



MODELO DE SISTEMA NEBULOSO PARA AVALIAÇÃO DE EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA DE UM PLANO DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

Marcos Vinicius de Castro Silva

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Nuclear, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Nuclear.

Orientador: José Antônio Carlos
Canedo Medeiros

Rio de Janeiro
Março de 2013

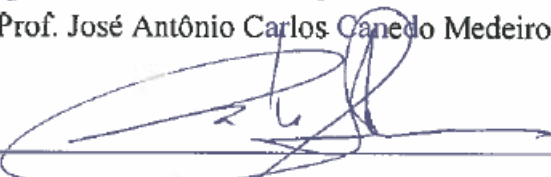
MODELO DE SISTEMA NEBULOSO PARA AVALIAÇÃO DE EXERCÍCIOS DE
EMERGÊNCIA DE UM PLANO DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

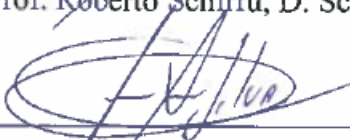
Marcos Vinicius de Castro Silva

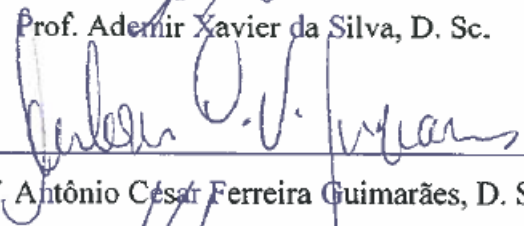
TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA NUCLEAR.


Examinada por:


Prof. José Antônio Carlos Canedo Medeiros, D. Sc.


Prof. Roberto Schirru, D. Sc.


Prof. Ademir Xavier da Silva, D. Sc.


Prof. Antônio César Ferreira Guimarães, D. Sc.


Prof. Antônio Carlos de Abreu Mol D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

MARÇO DE 2013

Silva, Marcos Vinicius de Castro

Modelo de Sistema Nebuloso para Avaliação de Exercícios de Emergência de um Plano de Emergência Nuclear/ Marcos Vinicius de Castro Silva. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

XV, 256 p.:Il; 29,7 cm.

Orientador: José Antônio Carlos Canedo Medeiros

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Nuclear, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 90 – 97.

1. Plano de Emergência Nuclear. 2. Indicadores de desempenho. 3. Exercícios de Emergência Nuclear. 4. Avaliação Nebulosa. I. Medeiros, José Antônio Carlos Canedo. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Nuclear. III. Título

A meus pais e eternos professores Geysa e Amílcar,
A minha querida esposa Marília,
Aos meus filhos João Pedro e Maria Isabel.

AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo, que nos permitiu chegar até aqui.

A meus pais que me ensinaram a ter fé em Deus, a ser trabalhador, disciplinado e perseverante em todos os desafios da vida.

À minha querida esposa Marília e aos meus filhos Maria Isabel e João Pedro, minha linda família, meus amados torcedores.

A meus irmãos Cilmara Chrystine, Cliamar Deborah, Douglas Renato e Jefferson Eduardo, todos muito especiais.

Ao Professor José Antônio Carlos Canedo Medeiros pelo aprendizado e orientação, disponibilidade e compreensão, apoio e aconselhamento nos momentos mais importantes desta trajetória.

Ao Professor Roberto Schirru pela orientação e participação permanente ao longo de todo o trabalho.

Aos amigos e comandantes Sérgio Simões, Jerri Andrade Pires, Roberto Jorge Lucente, Renato Bastos Pontes, Roberto Sobral Junior, Otto Ramos da Luz e Mário Theophilo da Rocha Santos, oficiais do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro que sempre me apoiaram nesta caminhada.

Ao amigo Jefferson Borges de Araújo, especialista, professor e grande incentivador de meu crescimento no campo da engenharia nuclear.

Aos companheiros do Centro de Coordenação e Controle de Emergência Nuclear da Secretaria de Estado da Defesa Civil do Rio de Janeiro, nossa força de trabalho, nossa força de amizade, nossa força de transformação.

A todo o Corpo Docente e Discente do Programa de Engenharia Nuclear da COPPE/UFRJ pelo carinho e dedicação sempre presente para conosco.

Aos meus amigos, todos, pelo carinho, amizade e apoio.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D. Sc.)

MODELO DE SISTEMA NEBULOSO PARA AVALIAÇÃO DE EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA DE UM PLANO DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

Marcos Vinicius de Castro Silva

Março/2013

Orientador: José Antônio Carlos Canedo Medeiros.

Programa: Engenharia Nuclear

Usinas nucleares são projetadas com sistemas dedicados a oferecer um alto grau de proteção aos seus trabalhadores, à população e ao meio ambiente. Entre os requisitos necessários a garantia da segurança nuclear está à existência do plano de emergência nuclear. O exercício de emergência nuclear é uma das formas de avaliar o plano de emergência nuclear. O presente trabalho apresenta um modelo de indicadores de desempenho para análise das estruturas de resposta envolvidas em exercícios de emergência nuclear, avaliada a partir da análise da hierarquia funcional concebida através do estudo de planos de emergência nuclear. Utilizando este modelo de indicadores de desempenho construiu-se um sistema de avaliação de exercícios de emergência nuclear, utilizando as teorias da lógica e sistemas nebulosos, visando a captura do conhecimento de especialistas em avaliação de exercícios de emergência nuclear. Entre os resultados deste modelo, obteve-se subsídios para a comparação entre exercícios de emergência nuclear e de modo indireto, uma modalidade de análise do estado da preparação da resposta a uma situação real de emergência nuclear.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor Science (D.Sc.)

FUZZY SYSTEM MODEL FOR EVALUATION OF NUCLEAR EMERGENCY
EXERCISES OF A NUCLEAR EMERGENCY PLAN

Marcos Vinicius de Castro Silva

March/2013

Advisor: José Antônio Carlos Canedo Medeiros.

Department: Nuclear Engineering

Nuclear power plants are designed with dedicated systems offer a high degree of protection to their workers, the public and the environment. Among the requirements for ensuring nuclear safety is the existence of the nuclear emergency plan. The nuclear emergency exercise is a way of assessing the nuclear emergency plan. This paper presents a model of performance indicators for analyzing the response agencies involved in nuclear emergency exercises, evaluated from the analysis of the functional hierarchy conceived through the study of nuclear emergency plans. Using this model of performance indicators built up an evaluation system for nuclear emergency exercises, using the theories of logic and fuzzy systems, allowing you to capture the knowledge of experts in assessing nuclear emergency exercises. Among the results of this model, we obtained allowances for comparison between nuclear emergency exercises and indirectly, a mode of analysis of the state of preparation of the response to a real nuclear emergency.

