

METODOLOGIA PARA CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA DE ITENS DE INSTALAÇÕES NUCLEARES DE POTÊNCIA TIPO PWR

Patrícia Pagetti de Oliveira*

*Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN/CNEN-SP
Caixa Postal 11 049
05422-970, São Paulo, Brasil

RESUMO

Neste trabalho são descritos os critérios e métodos que definem um sistema de classificação de estruturas, sistemas e componentes em classes de segurança, de acordo com a importância à segurança nuclear. A aplicação deste sistema de classificação tem por objetivo estabelecer o conjunto de requisitos de segurança adequados, aplicáveis durante as fases de projeto, fabricação, montagem, construção e testes dos itens de Instalações Nucleares de Potência do tipo PWR, sujeitas ao processo de licenciamento pela Comissão Nacional de Energia Nuclear.

INTRODUÇÃO

O sistema de classificação de estruturas, sistemas e componentes (equipamentos, linhas, válvulas, instrumentos, etc) em classes de segurança, que está sendo proposto neste trabalho e que pode ser adotado no caso de Instalações Nucleares de Potência do tipo PWR segue, fundamentalmente, as diretrizes propostas na "American National Standard Nuclear Safety Criteria for the Design of Stationary Pressurized Water Reactor Plants", ANSI/ANS-51.1-1983 [1], combinadas a algumas recomendações do "Design Guide for Category II Reactors", BNL-50831-II [2], e do Guia de Segurança da AIEA intitulado "Safety Functions and Component Classification for BWR, PWR and PTR", Safety Series N° 50-SG-D1 [3].

O sistema de classificação apresentado na Norma ANSI/ANS-51.1-1983 [1] engloba e correlaciona os vários sistemas de classificação desenvolvidos por diferentes organismos internacionais, incluindo a U.S.NRC, a ANS, a ASME, o IEEE e a AIEA. Daí a opção de seguir o sistema que parece traçar diretrizes mais consistentes, coerentes com os demais métodos já desenvolvidos e que define o critério usado para se estabelecer níveis de "importância à segurança" para os itens de uma Instalação Nuclear do tipo PWR.

CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA DE ITENS

O critério 6.5.1 da Seção 6.5, "Códigos e Normas Técnicas", da Norma CNEN-NE-1.04, "Licenciamento de

Instalações Nucleares" [4], requer que os itens de uma instalação sejam projetados, fabricados, montados, construídos, ensaiados, testados e inspecionados segundo normas técnicas compatíveis com a importância da função de segurança a ser desempenhada. Este critério corresponde ao General Design Criteria 1, "Quality Standards and Records", do Appendix A, "General Design Criteria for Nuclear Power Plants", do 10 CFR 50, "Licensing of Production and Utilization Facilities" [5]. Além disso, o critério 6.5.2 da Norma CNEN-NE-1.04 [4] estabelece que na aplicação do disposto no item 6.5.1, devem ser adotados códigos e normas brasileiras atualizados. Na ausência de normalização brasileira adequada, devem ser usados, preferencialmente, Códigos, Guias e Recomendações da Agência Internacional de Energia Atômica e, na ausência destes, normas internacionais ou de países tecnicamente desenvolvidos, desde que essas normas e regulamentações sejam aceitas pela CNEN. O critério 6.5.3 diz que, em casos excepcionais, podem deixar de ser satisfeitos requisitos constantes de códigos e normas, desde que o requerente demonstre cabalmente que existem condições de projeto que permitam, sem prejuízo da segurança, a adoção de outros critérios propostos, e que essa demonstração seja aceita pela CNEN.

Sistemas de Classificação de Segurança Sugeridos em Normas e Guias de Projeto. Para atender aos critérios citados acima e com o propósito de facilitar o estabelecimento do conjunto de requisitos adequado a cada item da instalação, foram elaborados sistemas de classificação de estruturas, sistemas e componentes em

classes ou grupos ou categorias, considerando sempre a importância à segurança das funções que estes desempenham.

