativos durante *operação normal* e para assegurar que a concentração desses materiais corresponda a níveis de radioatividade tão baixos quanto razoavelmente exequível, levando em consideração o estado da tecnologia e a economia de aperfeiçoamento em relação a benefícios para a saúde e segurança do público e ao interesse da comunidade. Tais sistemas devem ser projetados para manter sua capacidade de separação e confinamento, de modo a reduzir liberações resultantes de uma *condição de acidente*, a níveis compatíveis com as normas pertinentes da ANSN.

#### 4.4 Critérios sobre dispositivos de segurança do processo:

#### **CRITÉRIO 10 - Sistemas de Proteção**

Os sistemas de proteção devem ser projetados de modo a:

- a) iniciar ação garantidora de que os limites de operação aceitáveis, especificados no projeto, não sejam excedidos como consequência de ocorrências operacionais;
- b) identificar *condições potenciais perigosas ou de acidente*, bem como, ou dar alarme visual e audível para permitir a execução de medidas oportunas de proteção do público e do pessoal de operação, ou ativar os sistemas e componentes necessários a essa proteção. Essa ativação deve ser automática, sempre que isso seja compatível com os requisitos de segurança a serem satisfeitos;
- c) serem confiáveis, possuindo redundância e independência suficientes para assegurar, no mínimo, que:
  - que nenhuma *falha única* resulte em perda das funções de proteção; e

- a retirada de serviço de qualquer componente não implique em perda da redundância exigida, a menos que tal perda, comprovadamente, não impeça o sistema de continuar operando com confiabilidade aceitável;
- d) permitir, no próprio local, o ensaio periódico de suas funções e eficiências com a *usina* em operação de modo a determinar se ocorreram falhas ou perdas de redundância;
- e) alcançar o *modo seguro de falha* ou um estado demonstrado como aceitável ou alguma outra condição definida, se ocorrerem eventos, tais como: desconexão do sistema, perda de energia ou força motriz, ou meio ambiente adverso.

#### **CRITÉRIO 11 - Sistemas de Controle e Instrumentação**

- I. Os sistemas de controle e instrumentação devem satisfazer aos seguintes requisitos:
  - a) permitir a monitoração de variáveis e de sistemas em operação, relacionados à segurança, dentro das faixas previstas para *condições normais, anormais e de acidente*, e para desligamento seguro;
  - b) possuir dispositivos de segurança com a redundância necessária para garantir a segurança adequada das operações do *processo* e da *usina* em geral;
  - c) alcançar o *modo seguro de falha* ou um estado demonstrado como aceitável ou alguma outra condição definida, se ocorrerem eventos tais como: desconexão, perda de energia ou força motriz, ou meio ambiente adverso.
- II. Devem ser instalados controles para manter os sistemas e variáveis que requerem vigilância e controle constantes, dentro das faixas prescritas de operação sob *condições normais*. Esses sistemas e variáveis incluem partes do *processo*, do *sistema de confinamento* total, de cada *barreira de confinamento* e seus sistemas associados, e de outros sistemas que influem na segurança global da *usina*.

#### **CRITÉRIO 12 - Separação entre Dispositivos de Segurança do Processo e Sistemas de Controle.**

Os dispositivos de segurança do *processo* devem ser separados dos sistemas de controle, de tal modo que uma alteração ou falha em qualquer um deles, deixe intacto um sistema que satisfaça todos os requisitos de independência e confiabilidade necessários à segurança do *processo*.

#### **CRITÉRIO 13 - Sala de Controle**

- I. A sala de controle ou áreas de controle devem ser projetadas de modo a permitir a ocupação e a execução de medidas, seja para operar com segurança a *usina* em condições normais, seja para mantê-la em condição segura em *situações anormais e de acidente*.
- II. Os *controles* e instrumentação na sala de controle ou áreas de controle devem ser projetados com redundância suficiente para permitir a colocação da *usina* em condição segura, caso qualquer das áreas de controle, ou a sala de controle, seja retirada de serviço.

#### **CRITÉRIO 14 - Sistemas de Processo**

Os sistemas e componentes do *processo* constituem a primeira *barreira de confinamento*, devendo o projeto de cada sistema do *processo*, com vistas à garantia da saúde e segurança do público e do pessoal de operação, incluir meios para:

- a) manter sua integridade e desempenho em todas as *condições normais e anormais* do *processo*, inclusive com os inventários máximos previstos de materiais físsveis e outros radionuclídeos;
- b) dominar de modo seguro as condições infreqüentes do *processo* previstas.

