

**Norma CNEN NE 5.02**  
**Portaria CNEN/PR 08/03**  
**Fevereiro / 2003**

## **TRANSPORTE, RECEBIMENTO, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE ELEMENTOS COMBUSTÍVEIS DE USINAS NUCLEOELÉTRICAS**

### **Histórico da norma:**

**Portaria DExI CNEN - 02/86**  
**Publicação: DOU 29.10.1986**

**Portaria CNEN/PR 08/03**  
**Publicação: DOU 17.02.2003**

## SUMÁRIO

# CNEN NE 5.02 - TRANSPORTE, RECEBIMENTO, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE ELEMENTOS COMBUSTÍVEIS DE USINAS NUCLEOELÉTRICAS

<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	PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS .....	3
2.2	INTERPRETAÇÕES .....	3
2.3	ASPECTOS ADMINISTRATIVOS .....	4
2.4	TREINAMENTO.....	4
<b>3.</b>	<b>DEFINIÇÕES E SIGLAS .....</b>	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>TRANSPORTE .....</b>	<b>7</b>
4.1	REQUISITOS GERAIS .....	7
4.2	REQUISITOS PRÉ-OPERACIONAIS .....	8
4.3	REQUISITOS OPERACIONAIS .....	8
4.4	REQUISITOS ADMINISTRATIVOS .....	8
<b>5.</b>	<b>RECEBIMENTO .....</b>	<b>9</b>
5.1	REQUISITOS GERAIS .....	9
5.2	INSPEÇÃO DE RECEBIMENTO .....	9
5.3	NÃO CONFORMIDADES VERIFICADAS NO RECEBIMENTO .....	10
<b>6.</b>	<b>ARMAZENAGEM .....</b>	<b>10</b>
6.1	REQUISITOS GERAIS .....	10
6.2	REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA ARMAZENAGEM DE ELEMENTOS COMBUSTÍVEIS NÃO-IRRADIADOS.....	12
6.3	REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA A ARMAZENAGEM DE ELEMENTOS COMBUSTÍVEIS IRRADIADOS.....	12
6.4	REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA A ARMAZENAGEM DE COMPONENTES DO NÚCLEO IRRADIADOS.....	14
<b>7.</b>	<b>MANUSEIO.....</b>	<b>15</b>
7.1	REQUISITOS GERAIS .....	15
7.2	REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA O MANUSEIO DE ELEMENTOS COMBUSTÍVEIS NÃO-IRRADIADOS.....	16
7.3	REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA MANUSEIO DE ELEMENTOS COMBUSTÍVEIS IRRADIADOS .....	20
<b>8.</b>	<b>REGISTROS.....</b>	<b>23</b>
	<b>COMISSÃO DE ESTUDO .....</b>	<b>24</b>

# **CNEN-NE-5.02 – TRANSPORTE, RECEBIMENTO, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE ELEMENTOS COMBUSTÍVEIS DE USINAS NUCLEOELÉTRICAS**

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

### **1.1 OBJETIVO**

Estabelecer os requisitos para o *transporte, recebimento, armazenagem e manuseio* seguros de *elementos combustíveis de usinas nucleoelétricas*.

### **1.2 CAMPO DE APLICAÇÃO**

1.2.1 Aplica-se ao trabalho do indivíduo ou organização que participe das atividades de *transporte, recebimento, armazenagem e manuseio* de *elementos combustíveis de usinas nucleoelétricas*.

1.2.2 Esta Norma deve ser aplicada em conjunto com Normas da *CNEN* relativas a:

- a) Garantia da Qualidade para Usinas Nucleoelétricas;
- b) Transporte de Material Radioativo;
- c) Radioproteção;
- d) Proteção Física de Unidades Operacionais na Área Nuclear;
- e) Licenciamento de Instalações Nucleares.

## **2. GENERALIDADES**

### **2.1 PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS**

Esta Norma está baseada nos seguintes princípios fundamentais, relacionados com a segurança:

- a) evitar danos aos *elementos combustíveis*;
- b) evitar *criticalidade* accidental;
- c) proporcionar radioproteção ao pessoal da *instalação* e ao público em geral;
- d) evitar *liberação* de material radioativo e/ou radiação acima dos limites estabelecidos pela *CNEN*.

### **2.2 INTERPRETAÇÕES**

2.2.1 Qualquer dúvida que possa surgir com referência às disposições desta Norma, será dirimida pela *CNEN*.

2.2.2 A *CNEN* pode, através de Resolução, substituir e/ou acrescentar requisitos aos constantes desta Norma, conforme considerar apropriado ou necessário.

2.2.3 O cumprimento dos itens constantes desta Norma não isenta o *requerente* de satisfazer os requisitos estabelecidos pelos órgãos com jurisdição sobre os meios de transporte

## 2.3 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

2.3.1 O *requerente* é o responsável pelas atividades de *transporte*, *recebimento*, bem como *manuseio* e *armazenagem* de *elementos combustíveis* na *usina*, podendo delegar parte de suas atribuições a outras organizações, permanecendo, entretanto, como responsável final pelas mesmas perante à *CNEN*.

2.3.2 O *requerente* deve identificar, estabelecer e documentar as interfaces organizacionais relacionadas com as atividades citadas em 2.3.1.

2.3.3 O *requerente* deve assegurar que toda a documentação de *garantia da qualidade* relativa à fabricação dos *elementos combustíveis* esteja disponível antes do *transporte*.

2.3.4 O *requerente* deve assegurar que todos os procedimentos referentes ao *recebimento*, *manuseio* e *carregamento do núcleo* do reator estejam prontos 3 (três) meses antes do início de cada uma dessas atividades.

## 2.4 TREINAMENTO

Devem ser tomadas medidas para assegurar que todas as pessoas que participem de atividades de *transporte*, *recebimento*, *armazenagem* e *manuseio* de *elementos combustíveis* tenham sido adequadamente treinadas na execução de suas tarefas e estejam completamente familiarizadas com os procedimentos adotados.

## 3. DEFINIÇÕES E SIGLAS

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

1. **Acondicionamento** - conjunto de operações destinadas à colocação do *elemento combustível* no interior do *recipiente* com vistas à proteção do mesmo.
2. **Armazenagem** - guarda de *itens* em local apropriado da *instalação nuclear*.
3. **Carregamento** - ato de colocar o *elemento combustível* dentro do *recipiente*, ou o *elemento combustível* ou *componente do núcleo* dentro do núcleo do reator.
4. **Carregamento do Núcleo** - conjunto de operações necessárias para a colocação, no núcleo do reator, de uma carga completa de *elementos combustíveis* e respectivos *componentes do núcleo*.
5. **CNEN** - Comissão Nacional de Energia Nuclear
6. **Combustível Nuclear** (ou simplesmente **combustível**) - material físsil, ou contendo nuclídeos físseis, que, quando utilizado em um reator nuclear, possibilita uma reação nuclear em cadeia.