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivo do Trabalho.....	2
1.2 Riscos Tecnológicos.....	3
1.3 Usinas Nucleares.....	4
1.4 Plano de Emergência Nuclear.....	4
1.5 Exercício de Emergência Nuclear.....	5
1.6 Trabalho Proposto.....	6
1.7 Justificativa.....	7
1.8 Relevância do Trabalho.....	9
1.9 Estruturação do Trabalho.....	11
2 ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE PLANO DE EMERGÊNCIA NUCLEAR, EXERCÍCIOS E O MODELO ATUAL DE AVALIAÇÃO DO PLANO DE EMERGÊNCIA.....	13
2.1 Análise do Desempenho de um Sistema de Resposta à Emergência Nuclear baseada em Exercícios de Emergência Nuclear.....	16
2.2 Indicadores em um Sistema de Avaliação.....	17
2.3 Métodos de Avaliação de Desempenho.....	20
2.4 Conceitos Utilizados na Classificação das Ações Praticadas em Exercícios de Emergência Nuclear.....	22
2.5 Fatores de Erro na Avaliação de um Exercício de Emergência Nuclear.....	23
2.6 Metodologia de Elaboração de Requisitos em um Sistema de Avaliação.....	24
2.6.1 Identificação.....	24
2.6.2 Análise e negociação dos requisitos.....	26
2.6.3 Validação.....	27
2.7 Modelo de Avaliação Atual.....	28
3 MODELAGEM DO SISTEMA.....	32
3.1 Modelagem dos Indicadores de Desempenho de Exercícios de Emergência Nuclear e Sistematização da Avaliação.....	32
3.1.1 Sistematização da Avaliação.....	33
3.1.2 Elaboração dos Indicadores de Desempenho.....	36

3.1.3	Elaboração dos Critérios de Desempenho	41
3.1.4	Avaliação das Estruturas de Resposta no Exercício	43
3.2	Modelo de Avaliação de Exercícios de Emergência Nuclear aplicando a Média Ponderada aos Indicadores Desenvolvidos	49
3.2.1	Avaliação dos Indicadores de Desempenho da Resposta à Emergência Nuclear.....	49
3.2.2	Avaliação das Atividades de Resposta à Emergência Nuclear.....	49
3.2.3	Avaliação das Ações de Resposta à Emergência Nuclear	50
3.2.4	Avaliação das Estruturas de Resposta à Emergência Nuclear.....	50
3.2.5	Avaliação Global do Exercício.....	50
3.3	Modelo de Avaliação de Exercícios de Emergência Nuclear aplicando Lógica Nebulosa aos Indicadores Desenvolvidos.....	51
3.3.1	Origem do Modelo de Sistema Nebuloso Desenvolvido	53
3.3.2	Modelo de Sistema Nebuloso Proposto	54
4	APLICAÇÃO DO MODELO, RESULTADOS E ANÁLISE DE DADOS.....	64
4.1	Valores dos indicadores de desempenho considerados para os modelos Nebuloso, Ponderado e Clássico	64
4.2	Aplicação do Modelo de Média Ponderada para Avaliação de Exercícios de Emergência Nuclear	65
4.3	Aplicação do Modelo de Sistema Nebuloso para Avaliação de Exercícios de Emergência Nuclear	69
4.3.1	Resultados na Primeira Camada do Modelo Nebuloso.....	69
4.3.2	Resultados na Segunda Camada do Modelo Nebuloso.....	69
4.3.3	Resultados na Terceira Camada do Modelo Nebuloso.....	69
4.3.4	Resultados na Quarta Camada do Modelo Nebuloso.....	72
4.4	Aplicação do Modelo Clássico para Avaliação de Exercícios de Emergência Nuclear	74
4.4.1	Comparação entre os modelos Clássico, Ponderado e Nebuloso.....	76
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	85
5.1	Modelo de Indicadores de Desempenho	85
5.1.1	Aspectos positivos	85
5.1.2	Aspectos negativos	86
5.2	Modelos de Avaliação dos Indicadores Desenvolvidos para Avaliação dos Exercícios de Emergência Nuclear	87

5.2.1 Modelo de Média Ponderada.....	87
5.2.2 Modelo de Sistema Nebuloso.....	87
5.3 Recomendações	88
5.3.1 Modelo de Indicadores	88
5.3.2 Modelo de Média Ponderada.....	88
5.3.3 Modelo de Sistema Nebuloso.....	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
APÊNDICE 1 Plano de Emergência Nuclear	98
APÊNDICE 2 Exercício de Emergência Nuclear.....	115
APÊNDICE 3 Indicadores de Desempenho Atualmente Usados.....	132
APÊNDICE 4 Indicadores de Desempenho Propostos	152
APÊNDICE 5 Critérios de Desempenho Desenvolvidos	162
APÊNDICE 6 Dependência Funcional Estabelecida por Estrutura Avaliada	173
APÊNDICE 7 Pesos Utilizados no Método da Média Ponderada.....	179
APÊNDICE 8 Lógica Nebulosa e Sistemas Nebulosos	187
APÊNDICE 9 Questionário do Modelo Clássico de Avaliação.....	204
APÊNDICE 10 Avaliação dos Indicadores Exercícios Emergência Nuclear 2007, 2009 E 2011.....	219
ANEXO 1 – Transcrição do Documento Atual de Avaliação de Exercícios Emergência Nuclear.....	226

Ref.	ÍNDICE DE FIGURAS	pag.
3.1	Dependência funcional na avaliação de exercícios de emergência nuclear.	33
3.2	Sistema Nebuloso	52
3.3	Origem do sistema nebuloso proposto	53
3.4	Sistema nebuloso proposto	54
3.5	Funções de pertinência de fuzzificação na Primeira Camada	55
3.6	Representação do Método de Defuzzificação do Centro de Área	57
3.7	Funções de pertinência de defuzzificação na Primeira Camada	57
3.8	Funções de Pertinência de fuzzificação de dados na Segunda Camada	58
3.9	Funções de pertinência de defuzzificação na Segunda Camada	60
3.10	Funções de Pertinência de fuzzificação na Terceira Camada	60
3.11	Funções de pertinência de defuzzificação na Terceira Camada	61
3.12	Funções de Pertinência de fuzzificação na Quarta Camada	62
3.13	Funções de Pertinência de defuzzificação da Quarta Camada	63
4.1	Ações do Centro de Emergência Local ano 2007 avaliada pelos modelos	77
4.2	Ações do Centro de Emergência Local ano 2009 avaliada pelos modelos	78
4.3	Ações do Centro de Emergência Local ano 2011 avaliada pelos modelos	79
4.4	Ações do Centro de Emergência Regional ano 2007 avaliada pelos modelos	79
4.5	Ações do Centro de Emergência Regional ano 2009 avaliada pelos modelos	80
4.6	Ações do Centro de Emergência Regional ano 2011 avaliada pelos modelos	81
4.7	Ações do Centro de Emergência Nacional ano 2007 avaliada pelos modelos	81
4.8	Ações do Centro de Emergência Nacional ano 2009 avaliada pelos modelos	82
4.9	Ações do Centro de Emergência Nacional ano 2011 avaliada pelos modelos	82
4.10	Ações do Centro de Informações no ano de 2007 avaliadas pelos modelos	83
4.11	Ações do Centro de Informações no ano de 2009 avaliadas pelos modelos	84
4.12	Ações no Centro de Informações à População no ano de 2011 avaliadas pelos modelos	84
AP.2.1	Comitê de organização do exercício de emergência nuclear.	128
AP.8.1	(a) Função “crisp” adolescente. (b) Função nebulosa adolescente.	188
AP.8.2	Cardinalidade do conjunto nebuloso “A”	190
AP.8.3	Ilustração das principais T-normas.	193