**CRITÉRIO 15 - Serviços de Utilidades**

- I. Os serviços de utilidades relacionados à segurança devem ser projetados (alimentação e distribuição) de modo a:
  - a) possibilitar a cada um dos sistemas necessários para condições de emergência, satisfazer a demanda de segurança em *condições normais, anormais e de acidentes*;
  - b) incluir *sistemas redundantes*, conforme seja necessário para manter, com capacidade adequada, a aptidão para desempenhar suas *funções de segurança*, admitindo-se uma *falha única*;
  - c) permitir ensaios de sua capacidade e desempenho funcionais, incluindo a seqüência operacional completa de cada sistema relativa à mudança de fontes de alimentação normal para fontes de emergência, e, também, a operação de sistemas de segurança associados.
- II. O projeto de suprimento de energia elétrica, relacionado à segurança, deve satisfazer aos seguintes requisitos:
  - a) incluir meios para que, no caso de perda de circuito ou fonte primária, seja fornecida energia de emergência segura e oportuna a instrumentos, *sistemas de confinamento*, sistemas de serviço e sistemas do *processo*, em quantidade suficiente para permitir o desligamento seguro da *usina*, e sua manutenção nessa condição, com todos os dispositivos de segurança essenciais à situação em funcionamento;
  - b) apresentar os circuitos de distribuição e as fontes de energia de emergência no local da *usina* com independência, redundância e ensaiabilidade suficientes para garantir o desempenho das respectivas *funções de segurança* no caso de uma *falha única* ou de *condição de acidente*.

## 4.5 Critérios de segurança contra criticalidade nuclear:

**CRITÉRIO 16 - Margens de Segurança**

Os sistemas do *processo* e de estocagem devem ser projetados de modo a :

- a) incluir margens de segurança para os parâmetros de *criticalidade*, compatíveis com as incertezas nas condições do *processo* e de estocagem, nos dados e métodos usados em cálculos, e na natureza do meio ambiente imediato sob condições de acidente;
- b) serem mantidos subcríticos, com garantia de que nenhum acidente de *criticalidade* possa ocorrer sem que tenha havido, no mínimo, duas alterações seqüências ou concorrentes, independentes e improváveis, nas condições essenciais à segurança contra *criticalidade*.

**CRITÉRIO 17 - Métodos de Controle**

Os métodos de controle de *criticalidade* devem ser os seguintes, em ordem de preferência, desde que práticos:

- a) método da geometria favorável, no qual equipamentos ou sistemas são subcríticos, mesmo sob as piores condições postuladas, devido à fuga de nêutrons;
- b) método dos venenos sólidos, no qual são empregados materiais absorvedores de nêutrons, permanentemente fixos;
- c) método dos controles administrativos, no qual são usados *controles administrativos* de moderação, de concentração de material físsil, de material físsil total, combinados com margens em medidas de segurança, ou, alternativamente, método dos venenos solúveis, em que é feito o uso de materiais solúveis absorvedores de nêutrons, conjugado com análises e dispositivos de segurança adequados.

**CRITÉRIO 18 - Absorvedores de Nêutrons**

- I. No caso de emprego de materiais sólidos absorvedores de nêutrons para prevenir a *criticalidade*, o projeto dos sistemas do *processo* e de estocagem deve fornecer meios efetivos que verifiquem a eficácia contínua desses absorvedores.
- II. O emprego de materiais solúveis absorvedores de nêutrons como um controle primário de *criticalidade* deve ser condicionado à:
  - a) adoção de dois métodos independentes que assegurem a presença da concentração necessária de absorvedores de nêutrons; e,
  - b) localização do equipamento que contém o material físsil atrás de barreiras e blindagens, suficientes para reduzirem a probabilidade e a extensão de contaminação do meio ambiente e exposição do pessoal à radiação, no caso de um acidente de *criticalidade*.

**CRITÉRIO 19 - Medidas Auxiliares de Segurança**

- I. Os sistemas do *processo* e de estocagem devem ser projetados de modo a:
  - a) garantir que nenhum *item* passível de causar segregação de materiais físseis, possa estar presente em componentes, cuja segurança contra *criticalidade* dependa da distribuição homogênea de material físsil;
  - b) assegurar a impossibilidade de transferência de materiais físseis provenientes de sistemas de segurança para sistemas não relacionados à segurança, como consequência de qualquer *falha única* ou erro de operação.
- II. Os componentes, cuja segurança contra *criticalidade* depende de uma concentração limite de material físsil, devem ser projetados de modo que:
  - a) não estejam presentes mecanismos que possam causar concentrações críticas de materiais físseis;
  - b) a concentração seja controlada por meios instrumentais efetivos.
- III. Os componentes de *sistemas de confinamento* devem ser projetados de modo a garantir que vazamentos provenientes de equipamentos, ou de uma zona de confinamento para outra, não resultem em uma condição que leve à *criticalidade*.
- IV. O espaçamento entre acumulações discretas de materiais físseis deve ser controlado de modo a manter um estado subcrítico.

4.6 Critérios de proteção radiológica:

**CRITÉRIO 20 - Controle de Acesso à Instalação**

O projeto deve possibilitar o controle de acesso à *usina* e às suas áreas internas de contaminação potencial ou alta radiação, de tal modo que a disseminação de qualquer contaminação possa ser monitorada e controlada.