7. **Componente do Núcleo** - qualquer *item* que não seja o *elemento combustível*, destinado a permanecer no núcleo do reator durante a operação da *usina*.
8. **Condições de Acidente** - desvios significativos dos estados operacionais, que se espera serem infreqüentes e que possam conduzir à *liberação* de quantidades inaceitáveis de materiais radioativos e/ou radiação, se os dispositivos técnicos de segurança pertinentes não funcionarem como projetados.
9. **Condições Limites de Operação** - níveis mínimos de desempenho ou de capacidade de funcionamento de sistemas ou componentes, exigidos para operação segura da *usina*, conforme definidos nas *especificações técnicas*.
10. **Criticalidade Nuclear** (ou simplesmente *criticalidade*) - condição de um meio ou arranjo multiplicador de nêutrons, cujo fator de multiplicação é igual à unidade.
11. **Descarregamento** - ato de retirar o *elemento combustível* de dentro do *recipiente*, ou o *elemento combustível* ou *componente do núcleo* de dentro do núcleo do reator.
12. **Elemento Combustível** - 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.
13. **Elemento Combustível Irradiado** - *elemento combustível* que, exposto à irradiação em um reator nuclear, contém uma quantidade representativa de produtos de fissão.
14. **Equipamentos do Sistema de Manuseio** - equipamentos usados na movimentação de *elementos combustíveis irradiados* ou não, bem como de *componentes do núcleo*, no interior da *instalação nuclear*.
15. **Especificações Técnicas** - especificações referentes a características da *instalação nuclear* (variáveis, sistemas ou componentes) de importância para a segurança nuclear e a radioproteção, e que fazem parte integrante da Autorização para Operação da *instalação nuclear*.
16. **Eventos Iniciadores Postulados** - eventos que levem a ocorrências operacionais previstas e *condições de acidente*.
17. **Fator de Multiplicação Efetivo ( $K_{\text{eff}}$ )** - razão entre o número total de nêutrons produzidos em um dado intervalo de tempo, em um meio multiplicador finito, e o número total de nêutrons (térmicos + rápidos) perdidos por absorção ou fuga, nesse mesmo intervalo de tempo.
18. **Ferramentas de Manuseio** - dispositivos operados manual ou automaticamente, usados para manusear ou realizar operações nos *elementos combustíveis* ou *componentes do núcleo*.
19. **Garantia da Qualidade** - conjunto de ações sistemáticas e planejadas necessárias para proporcionar confiança adequada de que uma estrutura, sistema, componente ou instalação funcionará satisfatoriamente em serviço.

20. **Inspeção** - ação de controle de qualidade que, por meio de exame, observação ou medição, determina a conformidade de *itens*, processos e procedimentos com os requisitos de qualidade pré-estabelecidos.
21. **Instalação Nuclear** (ou simplesmente *instalação*) - instalação na qual o material nuclear é produzido, processado, reprocessado, utilizado, manuseado ou estocado em quantidades relevantes, a juízo da CNEN. Estão, desde logo, compreendidos nesta definição:
- reator nuclear;
  - usina* que utilize *combustível nuclear* para produção de energia térmica ou elétrica para fins industriais;
  - fábrica ou *usina* para produção ou tratamento de materiais nucleares, integrante do ciclo de *combustível nuclear*;
  - usina* de reprocessamento de *combustível irradiado*;
  - depósito de materiais nucleares, não incluindo local de armazenamento temporário usado durante *transporte*.
22. **Item** - termo geral que abrange qualquer estrutura, sistema, componente, peça ou material.
23. **Item Importante à Segurança** - *item* que inclui ou está incluído em:
- estruturas, sistemas e componentes cuja falha ou mau funcionamento pode resultar em exposições indevidas à radiação para o pessoal da *usina nucleoelétrica* ou membros do público em geral;
  - estruturas, sistemas e componentes que evitam que ocorrências operacionais previstas resultem em *condições de acidente*;
  - dispositivos ou características necessárias para atenuar as consequências de falha ou mau funcionamento de estruturas, sistemas e componentes importantes à segurança.
24. **Liberação** - descarga de material radioativo (sólido, líquido e gasoso) de uma *instalação nuclear*.
25. **Manuseio** - ato de mover *elemento combustível*, *componente do núcleo* ou *recipiente*, manual ou mecanicamente, não incluindo meios de transporte.
26. **Máquina de Carregamento** - qualquer equipamento operando sobre a cavidade ou poço de carregamento do reator e projetado para o *manuseio* de *elementos combustíveis*.
27. **Máquina de Manuseio** - qualquer equipamento operando sobre a piscina de armazenagem de *elemento combustível* e projetado para o *manuseio* de *elementos combustíveis* e *componentes do núcleo*.
28. **Margem de Desligamento** - medida do afastamento em relação à *criticalidade* do fator de multiplicação efetivo do reator na condição de desligado quente.
29. **Mecanismo de Transferência de Elemento Combustível** - equipamento de *manuseio* usado para mover os *elementos combustíveis* entre a cavidade ou poço de carregamento e o canal de transferência.

30. **Operação Normal** - operação que inclui todas as condições e eventos possíveis de ocorrer no curso da operação pretendida, quando realizada sob controles administrativos e procedimentos especificados, dentro das *condições limites de operação* e sem ocorrências que possam afetar a segurança.
31. **Reatividade** - medida do afastamento de um reator da condição de *criticalidade*.
32. **Recebimento** - conjunto de atividades realizadas na *usina* por ocasião da entrega de *elementos combustíveis* ou *componentes do núcleo* ao *requerente*.
33. **Recipiente Carregado** - *recipiente* contendo *elementos combustíveis*, como apresentado para *transporte*.
34. **Recipiente de Transporte de Elemento Combustível** (ou simplesmente *recipiente*) - conjunto de componentes necessários para o *acondicionamento* de *elementos combustíveis* para o *transporte*.
35. **Réplica de Elemento Combustível** - elemento com características geométricas, físicas e mecânicas idênticas ao *elemento combustível*, e usado para testar os *equipamentos do sistema de manuseio*, bem como para treinamento do pessoal envolvido no *carregamento do núcleo* e na colocação e retirada do *elemento combustível* do *recipiente*.
36. **Requerente** - pessoa jurídica, autorizada na forma da lei, que requer à CNEN a Licença de Construção e/ou Autorização para Operação da *usina nucleoelétrica*.
37. **Transporte** - conjunto de atividades que vão desde o *manuseio* no embarque do *recipiente carregado* até o desembarque do mesmo.
38. **Usina Nucleoelétrica** (ou simplesmente *usina*) - instalação fixa dotada de um único reator para produção de energia elétrica.

## 4. TRANSPORTE

### 4.1 REQUISITOS GERAIS

4.1.1 Para o *transporte* seguro do *elemento combustível* devem ser usados *recipientes* que atendam aos requisitos aplicáveis estabelecidos pela CNEN.

4.1.2 Na especificação de equipamentos para *transporte* de *recipientes carregados* devem ser considerados os seguintes requisitos:

- a) compatibilidade com as características do *recipiente carregado*;
- b) proteção do *recipiente carregado* contra danos causados por possíveis acidentes durante o *transporte*;
- c) alta confiabilidade operacional.