Os sistemas de classificação sugeridos em normas e guias de projeto são :

Classificação em Grupos de Qualidade. Para atender ao GDC 1 do Appendix A do 10 CFR 50 [5] e às recomendações estabelecidas na Seção 50.55a deste código, a U.S.NRC desenvolveu um sistema de classificação de qualidade para itens relacionados à segurança contendo água, vapor ou material radioativo (vasos de pressão, trocadores de calor, tanques de estocagem, bombas, tubulação e válvulas), em plantas nucleares refrigeradas a água. Não estão incluídos estruturas, partes internas de componentes mecânicos, combustível, sistemas elétricos e de instrumentação, dispositivos elétricos de atuação de válvulas e motores de bombas. Este sistema apresenta 4 (quatro) grupos de qualidade, A a D, estabelece métodos para classificar os itens nestes grupos e define as normas de garantia da qualidade específicas, aplicáveis a cada grupo de qualidade. Este sistema de classificação está descrito no U.S.NRC Regulatory Guide 1.26, "Quality Group Classifications and Standards for Water-, Steam-, and Radiological-Waste-Containing Components of Nuclear Power Plants" [6], no U.S.NRC Standard Review Plan 3.2.2, "System Quality Group Classification", NUREG-0800 [7] e está baseado no conceito de barreiras múltiplas para produtos de fissão exposto no 10 CFR 50, Appendix A, Group II Criteria [5].

Classificação em Categorias Sísmicas. Para atender ao GDC 2, "Design Bases for Protection Against Natural Phenomena" do Appendix A, "Seismic and Geologic Siting Criteria for Nuclear Power Plants" do 10 CFR 100 [8], a U.S.NRC desenvolveu um sistema de classificação sísmica para identificar itens importantes à segurança que devem permanecer funcionais na ocorrência de um sismo de desligamento seguro. Estes sistemas, componentes e estruturas (incluindo suas fundações e suportes) são denominados de Categoria Sísmica I e são necessários para garantir (a) a integridade da fronteira de pressão do refrigerante do reator, (b) a capacidade de desligar o reator e mantê-lo numa condição segura de desligamento, ou (c) a capacidade de evitar ou mitigar as consequências de acidentes que poderiam resultar em exposições externas potenciais comparáveis às do 10 CFR 100 [8]. O sistema de classificação sísmica está descrito no U.S.NRC Regulatory Guide 1.29, "Seismic Design Classification" [9] e no U.S.NRC Standard Review Plan 3.2.1, "Seismic Classification", NUREG-0800 [7].

Classificação de Segurança da AIEA. No Safety Series Nº 50-SG-D1, "Safety Functions and Component Classification for BWR, PWR and PTR" [3], da AIEA, é apresentada uma lista de funções de segurança, as quais são agrupadas em quatro classes, 1 a 4, de acordo com o efeito, no que diz respeito à segurança da Instalação, da falha de itens que desempenham estas funções.

Classificação de Segurança Proposta no "Design Guide for Category II Reactors". O "Design Guide for Category II Reactors", BNL-50831-II [2], apresenta diretrizes para se determinar a classe de segurança mínima de um item da Instalação, as quais estão baseadas no sistema de classificação do U.S.NRC Regulatory Guide 1.26 [6], estabelecendo uma relação biunívoca entre Classes de Segurança e Grupos de Qualidade. As Classes de Segurança 1, 2 e 3 correspondem diretamente aos Grupos A, B e C. A Classe de Segurança Não-Nuclear corresponde ao Grupo D. Neste guia, recomenda-se que a determinação da classe de segurança final seja feita após a análise das consequências potenciais de acidentes postulados.

Equipamentos Mecânicos : Classificação do Código ASME. No código ASME Section III Subsection NCA [10] são estabelecidas as classes (1, 2, 3, CS, MC, CB e CC) que devem ser aplicadas na classificação de itens de um sistema nuclear ou sistema da contenção. O código reconhece diferentes níveis de importância associados à função de cada item, no que diz respeito à operação segura da planta nuclear, e permite que sejam escolhidas as regras que garantam integridade e qualidade estruturais compatíveis com a importância relativa atribuída individualmente a cada item. As classes do Código ASME [10] correspondem às classes para construção dos itens e o código não fornece as diretrizes para a escolha de uma classificação específica a ser atribuída a um determinado componente. O sistema de classificação deve ser encontrado em normas de engenharia ou nos requisitos elaborados pelas autoridades regulamentadoras.

