

**ACEITAÇÃO DE SISTEMAS DE
RESFRIAMENTO DE EMERGÊNCIA DO
NÚCLEO DE REATORES A ÁGUA LEVE**

CNEN

Comissão Nacional de Energia Nuclear

**Aceitação de Sistemas de Resfriamento
de Emergência do Núcleo
de Reatores a Água Leve**

Resolução CNEN 12/85
Publicação D.O.U. de 11/11/85

SUMÁRIO

CNEN-NE-1.20: “ACEITAÇÃO DE SISTEMAS DE RESFRIAMENTO DE EMERGÊNCIA DO NÚCLEO DE REATORES A ÁGUA LEVE”

1.	OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO	4
1.1	OBJETIVO	4
1.2	CAMPO DE APLICAÇÃO	4
2.	GENERALIDADES.....	4
3.	DEFINIÇÕES E SIGLAS	4
4.	CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO.....	5
4.1	BASES-DE-PROJETO	5
4.2	LIMITES DE SEGURANÇA	5
4.3	AValiação DO DESEMPENHO.....	6
	COMISSÃO DE ESTUDO.....	7

ACEITAÇÃO DE SISTEMAS DE RESFRIAMENTO DE EMERGÊNCIA DO NÚCLEO DE REATORES A ÁGUA LEVE

1. OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO

1.1 OBJETIVO

O objetivo desta Norma é estabelecer os critérios de aceitação de sistemas de resfriamento de emergência do núcleo de reatores a água leve de usinas nucleoeletricas.

1.2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta Norma aplica-se a reatores de potência resfriados a água leve, carregados com pastilhas de óxido de urânio contidas em revestimentos cilíndricos de Zircaloy.

2. GENERALIDADES

2.1 Qualquer dúvida que possa surgir, com referência às disposições desta Norma, será dirimida pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

2.2 A CNEN pode, através de Resolução, acrescentar requisitos adicionais aos constantes desta Norma, conforme apropriado ou necessário.

3. DEFINIÇÕES E SIGLAS

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

1. **Acidente de Perda de Refrigerante (APR)** - *acidente postulado* que resultaria da perda de refrigerante a uma taxa superior à capacidade de reposição do sistema de controle volumétrico, através de rupturas em tubulações conectadas à fronteira de pressão do Sistema de Resfriamento do Reator (SPR).
2. **Acidente postulado** - acidente considerado como de ocorrência admissível para fins de análise, visando ao estabelecimento das condições de segurança capazes de impedir e/ou minimizar eventuais conseqüências.
3. **CNEN** - Comissão Nacional de Energia Nuclear.
4. **Espessura efetiva de revestimento** - espessura mínima do metal do revestimento do combustível depois da ocorrência de qualquer ruptura ou inchação.
5. **Falha simples** - ocorrência que resulta na perda da capacidade de um componente do sistema de desempenhar as funções de segurança para as quais foi projetado. A *falha simples* inclui as falhas conseqüentes por ela causadas.
6. **Modelo de avaliação** - modelo para avaliar o desempenho de um sistema ou estrutura durante um *acidente postulado*, contendo toda a informação necessária para a aplicação da metodologia de cálculo constante de um *programa de cálculo* apropriado, inclusive os procedimentos para o processamento das entradas e saídas dos códigos, especificação das partes da avaliação não abrangidas pelos códigos, valores dos parâmetros e todos os dados suplementares para se especificar o procedimento de cálculo.
7. **Oxidação total do revestimento** - espessura total do metal do revestimento do combustível que seria convertida localmente em óxido, se todo o oxigênio absorvido e reagido com o revestimento, localmente, fosse convertido estequiometricamente em dióxido de zircônio.
8. **Programa de cálculo** - metodologia de cálculo para a análise do comportamento de um sistema ou estrutura. Inclui um ou mais códigos computacionais e as hipóteses e modelos de cálculo requeridos, abrangendo modelos analíticos, definição de parâmetros e fontes de referência das constantes físicas utilizadas.
9. **Programa de cálculo qualificado** - *programa de cálculo qualificado* de acordo com a Norma CNEN-NE-1.19, aprovada pela Resolução CNEN-11/85, de 31/10/85.