4.1.3 Deve ser apresentada à CNEN documentação com descrição dos seguintes tópicos:

- a) características de projeto dos *recipientes*;
- b) análise dos acidentes previsíveis com os *recipientes carregados*, e das medidas adotadas para prevení-los ou minorar suas consequências;

- c) características dos equipamentos de *transporte* e proteção dos *recipientes carregados* demonstrando serem os mesmos confiáveis e estruturalmente adequados para suportar os esforços impostos;
- d) modo de fixação dos *recipientes carregados* nos veículos de *transporte*.

## 4.2 REQUISITOS PRÉ-OPERACIONAIS

4.2.1 Antes do *carregamento* em cada *recipiente*, deve ser feita uma *inspeção* com o objetivo de verificar:

- a) se o *recipiente* se encontra limpo e em condições de uso;
- b) a identificação dos *elementos combustíveis* e respectivos *recipientes*, bem como a documentação pertinente.

4.2.2 No caso de *elementos combustíveis* não irradiados, deve ser observado o seguinte:

- a) inspecioná-los quanto à limpeza antes de serem colocados nos *recipientes*;
- b) proteger os que não forem imediatamente transportados de modo a manterem as condições de limpeza até a ocasião de embarque;
- c) empregar somente métodos de limpeza aprovados.

4.2.3 Após a colocação do *elemento combustível* dentro do *recipiente*, este deve ser visualmente inspecionado quanto ao *acondicionamento*, documentando-se qualquer reparo feito após a *inspeção*.

4.2.4 Se todos os requisitos pré-operacionais estiverem satisfeitos, o *recipiente* deve ser lacrado, verificando-se se os rótulos estão devidamente preenchidos com os valores dos índices de transporte pertinentes.

4.2.5 É vedado o *manuseio* de mais de um *elemento combustível* de cada vez, pelo mesmo equipamento.

## 4.3 REQUISITOS OPERACIONAIS

4.3.1 Os *recipientes carregados* devem ser colocados ou retirados do veículo transportador, um de cada vez.

4.3.2 O peso, centro de gravidade e pontos de içamento dos *recipientes carregados* devem ser respeitados, para que seja assegurado um *manuseio* apropriado.

4.3.3 As temperaturas superficiais e as pressões internas dos *recipientes carregados* devem ser verificadas onde aplicável, em conformidade com os procedimentos de *manuseio* e *transporte*.

## 4.4 REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

4.4.1 Devem ser estabelecidas, em procedimentos escritos, medidas adequadas para *carregamento* e *descarregamento* dos *recipientes*, a fim de:

- a) evitar uma condição de *criticalidade* acidental; e

- b) assegurar que somente sejam carregados *elementos combustíveis irradiados*, cujos históricos de irradiação e tempo de resfriamento sejam tais que o inventário dos produtos de fissão e calor residual de decaimento estejam dentro dos limites especificados para o tipo de *recipiente* utilizado.

4.4.2 Devem ser estabelecidos procedimentos para teste e manutenção dos equipamentos de içamento, de modo a aumentar sua confiabilidade e reduzir a probabilidade de queda acidental.

4.4.3 O *transporte* dos *elementos combustíveis* deve ser previamente autorizado pela CNEN.

## 5. RECEBIMENTO

### 5.1 REQUISITOS GERAIS

5.1.1 Todos os *elementos combustíveis* e respectivos *componentes do núcleo*, entregues na *usina*, antes da *armazenagem* ou *carregamento* direto no núcleo do reator, devem ser submetidos a uma *inspeção de recebimento*, para verificar se foram cumpridos os requisitos de *transporte*.

5.1.2 O local da *inspeção de recebimento* deve estar sujeito aos mesmos requisitos que o local da *armazenagem* dos *elementos combustíveis*.

### 5.2 INSPEÇÃO DE RECEBIMENTO

#### 5.2.1 Verificação da Documentação

5.2.1.1 Deve ser verificado se a documentação recebida está completa e correta.

5.2.1.2 A documentação especificada nos documentos de aquisição dos *elementos combustíveis* e *componentes do núcleo* deve permitir que estes estejam correlacionados com registros que forneçam informações sobre suas características e históricos da fabricação e controle de qualidade.

5.2.1.3 Deve ser verificada a identificação dos *recipentes* e respectivos *elementos combustíveis* em confronto com os certificados e especificações do fabricante, de modo a confirmar o *recebimento* do *elemento combustível* correto.

#### 5.2.2 Inspeção Propriamente Dita

5.2.2.1 Os *recipentes carregados*, antes de serem abertos, devem ser submetidos à *inspeção visual* com relação a danos durante o *transporte*, abrangendo a verificação dos seguintes pontos:

- a) danos externos (causados por impacto, corrosão, fogo, etc.);
- b) integridade dos selos de segurança;
- c) contaminação superficial com material radioativo.

5.2.2.2 Após a abertura do *recipiente carregado*, o mesmo deve ser inspecionado para verificação de:

- a) danos internos;

- b) indicação dos detectores de choque e acelerômetro;
- c) presença de água.

5.2.2.3 Os *elementos combustíveis* e respectivos *componentes do núcleo* devem ser submetidos à *inspeção* quanto a:

- a) integridade das partes;
- b) limpeza superficial;
- c) exame dimensional (caso necessário);
- d) contaminação superficial com material radioativo.

### **5.3 NÃO CONFORMIDADES VERIFICADAS NO RECEBIMENTO**

5.3.1 Devem ser estabelecidas medidas para o controle de *recipientes carregados*, *elementos combustíveis* e *componentes do núcleo* nos quais forem constatadas quaisquer não-conformidades.

5.3.2 Devem ser cumpridas com relação a qualquer não conformidade verificada durante a *inspeção de recebimento*, as seguintes disposições:

- a) registrar a não conformidade;
- b) notificar imediatamente o fornecedor; e
- c) documentar adequadamente as ações corretivas adotadas.

5.3.3 O reparo de *recipientes*, *elementos combustíveis* não irradiados e *componentes do núcleo* deve ser feito somente por pessoal qualificado usando procedimentos aprovados.

## **6. ARMAZENAGEM**

### **6.1 REQUISITOS GERAIS**

6.1.1 As instalações de *armazenagem* de *elementos combustíveis* devem ser estruturalmente capazes de suportar, tanto as cargas impostas sob *operação normal* como aquelas devidas a *condições de acidente*.

6.1.2 Devem ser tomadas precauções para se evitar a queda de objetos que possam causar danos às instalações de *armazenagem* de *elementos combustíveis*.

6.1.3 Devem ser obedecidos os parâmetros relevantes para a operação do sistema de *armazenagem* de *elementos combustíveis*, a serem definidos nas *especificações técnicas*.

6.1.4 Na disposição interna e no arranjo das instalações e equipamentos para a *armazenagem* de *elementos combustíveis*, devem ser adotadas configurações geometricamente seguras para manter condições subcríticas, mesmo em *condições de acidente*.

6.1.5 As áreas de *armazenagem* de *elementos combustíveis* devem satisfazer os seguintes requisitos:

- a) não serem usadas como acesso a outras áreas;
- b) terem o acesso controlado e limitado ao pessoal autorizado;
- c) serem mantidas limpas e desobstruídas;

- d) permitirem facilmente a saída em casos de emergência;
- e) serem proibidas para uso e guarda de alimentos e bebidas; e
- f) possuírem locais e equipamentos apropriados para a descontaminação.