Equipamentos Elétricos : Classificação de Segurança da Norma IEEE-Std 308-1980. A Norma IEEE-Std 308-1980 [11] define como Classe 1E sistemas e equipamentos elétricos que são essenciais para o desligamento de emergência do reator, isolamento da contenção, resfriamento do núcleo do reator e contenção ou, ainda, que são essenciais para evitar vazamento significativo de material radioativo para o ambiente. O critério adotado é consistente com a abordagem feita pela NRC no Regulatory Guide 1.29 [9], ou seja, segue a definição de sistemas importantes à segurança. A Norma IEEE-308 [11] fornece critérios de projeto e requisitos para inspeção de sistemas elétricos Classe 1E.

Classificação de Segurança da Norma ANSI/ANS-51.1-1983. A Norma ANSI/ANS-51.1-1983 [1] é mais atual do que os outros documentos citados e apresenta um sistema mais abrangente, através do qual estabelece 5 (cinco) níveis de "importância à segurança" para a classificação de equipamentos: Classe de Segurança 1, Classe de Segurança 2, Classe de Segurança 3 e Classe de Segurança Não-Nuclear com e sem requisitos especiais. O sistema proposto segue o critério de que estruturas, sistemas e componentes devem ser classificados de acordo com a importância das funções a serem desempenhadas. Este critério está, substancialmente, em concordância com o sistema de classificação em grupos de qualidade do U.S.NRC Regulatory Guide 1.26 [6].

PROPOSTA DE UM SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

Descrição do Método. O sistema de classificação de estruturas, sistemas e componentes, proposto neste trabalho, consiste em atribuir a cada item da Instalação uma das quatro classes de segurança identificadas por CS-1, CS-2, CS-3 e CS-NN, onde as três primeiras são classes de segurança nuclear e a última corresponde à classe de segurança não-nuclear.

As classes de segurança são definidas pelo agrupamento das funções de segurança da Instalação, o qual é feito considerando-se o conceito de segurança para a Instalação e os diferentes níveis de importância à segurança associados às funções identificadas.

Assim, o sistema de classificação pode adequar a importância da função de segurança desempenhada por um item com o nível de confiabilidade e qualidade a ser alcançado em seu projeto, fabricação, montagem/construção, testes e operação.

Definição das Classes de Segurança. De acordo com os limites estabelecidos na Norma CNEN-NE-3.01 [12], um item pode ser considerado como pertencente à uma classe de segurança nuclear se o potencial de liberação de material radioativo, devido à sua falha, resulta numa máxima dose externa maior que 1 mSv para o corpo inteiro (indivíduos do público). Para valores menores que 1 mSv, o item pode ser projetado segundo padrões não-nucleares.

Classe de Segurança 1 (CS-1). Compreende as partes da fronteira de pressão do refrigerante do reator, que, em caso de falha, possam causar ou proporcionar condições para que ocorra um acidente de perda de refrigerante do primário (APRP), com consequências inaceitáveis do ponto de vista nuclear, mecânico ou termo-hidráulico. Se as consequências do APRP forem aceitáveis e não forem necessários sistemas de segurança para garantir o resfriamento adequado do núcleo, então a fronteira de pressão do refrigerante do reator não precisará ser CS-1, mas pelo menos CS-3 ou CS-NN, dependendo do APRP ou das consequências radiológicas potenciais.

A Classe de Segurança 1 (CS-1) se aplica a partes e suportes, sujeitos à pressão, de itens mecânicos que fazem parte da fronteira de pressão do refrigerante do reator, cujos requisitos estão dentro do escopo da ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section III [10], projetados para implementar as seguintes funções de segurança nuclear:

- (1) Manter a integridade da fronteira de pressão do refrigerante do reator;
- (2) Proteger o Sistema de Resfriamento do Reator contra sobrepressão.

Classe de Segurança 2 (CS-2). Compreende:

(a) Itens necessários para mitigar as consequências de falha na fronteira de pressão do refrigerante classificada como CS-1. (Pode incluir um sistema de resfriamento de emergência do núcleo ou um sistema de contenção ou confinamento):

(b) Itens que estão conectados à fronteira de pressão do refrigerante do reator classificada como CS-1 mas que não podem ser isolados desta fronteira por dispositivos de isolamento adequados (geralmente, duas válvulas de isolamento são consideradas aceitáveis);

(c) Itens cuja falha possa resultar em consequências radiológicas de acidentes que excedem os limites estabelecidos pela Resolução CNEN-09/69 [13];

(d) Itens cuja falha possa impedir o desligamento seguro do reator e/ou o resfriamento do núcleo e/ou a remoção de calor residual adequada.