AP.8.4	Implicações I ($\alpha, \mu_B(y)$): a. Mamdani, b. Larsen, c. Goedel.	193
AP.8.5	Termos lingüísticos mapeiam a variável velocidade	194
AP.8.6	Diagrama de um Sistema nebuloso	195
AP.8.7	Modelo Clássico de Mamdani.	200
AP.8.8	Modelo Clássico de Larsen	201
AP.8.9	Modelo de Interpolação de Tsukamoto	201
AP.8.10	Modelo de Interpolação de Takagi-Sugeno	201
AP.8.11	Métodos de defuzificação	203

Ref	ÍNDICE DE TABELAS	pág.
4.1	Atividades do Centro de Emergência Local pelo Modelo Ponderado	66
4.2	Atividades do Centro de Emergência Regional pelo Modelo Ponderado	66
4.3	Atividades do Centro de Emergência Nacional pelo Modelo Ponderado	67
4.4	Atividades do Centro de Informações à População pelo Modelo Ponderado	67
4.5	Ações do Centro de Emergência Local pelo Modelo Ponderado	67
4.6	Ações do Centro de Emergência Regional pelo Modelo Ponderado	68
4.7	Ações do Centro de Emergência Nacional pelo Modelo Ponderado	68
4.8	Ações do Centro de Informações à População pelo Modelo Ponderado	68
4.9	Avaliação das estruturas do exercício pelo Modelo Ponderado.	68
4.10	Avaliação dos exercícios de emergência nuclear pelo Modelo Ponderado	68
4.11	Atividades do Centro de Emergência Local pelo Modelo Nebuloso	70
4.12	Atividades do Centro de Emergência Regional pelo Modelo Nebuloso	70
4.13	Atividades do Centro de Emergência Nacional pelo Modelo Nebuloso	70
4.14	Atividades do Centro de Informações pelo Modelo Nebuloso	71
4.15	Ações do Centro de Emergência Local pelo Modelo Nebuloso	71
4.16	Ações do Centro de Emergência Regional pelo Modelo Nebuloso	71
4.17	Ações do Centro de Emergência Nacional pelo Modelo Nebuloso	71

4.18	Ações do Centro de Informações à População pelo Modelo Nebuloso	72
4.19	Avaliação das Estruturas Utilizando Avaliação Nebulosa Adaptada	72
4.20	Avaliação dos Exercícios de Emergência Nuclear	72
4.21	Atividades do Centro de Emergência Local pelo Modelo Clássico	73
4.22	Atividades do Centro de Emergência Regional pelo Modelo Clássico	74
4.23	Atividades do Centro de Emergência Nacional pelo Modelo Clássico	74
4.24	Atividades do Centro de Informações pelo Modelo Clássico	75
4.25	Ações do Centro de Emergência Local pelo Modelo Clássico	75
4.26	Ações do Centro de Emergência Regional pelo Modelo Clássico	75
4.27	Ações do Centro de Emergência Nacional pelo Modelo Clássico	76
4.28	Ações do Centro de Informações à População pelo Modelo Clássico	76
AP.10.1	Avaliação de indicadores do Centro de Emergência Local	221
AP.10.2	Avaliação de indicadores do Centro de Emergência Regional	223
AP.10.3	Avaliação de indicadores do Centro de Emergência Nacional	224
AP.10.4	Avaliação de indicadores do Centro de Informações à População	225

Ref.	ÍNDICE DE QUADROS	pag.
AP.3.1	Capacidade de notificação	134
AP.3.2	Capacidade de mobilização	134
AP.3.3	Capacidade de ativação dos centros de emergência	135
AP.3.4	Adequação das instalações e dos recursos humanos	135
AP.3.5	Capacidade de comunicação	136
AP.3.6	Capacidade de comando, coordenação e controle	137
AP.3.7	Capacidade de realizar, em tempo, as medidas de proteção previstas	138
AP.3.8	Capacidade de determinação de campos de radiação	139
AP.3.9	Capacidade de desenvolver projeções de dose	140
AP.3.10	Capacidade de alertar a população nas zonas de planejamento de emergência	141
AP.3.11	Capacidade de coordenar informações ao público	142

AP.3.12	Capacidade de coordenar a disseminação de informações	143
AP.3.13	Capacidade de controlar o tráfego, áreas evacuadas e abrigos	144
AP.3.14	Adequação nos procedimentos de monitoração radiológica, descontaminação e registro de pessoas removidas	145
AP.3.15	Adequação dos abrigos	146
AP.3.16	Adequação no transporte de acidentados	147
AP.3.17	Adequação do serviço de tratamento de contaminados ou acidentados	147
AP.3.18	Capacidade de analisar de amostras ambientais.	148
AP.3.19	Adequação de procedimentos para isolamento de áreas contaminadas e descontaminação de trabalhadores de emergência.	148
AP.3.20	Capacidade de simular a evacuação da população da APE, ZPE 3 e ZPE 5.	149
AP.3.21	Capacidade do atendimento pré-hospitalar	150
AP.3.22	Capacidade de o atendimento no ambiente hospitalar	151
AP.4.1	Indicadores da Ação Ativação	154
AP.4.2	Indicadores da Ação Medidas de Proteção Urgente	155
AP.4.3	Indicadores da Ação Proteção do Trabalhador	157
AP.4.4	Indicadores da Ação Atenção à Saúde	158
AP.4.5	Indicadores da Ação Informações para a População	159
AP.4.6	Indicadores da Ação Proteção de Longo Prazo	160
AP.4.7	Indicadores da Ação Recuperação de Áreas Afetadas	161
AP.5.1	Critérios de Avaliação Desempenho da Ação Ativação	164
AP.5.2	Critérios de Avaliação da Ação Proteção Urgente	165
AP.5.3	Critérios de Avaliação da Ação Proteção Ao Trabalhador	167
AP.5.4	Critérios de Avaliação da Ação Atenção À Saúde	168
AP.5.5	Critérios de Avaliação da Ação Informações À População	169
AP.5.6	Critérios De Avaliação da Ação Proteção de Longo Prazo	170
AP.5.7	Critérios de Avaliação de Recuperação de Áreas Afetadas	172
AP.6.1	Dependência Funcional do Centro de Emergência Local	175
AP.6.2	Dependência Funcional do Centro de Emergência Regional	176
AP.6.3	Dependência Funcional do Centro de Emergência Nacional	177
AP.6.4	Dependência Funcional da Estrutura Centro de Informações	178
AP.7.1	Peso de cada estrutura na avaliação do exercício	181

AP.7.2	Peso de cada ação na avaliação das estruturas de resposta	181
AP.7.2	Peso de cada atividade na avaliação das ações	182
AP.7.2	Peso de cada indicador de desempenho na avaliação das atividades	183
AP.8.1	Principais T-normas e T-conormas duais.	192
AP.8.2	Principais operadores de implicação.	193

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Populações afetadas por desastres carecem de assistência imediata por parte da sociedade civil organizada, objetivando promover um rápido retorno à situação de normalidade (CASTRO, 2003).