6.1.6 As instalações e equipamentos das áreas de *armazenagem* de *elementos combustíveis* devem ser facilmente acessíveis para fins de *inspeção*, testes, manutenção, monitoração da radiação e testes de contaminação.

6.1.7 Os *elementos combustíveis*, *componentes do núcleo* e *recipientes* devem:

- a) ser facilmente identificáveis sem *manuseio* excessivo;
- b) ter posições adequadas e específicas de *armazenagem*.

6.1.8 Os *elementos combustíveis* devem ser facilmente inseridos e removidos das células de *armazenagem*, não se devendo contar, para efeito da capacidade de *armazenagem*, com posições não autorizadas.

6.1.9 Os equipamentos de *armazenagem* devem ser capazes de reduzir a possibilidade de, durante o *manuseio* e *armazenagem*, impor aos *elementos combustíveis* esforços lateral, axial ou de torção, que possam causar modificações dimensionais no *elemento combustível*.

6.1.10 Grampos ou outras formas de fixação de *elementos combustíveis* em posição, devem estar facilmente visíveis.

6.1.11 Os procedimentos de *armazenagem* devem permitir a verificação da operação pretendida e a constatação de quaisquer erros nesta operação.

6.1.12 Devem ser preparados registros contendo informações tais como local de *armazenagem*, resultado de *inspeções* e controles de radioproteção.

6.1.13 Devem ser providenciados meios adequados para *inspeção* periódica de *elementos combustíveis* armazenados.

6.1.14 Devem ser realizadas e documentadas *inspeções* periódicas para assegurar que as áreas de *armazenagem*, os *elementos combustíveis* e os *recipientes* estejam de acordo com os requisitos aplicáveis desta Norma.

6.1.15 Os equipamentos usados para verificar as dimensões físicas do *elemento combustível* devem ser mantidos calibrados e não devem ser usados para outras finalidades.

6.1.16 A proteção contra incêndio deve ser feita por sistemas que não causem *criticalidade* acidental durante o combate ao fogo, obedecendo-se aos requisitos das normas específicas adotadas pela CNEN.

6.1.17 Devem estar disponíveis equipamentos e locais para a *armazenagem* de *elementos combustíveis* danificados.

6.1.18 Devem ser usadas blindagens adequadas para garantir a proteção de pessoas durante todas as operações, bem como dispositivos de segurança e equipamentos e controles administrativos para evitar que *elementos combustíveis irradiados* ou outros componentes radioativos sejam movimentados ou colocados em posições não blindadas.

6.1.19 Na *armazenagem* em água, devem ser controlados o suprimento de água, a radioatividade, a temperatura, o nível, e a composição química.

6.1.20 Na *armazenagem* a seco, usando o conceito de sistema de resfriamento por circulação de ar, deve ser controlada a atmosfera do depósito e a limitação do acúmulo de material radioativo.

6.1.21 Os sistemas de *armazenagem* que usem absorventes de nêutrons, sólidos e fixos, devem permitir a *inspeção* para verificar se os absorvedores foram instalados em local apropriado e não se degradaram.

6.1.22 A construção e os materiais empregados na área de *armazenagem*, bem como os equipamentos nela instalados, devem permitir fácil descontaminação das superfícies.

6.1.23 Deve haver compatibilidade entre os materiais empregados e o meio ambiente em que são usados, em *operação normal* e em *condições de acidente*.

## **6.2 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA ARMAZENAGEM DE ELEMENTOS COMBUSTÍVEIS NÃO-IRRADIADOS**

6.2.1 Na área de *armazenagem* de *elementos combustíveis* deve ser evitada a instalação de equipamentos, válvulas ou tubulações, nos quais seja necessária *inspeção* periódica pelo pessoal de operação.

6.2.2 A configuração da *armazenagem* deve ser subcrítica; os cálculos de criticalidade devem ser efetuados com metodologias validadas e os valores de  $K_{eff}$ s devem ser inferiores a 0,95 para *operação normal* e a 0,98 para *condições de acidente*.

(Alterado pela Portaria PR-08/03, DOU.27.02.2003)

6.2.3 Deve ser assegurado que os *componentes do núcleo* sujeitos a *manuseio* ou *armazenagem* sejam acomodados de modo definido e seguro na área de *manuseio* de *elementos combustíveis* ou outras áreas apropriadas.

6.2.4 Deve ser prevenida a inundação das áreas de *armazenagem* a seco, por água ou outros materiais moderadores, de modo a evitar *condições de acidente*, tais como *criticalidade* accidental e danos físicos ao *elemento combustível*.

6.2.5 O sistema de drenagem deve ter vazão superior à máxima entrada postulada de água, de modo a não permitir a inundação de áreas de *armazenagem*.

6.2.6 O sistema de ventilação deve ser capaz de evitar a entrada de poeira e aerossóis na área de *armazenagem*.

## **6.3 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA A ARMAZENAGEM DE ELEMENTOS COMBUSTÍVEIS IRRADIADOS**

### **6.3.1 Quanto à Blindagem**

Deve ser usada blindagem adequada em torno das áreas nas quais possam ser colocados *elementos combustíveis irradiados* ou *componentes do núcleo* ativados.

### 6.3.2 Quanto à Contaminação

A contaminação deve ser controlada, de modo a assegurar um meio ambiente operacional seguro dentro das áreas de *armazenagem* e evitar *liberações* acima dos limites estabelecidos pela *CNEN*.

### 6.3.3 Quanto à Área de Armazenagem

Nas áreas de *armazenagem* devem ser atendidos os seguintes requisitos:

- a) acomodação de modo definido e seguro dos *componentes do núcleo* que são manuseados ou armazenados na área destinada ao *elemento combustível irradiado*;
- b) local próprio para uso e *armazenagem* das ferramentas e equipamentos necessários ao *manuseio do elemento combustível irradiado*, bem como para reparos e testes dos *componentes do núcleo*;
- c) capacidade adequada de *armazenagem* de *elementos combustíveis irradiados*, de modo a permitir decaimento radioativo suficiente antes do embarque para fora da *usina*, com espaço disponível para o descarregamento completo do núcleo a qualquer tempo, durante a vida do reator;
- d) local reservado para *armazenagem* de *elementos combustíveis* danificados ou com vazamento;
- e) configuração subcrítica da *armazenagem* de *elementos combustíveis irradiados*, devendo o  $K_{eff}$  ser inferior a 0,95 em *operação normal* e em *condições de acidente*;
- f) instalação de tubulações e componentes na área de *armazenagem* a seco, ou próximo a ela, feita de modo a evitar a entrada de materiais moderadores;
- g) nível de água da piscina controlado de modo que não fique abaixo do limite especificado; e
- h) níveis de concentração de material radioativo e/ou radiação mantidos pelo sistema de limpeza dentro dos limites específicos, com observância dos requisitos para a qualidade da água e contaminação do ar ambiente, necessariamente definidos nas *especificações técnicas*.

### 6.3.4 Quanto às Piscinas de Armazenagem

6.3.4.1 Em piscinas de *armazenagem* deve ser possível a detecção, a localização e o reparo de vazamentos da água da piscina acima dos limites estabelecidos.