A Classe de Segurança 2 (CS-2) se aplica a partes e suportes, sujeitos à pressão, da contenção primária e de outros itens mecânicos, cujos requisitos estão dentro do escopo da ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section III [10], não incluídos na CS-1, projetados para implementar as seguintes funções de segurança nuclear:

- (1) Desligamento de emergência do reator;
- (2) Assegurar as condições de resfriamento do núcleo em caso de APRP;
- (3) Remover o calor residual do núcleo do reator após a injeção de emergência em caso de APRP;
- (4) Resfriar e remover o calor residual do núcleo do reator durante e após acidentes que não envolvam falha da fronteira de pressão do refrigerante do reator, após o seu desligamento de emergência;
- (5) Constituir barreira para produtos de fissão ou retenção de material radioativo da contenção primária, em condições normais de operação;
- (6) Limitar o vazamento de material radioativo a partir da contenção do reator durante e após condições de acidente;
- (7) Fazer remoção de emergência de calor da contenção ou a remoção de emergência de material radioativo da atmosfera da contenção;
- (8) Remover calor residual do reator durante e após o desligamento normal da instalação.

Classe de Segurança 3 (CS-3). Compreende:

(a) Itens que não são CS-1 ou CS-2, mas que contenham ou possam vir a conter material radioativo, e que em caso de falha têm o potencial de, no limite da área de exclusão, causar doses de radiação superiores a 1 mSv para o corpo inteiro ou seu equivalente para qualquer parte do corpo [2], porém inferiores aos níveis estabelecidos pela Resolução CNEN-09/69 [13];

(b) Itens conectados a uma fronteira de pressão do refrigerante do reator classificada como CS-1 e que possam ser isolados desta fronteira através de dispositivos de isolamento adequados.

A Classe de Segurança 3 (CS-3) se aplica a itens não incluídos em CS-1 ou CS-2, projetados para implementar as seguintes funções de segurança nuclear:

- (1) Manter o inventário de refrigerante do reator suficiente para o resfriamento do núcleo durante e após todos os estados operacionais da instalação;
- (2) Limitar a liberação de e remover material radioativo em caso de acidentes no manuseio do combustível ou com o combustível estocado ou, ainda, em outras fontes localizadas externamente à contenção;

(3) Limitar a descarga ou o vazamento de rejeitos radioativos sólidos, líquidos ou gasosos abaixo de limites prescritos, durante todos os estados operacionais da Instalação;

(4) Remover o calor de decaimento do combustível irradiado estocado fora da contenção do reator;

(5) Manter adequado o nível de água da piscina do Prédio do Combustível para garantir o resfriamento e a blindagem contra a radiação emitida pelo combustível irradiado;

(6) Garantir o controle da concentração de hidrogênio da atmosfera da contenção dentro dos limites aceitáveis;

(7) Fazer retenção, isolamento ou remoção de calor de material radioativo do confinamento do Prédio do Reator;

(8) Manter o controle das condições ambientais adequadas para os operadores e à operação de equipamentos de segurança e protegê-los contra a exposição excessiva à radioatividade liberada no ar;

(9) Controlar a reatividade do núcleo e manter a geometria dentro do reator para garantir o controle da reatividade ou a capacidade de resfriamento do núcleo;

(10) Sustentar ou proteger estruturalmente equipamentos classe de segurança 1, 2 ou 3 (aplica-se a estruturas de concreto ou aço que não estão dentro do escopo da ASME Boiler & Pressure Vessel Code [10]);

(11) Garantir funções de segurança nuclear executadas por equipamentos classe de segurança 1, 2 ou 3 (ex: fazer remoção de calor de trocadores de calor CS-1, -2 ou -3, fazer a lubrificação de bombas CS-2 ou -3, fornecer óleo combustível para o motor diesel de emergência, etc);

(12) Garantir a atuação ou fornecer força motriz para equipamentos classe de segurança 1, 2 ou 3;

(13) Fornecer informação ou processar sinais ou fazer controle para garantir a capacidade de atuação manual ou automática de funções de segurança nuclear requeridas de equipamentos classe de segurança 1, 2 ou 3;

(14) Fornecer energia elétrica necessária para que equipamentos classe de segurança 1, 2 ou 3 desempenhem suas funções de segurança nuclear;

(15) Prover uma função de intertravamento manual ou automático para garantir ou manter o desempenho adequado de funções de segurança nuclear requeridas de equipamentos classe de segurança 1, 2 ou 3;