Estudos epidemiológicos demonstram que no último século, os desastres naturais produziram danos muito superiores aos provocados pelas guerras (HARRALD, 2006). Por outro lado, desastres antropogênicos são cada vez mais numerosos e intensos, em função de um desenvolvimento econômico e tecnológico pouco atento aos padrões de segurança da sociedade (HARRALD, 2006).

Em diversos distritos industriais, o desenvolvimento econômico imediatista provocou a deterioração ambiental e agravou as vulnerabilidades dos ecossistemas humanos, contribuindo para aumentar os níveis de insegurança a desastres tecnológicos (International Strategy for Disaster Reduction, 2002).

A eliminação de riscos tecnológicos é uma condição difícil de ser obtida, por outro lado, o controle do risco, reduzindo-o a níveis extremamente baixos, consiste em uma tarefa possível (WISLER, 2004). A aceitabilidade ou tolerabilidade dos riscos trata-se de uma questão complexa, pois a percepção do risco pelas pessoas é influenciada por experiências vividas e usualmente imprecisas (ALEXANDER, 2002).

Idênticas taxas de risco avaliadas sob o enfoque estatístico podem ter diferentes significados e percepções para cada ser humano. Grande parte das pessoas acredita que pode controlar os riscos aos quais são expostos. A maioria das pessoas deseja viajar de avião, mas não quer um aeroporto perto de suas casas, necessita da gasolina para seus automóveis, mas não quer os riscos oriundos da indústria do petróleo, quer as facilidades trazidas pelo uso da eletricidade, mas não admite usinas nucleares. A fim de regular estas questões, governos têm optado pelo controle dos riscos da sociedade via agências regulatórias, que operam em grande parte, através de níveis quantificados de riscos, audiências públicas e programas de compensação ambiental (BUCHANAN,

2000).

A definição do termo segurança nuclear baseia-se no conceito da defesa em profundidade (MAY, 2006). A fim de garantir esta segurança, busca-se a construção de conjunto de barreiras, cada uma capaz de interromper ou deter quaisquer avanços de anormalidades, que se não contidas, poderiam resultar em acidente. Essas barreiras são de natureza física, sistemas de engenharia de segurança e processos de gestão da própria organização. As defesas atingem sistemas, componentes, estruturas da usina, pessoas que nela trabalham, além de órgãos externos tais como órgãos reguladores e a cadeia de suprimento de bens e serviços (ARAÚJO, 2006).

Segundo as recomendações do documento US-EPA-400-R-92-001 (U.S. Environmental Protection Agency, 1992), o uso seguro da energia nuclear implica em políticas públicas que visem à garantia da segurança da instalação nuclear, dos trabalhadores, da população e do meio ambiente. Entre os requisitos necessários, para a garantia da segurança nuclear, está a existência de um plano de resposta à emergência nuclear. Este plano tem como objetivo fornecer um conjunto de diretrizes e informações visando à adoção de procedimentos lógicos, técnicos e administrativos, estruturados de forma a propiciar uma resposta rápida e eficiente em caso de uma emergência nuclear (ALLARD, 1996).

Um sistema de resposta à emergência nuclear envolve organizações públicas e privadas, forças militares e civis, atividades de gestão e gerência, bem como operações isoladas ou combinadas (International Atomic Energy Agency, 1986). Uma das formas de mensurar a qualidade deste sistema pode ser realizada através do uso de indicadores de desempenho (KAPLAN, 1992).

Segundo o documento INPO-88-019 (Institute of Nuclear Power Operations, 1988), um plano de resposta à emergência nuclear necessita ser testado e avaliado continuamente. O exercício de emergência nuclear é uma das formas de avaliar os objetivos e a organização do plano resposta à emergência nuclear.

1.1 OBJETIVO DO TRABALHO

Modelar indicadores de desempenho para análise das estruturas de resposta envolvidas em exercícios de emergência nuclear, avaliada a partir da dependência

funcional concebida a partir do estudo de planos de emergência nuclear. Utilizando este modelo de indicadores de desempenho, construir um sistema de avaliação de exercícios de emergência nuclear, aplicando as teorias da lógica e sistemas nebulosos, buscando a captura do conhecimento de especialistas, que realizam a função de avaliadores de exercícios de emergência nuclear.

Entre os resultados deste modelo, obtiveram-se subsídios para a comparação entre exercícios de emergência nuclear e de modo indireto, uma modalidade de análise do estado da preparação da resposta a uma situação de emergência nuclear real.

1.2 RISCOS TECNOLÓGICOS

O homem ocupa a superfície terrestre do planeta, organizado em sociedades cada vez mais complexas e artificiais, em aparente harmonia com a natureza, mas sujeito aos riscos diversos, que comprometem o equilíbrio entre o ambiente social e o ambiente natural.

A vulnerabilidade das sociedades a fenômenos naturais e a ameaças, muitas vezes por ela mesma criados, reflete os diferentes graus de preparação de cada sociedade a esses fenômenos. Esta condição explica o fato de que o mesmo tipo de fenômeno, ocorrendo com a mesma intensidade em sociedades diferentes, pode provocar fortes disfunções em uma sociedade, não afetando a outras (LIMA E SILVA, 2003).

Os riscos naturais aos quais está exposta a população são diversos, ocorrendo por vezes, ciclicamente em uma mesma região. Durante muitos séculos, as catástrofes eram fenômenos originários da própria natureza. No entanto, com a evolução tecnológica, a criação de novos tipos de indústrias e a utilização de mais e maiores quantidades de substâncias e artefatos de maior periculosidade, houve a aparição dos desastres tecnológicos (JAFFIN, 2008).

Desastres antropogênicos são cada vez mais numerosos e intensos. Este fato pode ser atribuído ao desenvolvimento econômico e tecnológico pouco atento aos padrões de cultura de segurança de muitas sociedades (LAMAS, 2010).

1.3 USINAS NUCLEARES

Usinas nucleares caracterizam-se pelo uso de materiais radioativos que produzem calor através de uma reação nuclear. O calor gerado é empregado por um ciclo termodinâmico convencional para mover um alternador e produzir energia elétrica (ARAUJO, 2006).