6.3.4.2 Devem ser adotados controles para evitar o transbordamento da piscina.

6.3.4.3 Caso ocorra efeito sifão ou ruptura de tubulação, o nível da água não deve ficar abaixo do mínimo seguro, permitindo o início das ações de emergência e assegurando o resfriamento suficiente.

6.3.4.4 Quando forem utilizadas comportas entre piscinas:

- a) as comportas devem resistir às pressões de ambos os lados;
- b) a parte inferior das comportas deve estar situada em nível superior ao topo dos *elementos combustíveis*;
- c) a piscina deve ser dotada de sistemas de monitoração, coleta e remoção de vazamento.

6.3.4.5 A piscina deve ser dotada de iluminação adequada, inclusive submersa, próxima às áreas de trabalho e com meios para a substituição de lâmpadas.

6.3.4.6 Os materiais usados na iluminação submersa devem ser compatíveis com o meio e resistentes à corrosão, sem causar contaminação da água da piscina.

6.3.4.7 Deve ser realizada uma análise da possível contaminação resultante na água da piscina no caso em que o *elemento combustível* danificado não for colocado em receptáculo selado.

### 6.3.5 Quanto ao Sistema de Limpeza em Piscinas

Em piscinas de *armazenagem* deve ser usada apenas água desmineralizada, devendo o sistema de limpeza ser capaz de:

- a) remover impurezas radioativas, iônicas e sólidas do meio refrigerante, especialmente dos 30 cm superiores;
- b) manter a qualidade da água dentro dos limites definidos para a operação;
- c) remover partículas em suspensão e impurezas dissolvidas que prejudiquem a visibilidade.

### 6.3.6 Quanto ao Sistema de Resfriamento em Piscinas

6.3.6.1 Em piscinas de *armazenagem*, o sistema de resfriamento deve garantir a integridade do *elemento combustível* e a limitação da possível contaminação decorrente de evaporação ou ebulação do refrigerante.

6.3.6.2 Os limites para a temperatura da água da piscina, a serem definidos nas especificações técnicas, tanto para *operação normal* como para *condições de acidente*, devem ser observados, de modo a que:

- a) as *liberações* radioativas da água fiquem dentro dos limites estabelecidos pela CNEN;
- b) não acarretem efeitos danosos na estrutura da piscina, no *elemento combustível* imerso, nos *equipamentos do sistema de manuseio* e nas áreas de *armazenagem*.

6.3.6.3 No caso de ser prevista a ebulação em *condições de acidente* devem ser tomadas medidas com relação à possível perda da blindagem à radiação, à perda da capacidade de resfriamento, à *liberação* de produtos de fissão voláteis dissolvidos e à perda da confiabilidade dos *equipamentos do sistema de manuseio*, devido ao aumento da umidade e da temperatura do ar nas áreas de *armazenagem*.

6.3.6.4 Os *elementos combustíveis irradiados* devem ser armazenados por tempo suficiente para seu resfriamento, de modo que não excedam a temperatura máxima permitível para seu *manuseio* e/ou *transporte*.

## 6.4 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA A ARMAZENAGEM DE COMPONENTES DO NÚCLEO IRRADIADOS

6.4.1 Deve ser assegurada blindagem adequada para os *componentes do núcleo* durante a *armazenagem*.

6.4.2 Devem ser estabelecidas medidas apropriadas para assegurar a proteção dos operadores à radiação, quando for necessária a *inspeção* dos *componentes do núcleo* armazenados.

6.4.3 As instalações de *armazenagem* devem permitir *inspeções* para verificar as condições dos *componentes do núcleo*.

6.4.4 Os *componentes do núcleo* irradiados não devem ser armazenados na área de *armazenagem* de *elementos combustíveis* não irradiados.

## 7. MANUSEIO

### 7.1 REQUISITOS GERAIS

7.1.1 O acesso às áreas de *manuseio* do *elemento combustível* deve ser controlado e limitado ao pessoal designado pela organização responsável.

7.1.2 O projeto das áreas de *manuseio* do *elemento combustível* deve atender aos requisitos de proteção contra incêndio estabelecidos pela CNEN.

7.1.3 O arranjo físico da área de *manuseio* deve atender aos seguintes requisitos:

- a) percurso do *elemento combustível*, no *recebimento* e no *carregamento*, o mais curto possível;
- b) previsão de evacuação rápida de emergência;
- c) previsão de espaço físico suficiente para permitir o *manuseio* do *elemento combustível*;
- d) disponibilidade de área para descontaminação dos *equipamentos do sistema de manuseio*;
- e) acessibilidade aos *equipamentos do sistema de manuseio* para fins de inspeção e manutenção;
- f) previsão de locais para colocação segura dos *componentes do núcleo* e estruturas associadas, a serem removidos para permitir o *manuseio* do *elemento combustível*.

7.1.4 As *ferramentas de manuseio* devem ser projetadas de modo a:

- a) proporcionar meios seguros de engate para evitar o desengate involuntário;
- b) proporcionar meios para se verificar, facilmente, se as mesmas estão engatadas ou não;
- c) permanecer na condição de engatadas em caso de perda de energia elétrica;
- d) não apresentar cantos vivos e saliências que possam danificar os *elementos combustíveis* e *componentes do núcleo*;
- e) quando ocas e usadas dentro d'água, possibilitar o seu enchimento com água ao serem submersas e o seu esvaziamento ao serem removidas.

7.1.5 A *ferramenta de manuseio* da *máquina de carregamento* deve atender aos seguintes requisitos:

- a) só içar o *elemento combustível* quando estiver posicionada corretamente;
- b) permanecer engatada quando faltar energia elétrica aos equipamentos;
- c) não desacoplar do *elemento combustível* enquanto houver carga aplicada;
- d) somente desacoplar de sua carga em elevações especificadas, mesmo quando não houver esforço aplicado.

7.1.6 Para reduzir as possibilidades de danos ao *elemento combustível*, somente pessoas treinadas adequadamente e sob a supervisão de uma pessoa autorizada devem executar atividades de *manuseio* do *elemento combustível*.

7.1.7 O pessoal da operação da *usina* deve usar vestimentas apropriadas para o *manuseio* do *elemento combustível*.

## 7.2 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA O MANUSEIO DE ELEMENTOS COMBUSTÍVEIS NÃO-IRRADIADOS

### 7.2.1 Projeto do Sistema de Manuseio nas *Usinas*

7.2.1.1 O projeto dos *equipamentos do sistema de manuseio* em relação a esforços mecânicos, deve:

- a) considerar os efeitos dinâmicos de cargas decorrentes tanto de *operação normal* quanto de *condições de acidente*, inclusive cargas não simétricas, assim como a ocorrência simultânea das seguintes cargas:
  - i) de *elementos combustíveis* e de *componentes do núcleo* a serem armazenados; e
  - ii) de *equipamentos do sistema de manuseio*, incluindo cargas de aceleração.
- b) prever suporte adequado para garantir que não ocorram danos inaceitáveis ao *elemento combustível* quando for necessária a inclinação do *elemento combustível*;
- c) garantir que as tensões resultantes da *operação normal* dos *equipamentos do sistema de manuseio* fiquem abaixo dos limites especificados para os diferentes materiais, inclusive nas soldas;
- d) limitar as cargas resultantes de *eventos iniciadores postulados*, indicando os métodos e critérios para combinar as tensões individuais.