(16) Suprir funções definidas como classe de segurança 2 onde os equipamentos ou partes destes não estão dentro do escopo da ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section III [10];

(17) Prover uma blindagem à radiação para a sala de controle ou para o pessoal externo;

Classe de Segurança Não-Nuclear (CS-NN). Compreende todos os demais itens da Instalação não classificados como CS-1, CS-2 ou CS-3, que contenham ou possam vir a conter material radioativo. Estes itens são considerados não-nucleares e seu projeto não está sujeito à aplicação de normas ou padrões específicos da área nuclear. A máxima dose resultante da falha de um sistema Classe Não-Nuclear não deve exceder a 1 mSv para o corpo inteiro ou seu

equivalente para qualquer parte do corpo [2], no limite da área de exclusão.

A Classe de Segurança Não-Nuclear (CS-NN) se aplica a itens que não estão incluídos em CS-1, CS-2 ou CS-3 e dos quais não se espera a realização de uma função de segurança nuclear. Alguns itens CS-NN têm um ou mais requisitos selecionados, mas limitados, especificados para garantir o desempenho adequado de funções de segurança não-nuclear específicas. Os requisitos são estabelecidos caso a caso, de acordo com a função de segurança não-nuclear específica desempenhada. Algumas funções desempenhadas pelo conjunto de itens CS-NN são:

(1) Processar, segregar, embalar e estocar rejeitos radioativos;

(2) Manter o controle da emissão de radioatividade a partir do combustível irradiado, transportado ou estocado;

(3) Manusear corretamente o combustível usado de modo a evitar que ocorram danos com liberação de quantidade significativa de material radioativo;

(4) Garantir o controle da reatividade do combustível estocado;

(5) Resistir a eventos que poderiam causar a falha de equipamentos classe de segurança 1, 2 ou 3, impedindo que estes desempenhassem suas funções de segurança nuclear;

(6) Sustentar ou proteger estruturalmente equipamentos classe de segurança não-nuclear necessários para as funções incluídas nesta classe;

(7) Fazer uma blindagem permanente para a proteção de equipamentos classe de segurança 1, 2 ou 3 ou para o pessoal do sítio;

(8) Manter o ambiente aceitável para garantir o funcionamento de equipamentos classe de segurança 1, 2 ou 3 necessários para se atingir ou manter uma condição segura de desligamento da instalação;

(9) Providenciar funções de recuperação nas fases de operação, de manutenção ou pós-acidente, envolvendo materiais radioativos que não apresentem risco indevido à saúde e à segurança do público;

(10) Fazer a limpeza de material radioativo do Sistema de Resfriamento do Reator ou do sistema de resfriamento do combustível estocado, para operações normais;

(11) Segregar rejeitos radioativos de, estocar ou transportar para reutilização materiais irradiados absorvedores de neutrons;

(12) Monitorar efluentes radioativos para garantir que as taxas de vazamentos ou o total de vazamentos estejam dentro dos limites estabelecidos para operação normal e eventos transientes;

(13) Proteger equipamentos necessários para se atingir ou manter um desligamento seguro após incêndio;

(14) Monitorar variáveis para: (a) verificar se as condições operacionais da instalação estão dentro dos limites das especificações técnicas; (b) indicar o status dos bypasses do sistema de proteção que não foram removidos automaticamente como parte da operação do sistema de proteção; (c) indicar o status de equipamentos classe de segurança 1, 2 ou 3; (d) auxiliar na determinação das

causas ou consequências de eventos para investigação pós-acidente;

(15) Coletar, armazenar provisoriamente e descarregar fluidos radioativos.

Critérios Básicos para Classificação. Os critérios para classificação de itens são:

(1) O item recebe a classificação de segurança correspondente à função de segurança que este realiza (CS-1, CS-2, CS-3 ou CS-NN);

(2) Caso o item não seja responsável pela implementação de nenhuma função de segurança, deve ser classificado como Não-Nuclear (CS-NN);

(3) Um sistema deve pertencer à classe de segurança atribuída à principal função que este realiza;

(4) No caso de desempenhar duas ou mais funções de classes distintas, o item deve receber a classificação de segurança mais restritiva, isto é, de mais alto requisito;

(5) No caso em que o item pode ser subdividido em algumas partes independentes, apenas as partes que implementam funções de segurança devem receber a classificação correspondente. As demais partes podem ser de Classe de Segurança Não-Nuclear;