As instalações nucleares são estruturas complexas, quer pela necessidade de diversas tecnologias industriais combinadas, quer pelo elevado grau de segurança necessário. Uma central nuclear pode possuir um ou mais reatores, onde cada reator possui um conjunto de barreiras de proteção que impedem o contato da radiação com o meio ambiente (ARAUJO, 2006).

Entre as principais causas de acidentes postulados para uma central nuclear estão à perda de refrigerante do sistema primário, a ruptura de tubos do trocador de calor, a ruptura de tubo da linha de vapor do sistema secundário e os acidentes envolvendo o manuseio de combustível. Fatores organizacionais, deficiências de projeto, degradação dos sistemas por envelhecimento, perda da integridade das barreiras de contenção, formação inadequada de pessoal, falhas de equipamentos, inexperiência operacional, formulação inadequada de procedimentos, gerenciamento de rejeitos e causas externas, são fatores que podem gerar um evento desencadeador (ARAUJO, 2006).

Segundo o documento AIEA-EPR-METHOD 2003 (International Atomic Energy Agency, 2003), respostas eficientes e eficazes na aplicação de procedimentos de emergência podem minimizar o sinistro. Dentre as ações dirigidas à minimização deste efeito, pode ser considerado o treinamento de pessoal para situações de emergência, a existência de sistemas de comunicação seguros, a existência de um sistema de monitoração ambiental e a estruturação de centros de resposta à emergência.

1.4 PLANO DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

Um amplo espectro de acidentes nucleares é levado em conta no planejamento da resposta à emergência nuclear. Segundo o documento FEMA-REP-12 (Federal Emergency Management Agency, 1987), existem desde acidentes previstos como os de base de projeto (pequenas conseqüências para o público e para o meio ambiente), até aqueles muito graves, considerados como de baixa probabilidade de ocorrência

(acidentes além da base de projeto).

Um acidente nuclear é definido como grave quando envolve comprometimento ou danos significativos (fusão) do núcleo do reator e como muito graves quando, além da fusão do núcleo, ocorre à perda da integridade da contenção AIEA-TECDOC-955 (International Atomic Energy Agency, 1996).

Segundo o documento AIEA-EPR-METHOD-2003 (International Atomic Energy Agency, 2003), um dos aspectos importantes no gerenciamento de uma emergência nuclear é a capacidade de estimar de forma precoce as prováveis consequências de um acidente. Devido à necessidade de operacionalização rápida de medidas protetoras, a avaliação de um acidente nuclear deve utilizar toda a informação disponível tanto no âmbito interno à instalação nuclear como fora dela.

Segundo as recomendações constantes no documento NUREG-0654 (US Nuclear Regulatory Commission, 1980), entre os principais objetivos da resposta a situação de emergência nuclear estão à rápida classificação do acidente, a contenção da contaminação, bem como a prevenção de efeitos determinísticos e estocásticos à saúde.

Conforme o documento AIEA-SS-115 (International Atomic Energy Agency, 1996), o desenvolvimento de planos de resposta a uma situação de emergência nuclear, níveis de intervenção devem ser estabelecidos para orientar as decisões sobre medidas de proteção. A formulação de um plano de emergência nuclear pressupõe que haja a definição objetiva de estruturas, ações e procedimentos de resposta.

1.5 EXERCÍCIO DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

Segundo o documento AIEA-SS-73 (International Atomic Energy, 1985), um exercício de emergência nuclear pode ser aplicado para testar um determinado componente de um plano, uma função de emergência, ou as ligações dentro ou entre as organizações de resposta a emergências.

No que recomenda o documento AIEA-EPR-EXERCISE-2005 (International Atomic Energy, 2005), os exercícios de emergência nuclear podem identificar eventuais problemas, dificuldades, insuficiências ou lacunas nos planos de preparação e resposta. Entre os objetivos dos exercícios de emergência está a redução ao máximo destes

elementos, antes que ocorra uma emergência real.

Na consideração do documento AIEA-GS-R-2 (International Atomic Energy Agency, 2005), exercícios de emergência nuclear podem envolver muitas instalações, agências e níveis de governo. Um exercício pode ser projetado para formar ou avaliar um pequeno grupo de pessoas em um aspecto de suas funções de resposta, ou pode ser um cenário de grande escala, envolvendo muitos países, tecnologia sofisticada e recursos consideráveis.

1.6 TRABALHO PROPOSTO

Até recentemente, acidentes nucleares eram considerados como de baixíssima probabilidade, dado os critérios de historicidade e da cultura de segurança vigente.

O acidente nuclear de Fukushima, originado de um sismo, seguido do tsunami em março de 2011, evidenciou que esta realidade pode ser bem diferente sob certas circunstâncias.

Certamente foi a qualidade do plano de emergência nuclear japonês que salvou milhares de vidas. Desta forma, e mais do que nunca, os diversos interessados no uso da energia nuclear pacífica, compreenderam que a existência de um plano de resposta não é mera formalidade do licenciamento da instalação nuclear, é ferramenta fundamental da garantia da segurança nuclear.

Segundo as recomendações do documento FEMA-REP-15 (Federal Emergency Management Agency, 1991), organizações que participam do plano de emergência devem realizar periodicamente exercícios que simulem situações de emergência, para que possam ser detectadas possibilidades de melhoria dos planos de resposta à emergência nuclear.

As ações decorrentes da avaliação de um exercício de emergência nuclear podem sugerir melhorias no plano de emergência nuclear. Entretanto, observa-se uma fragilidade na padronização de indicadores e critérios de desempenho nos atuais modelos de avaliação, o que dificulta a comparação entre exercícios, prejudicando a crítica dos sistemas de resposta a emergência nuclear.

Neste trabalho é apresentado o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação de desempenho de exercícios de emergência de um plano de emergência nuclear. A fim de viabilizar tal objetivo, realizou-se uma revisão de protocolos gerais de construção e de execução destes planos em exercícios de emergência nuclear. A seguir, observou-se a metodologia praticada usualmente na avaliação de exercícios de emergência nuclear por especialistas neste processo. A partir daí, foi criado um conjunto de indicadores e critérios de desempenho para avaliação do exercício de emergência nuclear, estabelecida a partir da análise da dependência funcional, dependência essa, concebida a partir do estudo de planos de emergência nuclear. Finalmente, utilizando este modelo de indicadores de desempenho, construiu-se um sistema de avaliação de exercícios de emergência nuclear, utilizando as teorias da lógica e sistemas nebulosos, visando à captura do conhecimento de especialistas que realizam a função de avaliadores de exercícios de emergência nuclear.

A fim de balizar o modelo de sistema nebuloso projetado, construiu-se um modelo de avaliação ponderada, viabilizado através da aplicação de pesos na avaliação de estruturas de resposta à emergência nuclear e em cada elemento que compõem a sua dependência funcional.