7.2.1.2 Quando aplicável, os *equipamentos do sistema de manuseio* também devem ser projetados de modo a:

- a) não conter cantos vivos e saliências que possam danificar os *elementos combustíveis*;
- b) ter os painéis de controle localizados de maneira que o operador possa obter todas as informações a respeito das condições operacionais dos *equipamentos do sistema de manuseio*, bem como a posição do *elemento combustível*;
- c) não permitir a queda do *elemento combustível* como consequência da falta de energia elétrica aos equipamentos;
- d) ter limitação de velocidade definida;
- e) permitir operação manual em caso de emergência;
- f) prever dispositivos de proteção para garantir que os *equipamentos do sistema de manuseio* não possam executar movimentos indevidos que causem danos ao *elemento combustível*;
- g) prever a coleta de lubrificantes que vazem dos equipamentos;
- h) prever que os *equipamentos do sistema de manuseio* do *elemento combustível*, localizados dentro do vaso de contenção do reator, suportem a pressão de teste da contenção ou possam ser removidos durante o teste;
- i) prever meios para instalação de equipamentos, tais como câmaras de TV e monitores de radiação na *máquina de carregamento* ou na *máquina de manuseio* dos *elementos combustíveis*;
- j) prever meios para a retirada do carro do *mecanismo de transferência de elemento combustível* com a ajuda de equipamentos auxiliares, caso não seja possível movimentá-lo pelos procedimentos normais;

k) possibilitar a realização de testes e manutenção periódica de todos os componentes e sistemas.

7.2.1.3 Além de atender os requisitos do item 7.2.1.2, os equipamentos destinados a içar e abaixar os *elementos combustíveis* e *componentes do núcleo* devem possuir:

- a) dispositivos de limitação física ou dispositivos automáticos de proteção que impeçam a aplicação de cargas inaceitáveis nos equipamentos;
- b) controle de altura do içamento de maneira que a mesma permaneça dentro dos limites especificados.

## 7.2.2 Sistemas Auxiliares para Manuseio do Elemento Combustível Não Irradiado nas Usinas

7.2.2.1 O sistema de drenagem deve ter vazão superior à máxima entrada postulada de água, de modo a não permitir a inundação das áreas de *manuseio*.

7.2.2.2 O sistema de ventilação deve ser capaz de evitar a entrada de poeira e aerossóis na área de *manuseio*.

7.2.2.3 Devem ser previstos sistemas de controle e instrumentação necessários à correta operação dos *equipamentos do sistema de manuseio do elemento combustível*.

7.2.2.4 O projeto dos sistemas de controle de instrumentação deve:

- a) assegurar desempenho compatível com os requisitos de segurança de *usinas nucleoelétricas*;
- b) considerar as condições ambientais nas quais os sistemas de controle e instrumentação serão operados;
- c) prever disponibilidade compatível com sua importância à segurança.

7.2.2.5 Entre as áreas de *manuseio* do *elemento combustível* e a sala de controle, devem ser previstos equipamentos de comunicação nos dois sentidos, de modo a:

- a) continuar operando, mesmo com a perda da alimentação elétrica;
- b) operar em canal diferente daqueles utilizados no restante da *usina*, para diminuir ou mesmo evitar interferência com a operação de *manuseio*.

## 7.2.3 Carregamento do núcleo

7.2.3.1 O *carregamento do núcleo* deve ser feito de acordo com um plano específico.

7.2.3.2 O plano de *carregamento do núcleo* deve incluir, no mínimo:

- a) os *elementos combustíveis* e *componentes do núcleo* a serem retirados da área de *armazenagem*, o percurso a ser seguido e as posições que irão ocupar no núcleo;
- b) os *elementos combustíveis* a serem remanejados ou retirados do núcleo, suas posições originais e suas novas localizações no núcleo ou na piscina de *armazenagem*;
- c) a seqüência para *carregamento* e o *descarregamento* de *elementos combustíveis* e *componentes do núcleo* tais como barras de controle, e as verificações a serem feitas em cada etapa.

7.2.3.3 O *elemento combustível* deve ser identificado e esta identificação deve concordar com a do plano de *carregamento do núcleo* quando for retirado da área de *armazenagem*.

7.2.3.4 Devem ser tomadas providências para garantir que o *elemento combustível* seja colocado na posição especificada do núcleo, e corretamente posicionado.

7.2.3.5 Devem ser previstas verificações de subcriticalidade durante o *carregamento do núcleo*.

7.2.3.6 Antes que qualquer *elemento combustível* seja colocado no núcleo ou na *máquina de carregamento*, todas as réplicas de *elementos combustíveis* usadas em testes pré-operacionais, bem como os equipamentos, componentes ou materiais não autorizados devem ser removidos do núcleo e de qualquer trecho do trajeto normal do *elemento combustível*.

7.2.3.7 As réplicas de *elementos combustíveis* devem ser facilmente distinguíveis dos *elementos combustíveis* normais.

7.2.3.8 Deve constar, em procedimentos documentados, a verificação de que nenhum material indesejável foi deixado no vaso do reator, antes de seu fechamento.

7.2.3.9 As réplicas de *elementos combustíveis*, usadas nos testes da *máquina de carregamento* e da *máquina de manuseio do elemento combustível* devem ser posicionadas de maneira a se evitar que sejam usadas inadvertidamente durante as operações de *carregamento e descarregamento de elemento combustível*.

7.2.3.10 O procedimento de *carregamento do núcleo* deve especificar os *componentes do núcleo* a serem inspecionados.

7.2.3.11 Os *componentes do núcleo* que, por motivos não previstos, não foram incluídos no plano de *carregamento do núcleo* devem ter aprovação de pessoas especificamente designadas, antes que possam ser colocados no núcleo do reator.

7.2.3.12 A reutilização de *elementos combustíveis* anteriormente retirados do núcleo deve ter aprovação prévia de pessoas especificamente designadas.

7.2.3.13 Para *itens* que não fazem parte do núcleo, tais como amostras de materiais a serem irradiadas, devem ser estabelecidos procedimentos para cobrir sua movimentação para dentro ou fora do vaso do reator.

7.2.3.14 O fluxo de nêutrons deve ser medido em intervalos apropriados durante o *carregamento do núcleo* e suas variações devem ser avaliadas a fim de evitar uma redução não esperada na *margem de desligamento* ou *criticalidade* acidental.

7.2.3.15 Testes de verificação da *margem de desligamento* devem ser realizados durante o *carregamento do núcleo* e após o mesmo totalmente carregado, sendo executados através da amostragem periódica da concentração de boro no refrigerante e comparando-se com os valores estabelecidos nas *especificações técnicas*.