(6) No caso em que mais de um sistema é capaz de implementar uma determinada função de segurança nuclear e um sistema, por si só, satisfaz a todos os requisitos de sistemas relacionados à segurança nuclear, deve-se atribuir a este último uma classe de segurança nuclear adequada (CS-1, CS-2 ou CS-3) e aos demais Classe de Segurança Não-Nuclear;

(7) A função de uma estrutura é suportar, restringir o deslocamento ou abrigar itens, de forma que estes sejam capazes de desempenhar suas funções para qualquer modo de operação ou evento. Quando estes itens estão relacionados à segurança nuclear, então, a estrutura tem função de segurança nuclear CS-3;

(8) No caso especial da contenção, a função de segurança principal é conter vazamento de material radioativo ou vazamentos a partir de itens instalados em seu interior, estando associada à classe de segurança CS-2. Outro caso especial é a estrutura de suporte do núcleo, cuja função é manter a geometria dentro do reator para assegurar o controle de reatividade do núcleo e a capacidade de resfriamento do núcleo, estando associada à classe de segurança CS-3;

(9) Um suporte deve receber a classificação de segurança de mais alto requisito, escolhida entre : (a) a classe correspondente à função desempenhada pelo próprio suporte e (b) a classe correspondente à função desempenhada pelo item suportado, a menos que uma falha do suporte não comprometa a função do item suportado;

(10) Elementos intermediários e estruturas de acesso, de concreto ou aço estrutural, que estão fora da jurisdição de suportes cobertos pela Subseção NF da Seção III da ASME B&PV Code [10] e que carregam o peso de, ou fornecem estabilidade estrutural para itens CS-1, CS-2 ou CS-3, diretamente ou através de suportes NF, podem ser classificados como : (a) CS-3, se a função desempenhada for sustentar ou proteger estruturalmente itens CS-1, CS-2 ou CS-3; ou (b) CS-NN, se a função desempenhada for

sustentar ou proteger estruturalmente itens classe de segurança não-nuclear necessários para as funções incluídas nesta classe;

(11) Prédios ou outras estruturas de abrigo podem ser CS-3 ou CS-NN, seguindo o critério estabelecido em 5.2.3.10;

(12) Mudanças de classe de segurança, dentro de um sistema ou entre sistemas, ocorrem, geralmente, em interfaces limitrofes de pressão (por exemplo: trocadores de calor), em dispositivos de isolamento positivo (por exemplo: válvulas normalmente fechadas ou de fechamento automático) ou em dispositivos de isolamento adequados. Os requisitos para classificação das interfaces encontram-se na Seção 3.3.2 da Norma ANSI/ANS-51.1-1983 [1];

(13) Um sistema formado por duas válvulas de isolamento, colocadas em série, é considerado, geralmente, um dispositivo de isolamento adequado;

(14) Se os requisitos apresentados na Seção 3.2.2 da Norma ANSI/ANS-51.1-1983 [1] não forem atendidos, nas mudanças de classe de segurança, o item limítrofe deve ser classificado na classe de mais alto requisito entre aquelas por ele separadas;

(15) Partes diferentes de um mesmo item, como por exemplo, o lado dos tubos e o lado do casco de um trocador de calor, podem realizar funções diferentes e serem atribuídas a classes de segurança diferentes, com a condição de que exista uma fronteira de interface adequada, atendendo aos requisitos estabelecidos na Seção 3.2.2 da Norma ANSI/ANS-51.1-1983 [1];

(16) No caso de um dispositivo de isolamento composto por duas válvulas de isolamento colocadas em série, ambas as válvulas são classificadas na classe de segurança de mais alto requisito;

(17) A critério dos responsáveis pela classificação, uma determinada parte pode ser projetada, construída, instalada e testada com os requisitos de uma classe de segurança superior, quando o nível de qualidade ou confiabilidade desejável assim justificar.

CORRELAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO

A Tabela 1 apresenta a correlação existente entre o sistema de classificação de segurança proposto neste trabalho, o qual está baseado na Norma ANSI/ANS-51.1-1983 [1], e alguns sistemas de classificação importantes praticados na indústria.