A fim de validar o trabalho, elaborou-se um modelo de questionário de avaliação de exercícios de emergência nuclear, considerando os indicadores e critérios de desempenho projetados. Este questionário foi submetido a avaliadores treinados que avaliaram exercício da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto ocorridos nos anos de 2007, 2009 e 2011. Obtiveram-se assim, dois resultados nesta avaliação. O primeiro foi a superioridade na qualidade da avaliação estabelecida pelo modelo de indicadores concebido, condição atestada pelos especialistas. O segundo resultado da avaliação foi obtido da comparação entre o modelo de sistema nebuloso e o modelo da média ponderada, onde se observou o grau de coerência entre os três modelos.

1.7 JUSTIFICATIVA

A estratégia da defesa em profundidade está entre os fundamentos básicos da segurança de usinas nucleares. O termo defesa em profundidade é uma expressão de origem militar, que se refere a uma estratégia que em lugar de se colocar uma única linha muito forte de defesa, são colocadas várias linhas encadeadas de diferentes

potências e finalidades de proteção, produzindo um amortecimento no combate inicial. A defesa em profundidade de uma instalação nuclear também segue um desenho de múltiplas barreiras, objetivando minimizar ou eliminar possíveis falhas de funcionamento. Na segurança nuclear, se algo deve ser protegido, uma, duas ou dezenas de barreiras, de caráter físico, organizacional e regulatório devem ser construídas, preservadas e melhoradas, controlando e reduzindo o risco de um acidente a valores tão baixos, que equivalham a riscos de desastres naturais a qual a humanidade já está exposta.

A emergência nuclear ocorre quando um evento desencadeador provoca a degradação de um ou mais níveis da defesa em profundidade, podendo chegar a provocar um acidente nuclear. O plano de emergência nuclear é o último nível de defesa em profundidade na segurança nuclear, por isso os planos de emergência não devem tornar-se peça exclusiva de exigências legais.

A forma mais aceita de avaliar um plano de emergência nuclear é através de exercícios de emergência nuclear (International Atomic Energy, 2005). O exercício de emergência avalia o plano de emergência nuclear e pode corrigir eventuais reduções no nível de defesa em profundidade (International Atomic Energy, 2005).

Existe um consenso internacional de que o uso de indicadores de desempenho na avaliação do exercício de emergência pode auxiliar no processo de identificação das fraquezas existentes nos diversos planos de resposta a emergência nuclear (Nacional Defense New Zealand, 2008). Entretanto a forma de aplicar ferramentas de avaliação de desempenho enfrenta dois problemas em sua aplicação prática, segundo este trabalho. O primeiro problema está relacionado com as condições de reprodutibilidade da avaliação do exercício e a conseqüente impossibilidade de uma comparação objetiva entre dois ou mais exercícios. O segundo problema observado relaciona-se com a forma de captura do nível de imprecisão e de incerteza da informação fornecida pelos avaliadores de um exercício de emergência nuclear, uma vez que o ser humano normalmente tem dificuldade em usar a lógica clássica na maior parte de suas decisões.

Um sistema de avaliação de desempenho de um exercício de emergência nuclear deve possuir requisitos de objetividade, clareza, simplicidade, praticidade, representatividade, estabilidade, adaptabilidade, disponibilidade, confiabilidade,

rastreabilidade, economia e reprodutibilidade. A ausência destes requisitos em um sistema de avaliação de um exercício de emergência nuclear pode gerar indiretamente a diminuição dos níveis de defesa em profundidade.

1.8 RELEVÂNCIA DO TRABALHO

Os planos de resposta à emergência nuclear para serem incorporados a uma sociedade envolvida direta ou indiretamente com a questão da emergência nuclear, carecem de processos de aprendizagem.

Os profissionais que atuam na resposta à emergência nuclear devem não só ter um domínio integral do plano de emergência, mas acreditar na viabilidade, exequibilidade e efetividade do plano. Somente desta maneira, cada agente saberá qual é o seu papel e a relação para com a população atingida por tipo de emergência.

Existe uma grande dificuldade no processo ensino-aprendizagem quando a intenção é qualificar técnicos na construção, execução e aperfeiçoamento de planos de emergência nuclear. A dificuldade começa na construção do plano de emergência nuclear. Enquanto alguns grupos defendem uma maior sedimentação de estruturas de resposta à emergência, ações, atividades e o detalhamento de procedimentos, outros tratam o plano de emergência como uma simples formalidade legal no licenciamento e operação de instalações nucleares, em considerando a baixa probabilidade de um acidente nuclear.

De uma maneira geral, em boa parte do mundo que possui centrais nucleares, ou tem limites de vizinhança com os que as possuem, os planos de emergência nuclear são avaliados periodicamente através de exercícios de emergência nuclear. A finalidade deste tipo de exercícios pode ser a avaliação da condição de desempenho do estado da prontidão em face de uma emergência nuclear, para o treinamento ou até para avaliação da adequação de novos conceitos e idéias no planejamento. As perguntas que se seguem a um exercício são se ele realmente alcançou seus objetivos, quais as lições aprendidas, se houve melhora no sistema de resposta em relação a um exercício anterior e onde há necessidade de novos investimentos físico-financeiros. Em síntese, se o plano de emergência precisa ser melhorado, se as pessoas precisam ser mais bem treinadas ou se houve uma melhoria no desempenho do sistema de resposta.

Os relatórios de avaliação de exercícios no Brasil e no exterior, realizados em diferentes anos, examinados durante a pesquisa deste trabalho, evidenciam uma intensa subjetividade nos documentos de avaliação e uma grande repetição dos problemas relatados nos diversos textos. Além disso, observa-se pouca objetividade das necessidades apuradas. Apesar disto tudo, a maioria dos relatórios de avaliação dos exercícios conclui que houve sucesso no exercício.

Anualmente, relatórios contábeis das operadoras das centrais nucleares denotam elevados custos nos diversos níveis da garantia da segurança em profundidade de centrais nucleares. Exemplo disto tem-se na troca preventiva dos diversos geradores de vapor das centrais nucleares modelo Westinghouse em vários países, inclusive no Brasil. Nestes mesmos relatórios verifica-se um importante aporte financeiro nas ações ligadas ao aperfeiçoamento e a melhoria no plano de resposta à emergência nuclear.

A relação dos dois últimos parágrafos, a primeira vista torna-se um paradoxo. Se os exercícios de emergência nuclear são considerados como importante fonte diagnóstica do estado da preparação para uma emergência nuclear, se todos os exercícios são considerados como “bons”, porque investir em sua melhoria. Seria para simplesmente manter o que já está “bem estabelecido”? Por outra ótica, se o “estabelecido como bom”, precisa ser melhorado, como os gestores identificariam as prioridades de investimento?