7.2.3.16 Antes do *carregamento do núcleo* deve ser verificado, através de procedimentos que:

- a) todos os sistemas a serem solicitados tenham sido testados e estejam operáveis e prontos para entrar em funcionamento;
- b) os *elementos combustíveis* tenham sido inspecionados e identificados;

- c) os *componentes do núcleo* tenham sido inspecionados;
- d) a instrumentação nuclear tenha sido devidamente calibrada e localizada bem como verificada quanto à sua capacidade de operação, com indicação de alarme audível e visual na sala de controle e verificada a sua resposta, antes do início do *carregamento do núcleo*;
- e) a contenção esteja devidamente isolada;
- f) as condições de nível e de concentração de boro do refrigerante no vaso do reator e na piscina de *armazenagem* sejam mantidas conforme especificado;
- g) os sistemas de controle de *reatividade* estejam disponíveis para desligar o reator, através de inserção de *reatividade negativa*;
- h) a condição de reatividade do núcleo do reator esteja conforme as *especificações técnicas*, com a *margem de desligamento* garantida pelo uso de condições conservativas pré-fixadas;
- i) a condição satisfatória dos *equipamentos do sistema de manuseio* dos *elementos combustíveis* tenha sido verificada através da realização de testes na área do reator utilizando-se *rélicas de elementos combustíveis*;
- j) o estado operacional dos sistemas de proteção, intertravamentos, alarmes e equipamentos de radioproteção tenha sido verificado e esteja de acordo com as *especificações técnicas*;
- k) a designação, tarefas e responsabilidade do pessoal encarregado do *manuseio* do *elemento combustível* estejam especificadas;
- l) tenha sido obtida autorização da CNEN, de acordo com a norma sobre Licenciamento de Instalações Nucleares.

7.2.3.17 Devem ser incluídos nos procedimentos de *carregamento do núcleo*:

- a) precauções para evitar *criticalidade* e danos físicos aos *elementos combustíveis*;
- b) seqüência e configuração de *carregamento* dos *elementos combustíveis* e *componentes do núcleo* dentro do núcleo;
- c) manutenção de informação adequada sobre o inventário de *elementos combustíveis* e barras de controle no núcleo e nas áreas de *armazenagem*, bem como registros apropriados do *carregamento do núcleo*.
- d) verificação final de que o núcleo foi corretamente carregado, antes que o vaso do reator seja fechado;
- e) especificações para instrumentação nuclear e fontes de nêutrons, a fim de monitorar a subcriticalidade, incluindo remanejamento de detectores e fontes, e normalização da taxa de contagem, depois do remanejamento;
- f) monitoração do fluxo de nêutrons, incluindo tempos e freqüência de contagem, bem como critérios para fazer e interpretar gráficos de taxa de multiplicação subcrítica de nêutrons, utilizando pelo menos dois canais de instrumentação nuclear;
- g) obrigatoriedade de comportamento subcrítico do núcleo;
- h) determinação de concentração de boro com uma freqüência coerente com o pior caso possível de capacidade de diluição levando-se em conta o alinhamento dos sistemas conectados ao sistema de resfriamento dos sistemas conectados ao sistema de resfriamento do reator, a fim de verificar a existência da margem mínima de desligamento do reator;
- i) ações a serem tomadas nos períodos de interrupção de *carregamento do núcleo*, especialmente aquelas referentes à monitoração do fluxo de nêutrons;
- j) comunicação adequada entre a sala de controle e área de *carregamento do núcleo*;
- k) número mínimo necessário de pessoas para o *carregamento do núcleo*;
- l) distribuição em turnos do pessoal responsável pelo *carregamento do núcleo*, especificando a duração de cada turno;

- m) estabelecimento de critérios para interromper o *carregamento do núcleo* quando ocorrer, entre outros:
  - i) comportamento não esperado da taxa de multiplicação subcrítica de nêutrons;
  - ii) perda de comunicação entre a sala de controle e a área de *carregamento do núcleo*;
  - iii) inoperância do monitor da faixa da fonte, e
  - iv) inoperância dos sistemas de desligamento de emergência.
- n) estabelecimento de critérios para injeção de emergência de boro solúvel;
- o) limites especificados para a qualidade da água de resfriamento do reator;
- p) estabelecimento de critérios para evacuação da contenção;
- q) ações a serem tomadas no caso de danos no *elemento combustível*;
- r) ações a serem tomadas ou aprovação a ser obtida antes do reinício do *carregamento do núcleo*, no caso de ocorrer uma violação dos limites das *especificações técnicas* ou outros previamente estabelecidos;
- s) precauções a serem tomadas para evitar que materiais indesejáveis caiam dentro do vaso do reator;
- t) estabelecimento de controle e supervisão da radioproteção.

### **7.3 REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA MANUSEIO DE ELEMENTOS COMBUSTÍVEIS IRRADIADOS**

#### **7.3.1 Projeto do Sistema de Manuseio**

**7.3.1.1** Para área de manuseio de *elementos combustíveis irradiados* devem ser atendidos os seguintes requisitos de projeto:

- a) instalações e equipamentos facilmente acessíveis para fins de *inspeção*, testes, manutenção, monitoração da radiação e testes de contaminação;
- b) blindagens adequadas para garantir a proteção de pessoas durante todas as operações, bem como dispositivos de segurança dos equipamentos e controles administrativos para evitar que *elementos combustíveis irradiados* sejam movimentados ou colocados em posições não blindadas;
- c) construção e materiais empregados na área de *manuseio*, bem como os equipamentos nela instalados, sujeitos à fácil descontaminação das superfícies;
- d) requisitos aplicáveis ao sistema de resfriamento em piscinas de *armazenagem*, conforme disposto no item 6.3.6; e
- e) possibilidade de detecção, localização e reparo de vazamentos da água da piscina de *armazenagem* acima dos limites estabelecidos.

**7.3.1.2** Além dos requisitos do item 6.3.6 devem ser previstos meios normais e alternativos para resfriar o *elemento combustível* que está sendo transferido do núcleo para a piscina de *armazenagem* ou vice-versa, a fim de remover o calor residual de decaimento.

**7.3.1.3** Durante e após *condições de acidente*, os esforços mecânicos aplicados aos *equipamentos do sistema de manuseio* devem ser limitados, para garantir que a *usina* permaneça capaz de executar sua função de segurança com relação à blindagem, à prevenção de *criticalidade*, à liberação de material radioativo e/ou radiação e ao resfriamento dos *elementos combustíveis*.

7.3.1.4 Os *equipamentos do sistema de manuseio* devem ser projetados para suportar os *eventos iniciadores postulados*.

7.3.1.5 Devem ser atendidas as exigências do item 7.2.1.1, adicionando-se à alínea (a) do mesmo, os seguintes esforços:

- a) pressão hidrostática da água;
- b) cargas de *recipientes* totalmente carregados com *elementos combustíveis irradiados* e outros acessórios complementares de *transporte*;
- c) tensões térmicas.

7.3.1.6 O projeto dos *equipamentos do sistema de manuseio* deve atender aos requisitos dos itens 7.1.4 e 7.2.1.2, levando-se em conta os efeitos de radiação.

### 7.3.2 Sistemas Auxiliares para Manuseio do Elemento Combustível Irradiado

7.3.2.1 Devem ser satisfeitos para os *elementos combustíveis irradiados* todos os requisitos relativos a *elementos combustíveis não-irradiados* constantes do item 7.2.2.