CORRESPONDÊNCIA ENTRE CLASSES DE SEGURANÇA E NORMAS DE PROJETO

Com base nos critérios e na metodologia definidos neste trabalho, é possível se estabelecer um conjunto de requisitos para especificação de material, projeto, fabricação, instalação, inspeção, teste, etc. aplicáveis a cada item da Instalação, em função da classe de segurança atribuída a este item.

Para reatores a água leve pressurizada sugere-se, como ponto de partida, consultar a Norma ANSI/ANS-

51.1-1983 [1] e o "Design Guide for Category II Reactors". BNL-50831-II [2].

TABELA 1. Quadro Comparativo dos Sistemas de Classificação

Classificação de Segurança ANSI/ANS-51.1-1983 [1]	Classificação em Grupos de Qualidade Reg. Guide 1.26 [6]	Classificação em Categoria Sísmica Reg. Guide 1.29 [9]	Classificação de Segurança IAEA Safety Series 50-SG-D1 [3]	Classes do Código ASME - Equipamentos Mecânicos ^c [10]	Classificação de Sistemas Elétricos IEEE-Std 308 [11]
CS-1	A	I	1	1	
CS-2	B	I	2	2	
CS-3	C	I	3	3	IE
CS-NN	D	(Notas a e b)	4	outras ^a	(Nota a)

- a. Para qualquer modo de falha, equipamentos que não desempenham uma função de segurança nuclear não devem causar a perda de funções de segurança nuclear realizadas por equipamentos CS-1, -2 ou -3. Para tanto, deve-se: (a) projetar o equipamento tal que sua probabilidade de falha seja aceitavelmente baixa, ou (b) evitar que sua falha afete qualquer equipamento CS-1, -2 ou -3 através dos métodos sugeridos na Norma ANSI/ANS-58.3-1977.
- b. Os requisitos de projeto sísmico de equipamentos classificados pelas funções CS-NN (1), (4), (5), (6), (7) e (13), quando adequado, devem estar de acordo com normas aplicáveis de sistemas ou componentes ou, na ausência de tais normas, devem ser desenvolvidos de acordo com a função do equipamento.
- c. Quando aplicável.

REFERÊNCIAS

[1] AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE / AMERICAN NUCLEAR SOCIETY. *American national standard nuclear safety criteria for the design of stationary pressurized water reactor plants*. April 29, 1983. (ANSI/ANS-51.1-1983).

[2] BROOKHAVEN NATIONAL LABORATORY. *Design guide for category II reactors - light and heavy water cooled reactors*. May, 1978. (BNL 50831-II, UC-80, General Reactor Technology-TID-4500).

[3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Safety functions and component classification for BWR, PWR and PTR - a safety guide*. Vienna, 1979. (Safety Series N° 50-SG-D1).

[4] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. *Licenciamento de instalações nucleares*. Outubro, 1984. (Norma CNEN-NE-1.04).

[5] U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION. *Code of federal regulations, title 10 - energy, part 50 - domestic licensing of production and utilization facilities*. 1990. (10-CFR-50).

[6] U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION. *Quality group classifications and standards for water-, steam-, and radioactive - waste - containing components of nuclear power plants*. Revision 3, February 1976. (RG 1.26-76 [Rev. 3]).

[7] U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION. *Standard review plan for the review of safety analysis reports for nuclear power plants: LWR edition*. June, 1987. (NUREG-0800).

[8] U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION. *Code of federal regulations, title 10 - energy, part 100 - reactor site*

criteria. (10-CFR-100).

[9] U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION. *Seismic design classification*. Revision 3, September, 1978. (RG 1.29-78 [Rev. 3]).

[10] AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. *American national standard ASME boiler and pressure vessel code, section III, nuclear power plant components*. 1989. (ASME BPV-3).

[11] INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. *IEEE standard criteria for class 1E power systems for nuclear power generating stations*. March 13, 1980. (IEEE Std 308 - 1980).

[12] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. *Diretrizes básicas de radioproteção*. Julho, 1988. (Norma CNEN-NE-3.01).

[13] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. *Normas para escolha de locais para instalação de reatores de potência*. 1969. (Norma CNEN-09/69).

ABSTRACT

This paper contains the criteria and methodology which define a classification system of structures, systems and components in safety classes according to their importance to nuclear safety. The use of this classification system will provide a set of basic safety requirements associated with each safety class specified. These requirements, when available and applicable, shall be utilized in the design, fabrication and installation of structures, systems and components of Pressurized Water Reactor Nuclear Power Plants.