**CRITÉRIO 21 - Blindagem contra Radiação**

As blindagens contra radiação devem ser projetadas de modo a garantir que as taxas de dose em áreas acessíveis estejam de acordo com as normas pertinentes da ANSN.

**CRITÉRIO 22 - Sistemas de Alarme contra Radiação**

Os sistemas de alarme contra radiação devem ser projetados de modo a:

- a) alertar o pessoal da *usina* sobre aumentos significativos nos níveis de radiação, em áreas normalmente acessíveis, e sobre radioatividade excessiva liberada em efluentes da *usina*;
- b) apresentar redundância e recursos para permitir ensaios de sua eficiência de operação.

**CRITÉRIO 23 - Monitoração de Efluentes**

Os sistemas de efluentes da *usina* devem incluir meios de medir e registrar a quantidade de radionuclídeos em qualquer efluente. A fim de que os dados, assim medidos e registrados, possam ser usados, deve ser determinado o fluxo do meio de diluição ambiental, seja ar ou água.

**CRITÉRIO 24 - Controle de Efluentes**

- I. O projeto da *usina* deve incluir meios para controlar a liberação de efluentes radioativos, quer sejam gasosos, líquidos ou sólidos, durante *operações normais*, e *condições anormais e de acidente*.
- II. Os sistemas projetados para prevenir a liberação de materiais radioativos devem ser passíveis de monitoração e ensaio, e ser providos de alarmes.
- III. Deve ser assegurada a capacidade de interrupção imediata do fluxo de efluentes líquidos contaminados ou de retenção de tais efluentes, conforme necessário, para garantir que as concentrações de materiais radioativos em efluentes líquidos correspondam sempre a níveis de radioatividade tão baixos quanto razoavelmente exequível.

4.7 Critérios sobre estocagem e manuseio de combustível e de rejeitos radioativos:

**CRITÉRIO 25 - Sistemas de Combustível e de Rejeitos Radioativos**

Os sistemas de estocagem de combustível e os de rejeitos radioativos, bem como outros sistemas que possam conter ou manusear materiais radioativos, devem ser projetados de modo a garantir a segurança adequada em *condições normais, anormais e de acidente*. Esses sistemas devem possuir:

- a) recursos para ensaiar componentes importantes à segurança;
- b) blindagem apropriada para proteção contra radiação sob *condições normais, anormais e de acidente*;
- c) *sistemas de confinamento*;
- d) capacidade de remoção de calor com ensaiabilidade e confiabilidade compatíveis com a importância para a segurança.

**CRITÉRIO 26 - Sistemas de Gerência de Rejeitos Radioativos**

Os sistemas de gerência de rejeitos devem ser projetados de tal modo que:

- a) os rejeitos radioativos gasosos gerados em qualquer fase do *processo* sejam absorvidos e estocados, ou simplesmente estocados, em recipientes estanques, até seu decaimento a níveis compatíveis com as normas pertinentes da ANSN;
- b) o inventário de *rejeitos líquidos de alto nível* na *usina* seja sempre limitado ao produzido nos 5 (cinco) anos anteriores;
- c) os rejeitos líquidos sejam convertidos em sólido seco e colocados em tambores selados antes da transferência obrigatória para um Repositório Federal sob controle da CNEN em cofres de transporte por ela aprovados;
- d) os rejeitos sólidos secos, gerados em qualquer fase do *processo* e os resultantes da conversão de rejeitos líquidos e gasosos, sejam química, térmica e radioliticamente estáveis, na medida em que a pressão de equilíbrio no interior do tambor selado não exceder a pressão de operação segura para o tambor, durante o período decorrido entre a sua selagem e um mínimo de 90 (noventa) dias após seu recebimento (transferência de custódia física) no Repositório Federal;
- e) todos os rejeitos de alto nível sejam transferidos da *usina* para o Repositório Federal, no máximo, até 10 (dez) anos após a separação de produtos de fissão.

4.8 Critério sobre descomissionamento:

**CRITÉRIO 27 - Descomissionamento**

O projeto da *usina* deve ter como um dos objetivos o de facilitar a descontaminação e a remoção de todos os rejeitos radioativos quando a instalação for descomissionada.

## COMISSÃO DE ESTUDO

**Presidente:**

Marcos Grimberg CNEN

**Membros:** Hernani Augusto Lopes de Amorim CNEN  
Inez Padilha Camacho CNEN  
José Waldemar Silva Dias da Cunha CNEN  
Mauro Maurício Guimarães da Silva CNEN  
Alzira Lourenço Deppe NUCLEBRAS  
Lidia Mikiko Doi NUCLEBRAS  
Xasumet Campello Bittencourt NUCLEBRAS

**Secretaria:** Neuza Mori CNEN