7.3.2.2 O sistema de limpeza, nas áreas de manuseio de *elementos combustíveis irradiados*, deve manter os níveis de concentração de material radioativo e/ou radiação dentro dos limites específicos, com observância dos requisitos para a qualidade de água e a contaminação do ar ambiente, a serem definidos nas *especificações técnicas*.

7.3.2.3 O sistema de limpeza em piscinas de *armazenagem* deve:

- a) remover impurezas radioativas iônicas e sólidas do meio refrigerante, especialmente dos 30cm superiores;
- b) manter a qualidade da água dentro dos limites definidos para a operação; e
- c) remover partículas em suspensão e impurezas dissolvidas que prejudiquem a visibilidade.

7.3.2.4 O sistema de resfriamento em piscinas de *armazenagem* deve obedecer aos seguintes requisitos:

- a) garantir a integridade do *elemento combustível irradiado* e a limitação da possível contaminação decorrente de evaporação ou ebulação do refrigerante;
- b) observar os limites para a temperatura da água da piscina, a serem definidos nas *especificações técnicas*, tanto para *operação normal* como para *condições de acidente*, de modo que:
  - I. as *liberações* radioativas da água fiquem dentro dos limites estabelecidos pela CNEN;
  - II. não acarretem efeitos danosos na estrutura da piscina, no *elemento combustível* armazenado, nos *equipamentos do sistema de manuseio* e nas áreas de manuseio.
- c) no caso de ser prevista a ebulação em *condições de acidente*, haver prescrição de medidas a serem tomadas com relação à possibilidade de perda da blindagem à radiação, à perda de capacidade de resfriamento, à liberação de produtos de fissão voláteis dissolvidos e à perda de confiabilidade dos *equipamentos do sistema de manuseio*, devido ao aumento da umidade e de temperatura do ar nas áreas de manuseio.

7.3.2.5 As piscinas de *armazenagem* devem possuir:

- a) meios de possibilitar a detecção, a localização e o reparo de vazamento da água da piscina acima dos limites estabelecidos; e

- b) iluminação adequada, inclusive submersa, próxima às áreas de trabalho, bem como meios para a substituição de lâmpadas.

7.3.2.6 A fim de proteger o pessoal da *usina* e os operadores das *máquinas de manuseio* e de *carregamento* de *elemento combustível*, devem ser providenciados:

- a) equipamentos de monitoração de radiação, em número adequado, na área onde o *elemento combustível* é manuseado;
- b) pelo menos um monitor do ar em operação contínua nas áreas onde possa aparecer material radioativo e/ou radiação no ar ambiente, durante o *manuseio* do *elemento combustível*.

7.3.2.7 Devem ser instalados e estar operáveis equipamentos de ventilação e filtragem, de modo a limitar *liberações* de radionuclídeos, assim como manter as concentrações de gases e aerossóis na *usina*, dentro dos limites estabelecidos pela *CNEN*.

7.3.2.8 O sistema de ventilação deve:

- a) controlar o grau de umidade no local de *armazenagem*;
- b) manter o ambiente livre de poeira, a fim de evitar sua deposição no *elemento combustível* ou na superfície da piscina;
- c) prevenir concentrações perigosas de hidrogênio na atmosfera da *usina*.

### 7.3.3 Inspeção do Elemento Combustível Irradiado

7.3.3.1 A inspeção do *elemento combustível* deve ser realizada visualmente e/ou através de equipamentos de detecção de falhas.

7.3.3.2 O equipamento a ser utilizado na inspeção do *elemento combustível* deve ter sido inspecionado, calibrado e testado, antes das operações de desligamento do reator, para as atividades de *carregamento do núcleo*.

7.3.3.3 Devem estar disponíveis e operáveis dispositivos de monitoração da radiação destinados a detectar *liberações* de *materiais radioativos*, aumento da contaminação do ar e aumento de níveis de radiação.

7.3.3.4 Devem estar preparados e aprovados todos os procedimentos de *inspeção* envolvendo quaisquer operações com o *elemento combustível irradiado*, antes do início das atividades de *carregamento do núcleo*.

### 7.3.4 Providências para o Elemento Combustível Danificado.

7.3.4.1 A remoção de *elementos combustíveis* e *componentes do núcleo* danificados, deve ser feita segundo procedimentos específicos.

7.3.4.2 O projeto de ferramentas especiais para *manuseio* de *elementos combustíveis* danificados, deve estar de acordo com os requisitos do item 7.3.1.

7.3.4.3 As varetas combustíveis retiradas de um *elemento combustível* danificado devem ser mantidas sob registro.

### 7.3.5 Manuseio de Componentes do Núcleo Irradiados

7.3.5.1 O manuseio de componentes do núcleo altamente ativados deve ser considerado no projeto dos equipamentos de sistema de manuseio.

7.3.5.2 O manuseio dos componentes citados no item anterior deve ser feito de modo a não causar danos aos elementos combustíveis armazenados e a limitar a possível propagação da contaminação.

### 7.3.6 Acondicionamento do elemento combustível irradiado

O manuseio de elementos irradiados, durante o seu acondicionamento, deve atender aos mesmos requisitos estabelecidos nos itens 7.3.1 e 7.3.2, relacionados com criticalidade, blindagem à radiação, remoção de calor residual e projeto dos equipamentos do sistema de manuseio.

## 8. REGISTROS

8.1 Devem ser mantidos, pelo requerente, registros que proporcionem, informações relativas às atividades de transporte, recebimento, manuseio e armazenagem dos elementos combustíveis e componentes do núcleo na usina.

8.2 Entre os registros importantes às atividades cobertas por esta Norma, incluem-se:

- a) registros dos testes pré-operacionais dos diversos equipamentos;
- b) planos de carregamento do núcleo e documentos associados;
- c) posicionamento de elementos combustíveis e componentes do núcleo na área de armazenagem;
- d) resultados de inspeções em elementos combustíveis e componentes do núcleo;
- e) mapeamento de fluxo neutrônico, fornecido pela instrumentação interna do núcleo;
- f) estado, reparos, modificações e resultados de testes em equipamentos do sistema de manuseio de elemento combustível;
- g) inventários volumétricos e análise química da água, durante as operações de carregamento do núcleo;
- h) relatórios de ocorrências não usuais e resultados das investigações subsequentes;
- i) treinamento de pessoal.

## COMISSÃO DE ESTUDO

**Presidente:**

Luiz Ferreira

CNEN

**Membros:**

Carlos Guilherme Reis

FURNAS

Francisco Uchoa Passos

NUCLEBRAS

Hans Herbert Nolte

NUCLEBRAS

Inez Padilha Camacho

CNEN

José Carlos da Rocha

FURNAS

Luiz Augusto Loureiro de Sá

NUCLEBRAS

Marco Antonio Bayout Alvarenga

CNEN

Mauro Maurício Guimarães da Silva

CNEN

Nelson Leon Meldonian

CNEN

Rogério Luiz da Cunha Paiva

CNEN

Ronaldo Monteiro Pessoa

FURNAS

Ronaldo Pollis

CNEN

Waldyr Pollis

CNEN