A aprendizagem é um processo pelo qual as competências, habilidades, conhecimentos, comportamento ou valores são adquiridos ou modificados como resultados de estudo, experiência, formação, raciocínio e observação. A avaliação deve ser encarada como reorientação para uma aprendizagem melhor e para a melhoria dos sistemas. A avaliação de um exercício de emergência nuclear envolve uma análise que envolve ciência, tecnologia, políticas públicas e população. Assim sendo, modelar as estruturas envolvidas em exercícios de emergência nuclear, através da análise ações, atividades e indicadores de desempenho envolvidos no plano de emergência nuclear, permite uma de avaliação sistematizada do exercício de emergência nuclear, traz elementos objetivos no julgamento da relação entre resposta efetuada e resposta esperada, permitindo quantificar o grau de sucesso do exercício e crescer no processo de aprendizagem.

O acréscimo do uso da teoria dos sistemas nebulosos ao modelo desenvolvido permite aproximar o julgamento da relação entre resposta efetuada e resposta esperada da forma que os seres humanos traduzem suas idéias, permitindo a captura do conhecimento dos especialistas que realizam a função de avaliadores de exercícios de emergência nuclear.

1.9 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho é estruturado em cinco capítulos, dez apêndices e um anexo da seguinte maneira:

O capítulo 1 apresenta o objetivo da pesquisa, a descrição do problema e a síntese do trabalho desenvolvido.

O capítulo 2 é apresentado uma revisão das ações e procedimentos de avaliação de um exercício de emergência nuclear, bem como o modelo atual de avaliação de um exercício de emergência nuclear praticado no Brasil e similarmente em países latino-americanos.

No capítulo 3 é apresentada a modelagem dos indicadores de desempenho, concebida a partir da dependência na dependência funcional observada através do estudo de planos de emergência nuclear. Ainda é apresentado neste Capítulo, o modelo de sistema de avaliação nebuloso dos indicadores de desempenho proposto, o modelo de avaliação ponderado para balizar o modelo de sistema nebuloso e um modelo de avaliação clássico, este último visando validar o modelo de avaliação nebuloso.

No capítulo 4 são apresentadas a aplicação do modelo e a análise dos resultados.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões e recomendações.

No Apêndice 1 é apresentado o detalhamento sobre a elaboração de planos de emergência nuclear.

No Apêndice 2 são apresentados os detalhes sobre a organização e realização de exercícios de emergência nuclear

No Apêndice 3 são apresentados os indicadores de desempenho no planejamento

atual dos exercícios de emergência no Brasil.

No Apêndice 4 são apresentados os indicadores de desempenho propostos neste trabalho.

No Apêndice 5 são apresentados os critérios de desempenho propostos neste trabalho.

No Apêndice 6 é apresentada a dependência funcional proposta para cada estrutura de resposta avaliada.

No Apêndice 7 são apresentados os pesos desenvolvidos para as estruturas, ações, atividades e indicadores de desempenho para o Modelo da Média Ponderada.

No Apêndice 8 é apresentada uma revisão teórica sobre Lógica Nebulosa e Sistemas Nebulosos.

No Apêndice 9 é apresentado questionário de avaliação de exercícios de emergência nuclear, usado no Modelo Clássico de Avaliação, que utiliza os indicadores, critérios de desempenho e a dependência funcional desenvolvida.

No Apêndice 10 são apresentados os resultados da avaliação dos indicadores de desempenho pelo Modelo Clássico de Avaliação de Exercícios de Emergência Nuclear realizada com base nos dados de exercícios de emergência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto nos anos de 2007, 2009 e 2011.

Finalmente, no Anexo 1 é transcrito o documento de avaliação atualmente praticado nos exercícios de emergência no Brasil e de modo similar em países latino americanos.

CAPÍTULO 2

ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE PLANO DE EMERGÊNCIA NUCLEAR, EXERCÍCIOS E O MODELO ATUAL DE AVALIAÇÃO DO PLANO DE EMERGÊNCIA

Planos de emergência nuclear são protocolos pactuados entre as organizações encarregadas da resposta a uma situação de emergência nuclear, que definem estruturas de resposta necessária, composição, responsabilidades, bem como ações e procedimentos para coordenar e controlar uma situação de emergência nuclear.

Entre os requisitos necessários para a organização da resposta as emergências nucleares estão à necessidade de mecanismos de pronta avaliação e projeção do acidente, de operacionalização de medidas protetoras urgentes, de estratégias de controle de pânico, de mecanismos de resgate e descontaminação em áreas classificadas, bem como da definição de ações pós-acidente.

Diversos modelos de cenários de acidentes nucleares são considerados na elaboração de planos de resposta à emergência nuclear. Estes cenários baseiam-se em critérios de projeto, em ensaios técnicos na fábrica e no estudo retrospectivo de acidentes ocorridos em plantas nucleares.

Segundo o documento AECB-1997 (Atomic Energy Control Board, 1997), destacam-se entre as ações de resposta rápida a emergência nuclear: a classificação do acidente, a contenção do vazamento e a prevenção de efeitos determinísticos e estocásticos a saúde.

Segundo o documento AIEA-SS-115 (International Atomic Energy Agency, 1996), a redução dos efeitos determinísticos à saúde pode ser obtida através de ações de minimização de contatos de indivíduos com radionuclídeos e da limitação de doses de exposição, que produzam conseqüências imediatas à saúde da população e dos trabalhadores da emergência. Já a redução de efeitos estocásticos (tumores, a mutação genética e as malformações embrionárias), pode ser realizada através ações protetoras de longo prazo e/ou pelo controle de dose exposição dos trabalhadores de emergência.

Conforme o guia de boas práticas AIEA-SS-109 (International Atomic Energy Agency, 1994), no desenvolvimento de planos de resposta a situações de emergência decorrente de um acidente nuclear, níveis de intervenção são estabelecidos para orientar as decisões sobre medidas de proteção apropriadas para cada situação.

Os agentes de um sistema de resposta à emergência nuclear devem empenhar esforços para evitar efeitos determinísticos graves. Assim sendo, todas as intervenções em áreas classificadas devem ser justificadas, isto é, a aplicação da medida de proteção deve trazer mais benefício do que dano.

Na ocorrência de um acidente nuclear, as suas características e as condições locais orientam a aplicação das medidas de proteção. As decisões relativas à adoção de medidas de proteção urgente à população são baseadas nas condições do reator, na integridade das estruturas de defesa em profundidade, na probabilidade de liberações de materiais radioativos para o meio ambiente, nas condições ambientais e na relação entre doses evitada e riscos associados, segundo as recomendações de boas práticas AIEA-SS-55 (International Atomic Energy Agency, 1981).

A indicação de medidas de proteção visa à proteção de todos os indivíduos pertencentes à população potencialmente exposta. O critério de proteção de seres vivos na área adjacente à planta segue um raio imaginário que engloba todas as possibilidades de dispersão da pluma radiativa. Este fato faz com que a organização das operações no entorno da instalação nuclear, obedeçam a coroas circulares, com origem aproximada no centro da instalação nuclear. As coroas circulares imaginariamente traçadas marcam áreas geográficas sugeridas como de atenção a curto, médio e longo prazo. No Apêndice 1 deste trabalho podem ser verificados maiores detalhes sobre os critérios considerados na elaboração de um plano emergência nuclear.