10. **SREN** - Sistema de Resfriamento de Emergência do Núcleo.

11. **Usina nucleoeletrica** (ou simplesmente **usina**) - instalação física dotada de um único reator nuclear para a produção de energia elétrica.

4. CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO

4.1 BASES-DE-PROJETO

4.1.1 Qualquer reator nuclear de potência resfriado a água leve e carregado com pastilhas de óxido de urânio contidas em revestimento cilíndrico de Zircaloy deve possuir um Sistema de Resfriamento de Emergência do Núcleo (**SREN**).

4.1.2 O **SREN** deve retirar o calor produzido no núcleo do reator no decorrer de um **APR**, a uma taxa tal que:

- a) o desempenho de resfriamento no decorrer do **APR** esteja dentro dos limites de segurança especificados na subseção 4.2, mesmo na hipótese de ocorrência de uma faixa simples no sistema:
- b) seja limitada a valores seguros a reação química entre o metal do revestimento e a água de resfriamento.

4.1.3 O **SREN** deve ser projetado de modo a cumprir as suas funções para um número de **APR**, a partir de rupturas de diferentes localizações e dimensões, que cubra de maneira representativa o espectro de acidentes postulados dessa natureza.

4.2 LIMITES DE SEGURANÇA

4.2.1 Temperatura Máxima do Revestimento

A temperatura máxima do revestimento de Zircaloy calculada no decorrer de um **APR** não deve exceder a 1200°C.

4.2.2 Oxidação Máxima do Revestimento

4.2.2.1 A *oxidação total do revestimento* calculada não deve exceder em nenhum ponto a 17% da *espessura efetiva do revestimento*.

4.2.2.2 Se for prevista pelo cálculo a ocorrência de ruptura do revestimento, a superfície interna do mesmo deve ser incluída no cálculo da oxidação a partir do instante calculado de ruptura.

4.2.3 Geração Máxima de Hidrogênio

A quantidade total calculada de hidrogênio gerado pela reação química do revestimento de Zircaloy com água ou vapor não deve exceder a 1% da quantidade que seria gerada se todo o metal dos cilindros de revestimento envolvendo as pastilhas de combustível, excluindo o revestimento envolvente dos plenos, reagisse estequiometricamente.

4.2.4 Geometria Resfriável do Núcleo

No decorrer de um *acidente postulado*, não devem ocorrer mudanças na geometria do núcleo, que venham a impedir o resfriamento adequado e suficiente do núcleo.

4.2.5 Resfriamento a longo prazo

4.2.5.1 Após qualquer operação inicial bem sucedida do **SREN**, a temperatura do núcleo deve ser mantida em um valor aceitavelmente baixo, com o calor residual de decaimento sendo removido pelo período de tempo requerido pela radioatividade de longa vida restante do núcleo.

4.2.5.2 No balanço de reatividade no núcleo durante o período de resfriamento a longo prazo, não deve ser considerada a atuação do sistema de desligamento rápido do reator.

4.2.5.3 O resfriamento do núcleo a longo prazo deve ser realizado de tal forma que a condição de subcriticalidade seja mantida.

4.2.6 Liberação de Material Radioativo

A liberação de produtos de fissão devida à ruptura do revestimento do combustível não deve ultrapassar os valores admitidos para o cálculo de doses e consequências radiológicas do *acidente postulado*.

4.3 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO

O desempenho de resfriamento do *SREN* deve ser avaliado por meio de um *modelo de avaliação* baseado em *programa de cálculo qualificado*.

COMISSÃO DE ESTUDO

Presidente:	Marcos Grimberg	DNE/CNEN
Membros:	Daly Esteves da Silva	DR/CNEN
	Everton de Carvalho	NUCLEN
	Henrique Austregésilo Filho	DR/CNEN
	Thomaz Lera Fernandes Filho	DR/CNEN
	Wagner Sacco	FURNAS