Exercícios de emergência nuclear são peças-chave para um programa de preparo da resposta frente a emergências. Um exercício proporciona uma visão singular do estado de preparação das organizações de resposta a emergências. Assim sendo, os exercícios tornam-se partes integrantes das bases de um programa de melhoria contínua da qualidade do plano de resposta à emergência nuclear.

Exercícios são executados quando planos e procedimentos já tenham sido

desenvolvidos, os recursos alocados e o treinamento tenham sido considerados como aprovado (International Atomic Energy Agency, 2005). Um exercício não deve ser um evento isolado, deve fazer parte de um programa de trabalho para um ciclo de vários anos.

Um exercício de emergência nuclear pode ser aplicado para avaliar a condição de desempenho do plano de resposta à emergência nuclear, para o treinamento ou para avaliação da adequação de novos conceitos e idéias no planejamento (Organization For Economic Co-Operation and Development, 2001).

Um exercício pode identificar onde são necessárias melhorias no planejamento ou verificar se estão corretos os procedimentos revisados introduzidos como resultado de exercícios anteriores. Quando um novo plano está sendo implantado, o exercício auxilia a validação do mesmo.

Exercícios que permitem a identificação de muitas lições são considerados como os de melhor efetividade, não devendo ser confundidos com oportunidade para demonstrar a perfeição da resposta.

Embora o objetivo principal dos exercícios seja testar o desempenho das agências e meios envolvidos com o plano de emergência nuclear, todo exercício tem um valor de treinamento significativo. Os exercícios de emergência também podem ser aplicados para a realização de testes de novos conceitos, assim como para avaliação de procedimentos ou sistemas desenvolvidos. Desta forma estes conteúdos podem ser explorados e pré-testados, possibilitando sua melhoria antes de serem implantados (Federal Emergency Management Agency, 1991).

A avaliação de um exercício de emergência pode sugerir a necessidade de mudanças nos planos de emergência. A forma de programar estas mudanças pode ser realizada através de alterações nas tarefas e responsabilidades entre os agentes envolvidos na preparação, nas metas de resposta, no maior detalhamento do plano, na atualização dos equipamentos, no preparo das instalações e nos recursos humanos.

A fim de que os resultados de um exercício de emergência nuclear possam ser avaliados, as ações a serem executadas devem obedecer a condicionantes, que reflitam a qualidade do planejamento, a habilidade das pessoas em executar as ações esperadas e a

adequação da infraestrutura necessária para executar estas ações. No Apêndice 2 deste trabalho, encontram-se maiores informações sobre exercícios de emergência nuclear.

2.1 ANÁLISE DO DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE RESPOSTA À EMERGÊNCIA NUCLEAR BASEADO EM EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

A avaliação de desempenho pode ser considerada como uma das formas de identificação e mensuração das ações que os agentes de um sistema de resposta à emergência nuclear deveriam realizar (NEELY, 1995). Assim sendo, a avaliação de desempenho de um exercício de emergência nuclear passa a ter um objetivo de diagnosticar e analisar o desempenho dos agentes de um sistema de emergência nuclear, subsidiando elementos para a promoção do crescimento de cada agente e de todo o sistema.

O processo de avaliação de um exercício de emergência nuclear é realizado por um conjunto de avaliadores que observam, avaliam e registram dados de um exercício. O método tradicionalmente aplicado na avaliação do exercício de emergência nuclear pode ser assim descrito:

- a) As ações realizadas em um exercício de emergência nuclear visam ensaiar tecnologias, avaliar o estado de preparação dos condicionantes envolvidos no plano de emergência nuclear e/ou treinar os agentes envolvidos na resposta;
- b) A organização de um exercício de emergência nuclear trabalha com expectativas de respostas objetivas a cenários propostos por um comitê organizador do exercício. Estas respostas objetivas são ações pertinentes a um plano de resposta à emergência nuclear;
- c) Cada ação é avaliada segundo critérios de desempenho medidos por resultados.
- d) A avaliação global do exercício é medida a partir da avaliação de desempenho de todas as ações desenvolvidas no exercício de emergência nuclear.

2.2 INDICADORES EM UM SISTEMA DE AVALIAÇÃO

Indicadores são sinais que chamam a atenção sobre determinados comportamentos de um sistema (NOBLE, 1997). Um indicador também pode ser definido como um parâmetro que mede a diferença entre a situação desejada e a situação real, indicando um problema, permitindo quantificar um processo (O'MARA, 1998).

Um bom indicador alerta sobre um problema antes que ele se torne muito grave e os efeitos desse problema tornem-se irreversíveis. O indicador norteia o que precisa ser feito para resolver ou pelo menos minimizar os efeitos positivos e negativos dos indicadores (SUWIGNJO, 2000).

Destes conceitos depreende-se uma idéia central que convém destacar: o indicador não é nada mais do que um sinal que mostra de forma concreta e representa aspectos da realidade, que geralmente não são percebidos facilmente pelas pessoas ou por um sistema (ARAÚJO, 2006).

Os indicadores possuem importância tanto por sua característica de sintetizar a realidade abordada, como por sua capacidade de orientar a tomada de decisão. Ainda que eles não expliquem relações causais, sua contribuição consiste mais em iluminar a realidade, aportando elementos de juízo para interpretá-la (ARAÚJO, 2006).

Um indicador deve ser capaz de ser medido ou verificado, ou seja, que as variáveis associadas à sua quantificação estejam disponíveis com facilidade. O indicador também precisa apresentar coerência com os objetivos que ele irá verificar, colaborando para o entendimento dos fatores críticos do sistema. (TAKASHINA, 1999).

No estabelecimento dos indicadores, segundo Varelli (VARELLI, 2005), devem ser considerados alguns requisitos na definição de indicadores, a fim de nortear o processo decisório:

- a) Os indicadores devem ser coerentes com a visão e com a concepção que as organizações envolvidas têm sobre os objetivos centrais e as dimensões que a monitoração deve considerar;

- b) Devem ser considerados as particularidades do contexto e ser desenvolvido a partir de um bom conhecimento da realidade na qual se vai intervir;
- c) Devem ser considerados as particularidades do contexto e ser desenvolvido a partir de um bom conhecimento da realidade na qual se vai intervir;
- d) Devem ser estabelecidos indicadores que possam captar efeitos atribuíveis às ações, serviços e produtos gerados pela própria monitoração;
- e) Os indicadores devem ser bem definidos, precisos e representativos dos aspectos centrais da estratégia da monitoração, sem ter pretensão de dar conta da totalidade;
- f) Os indicadores devem estar orientados para o aprendizado, estimulando novas reflexões e a compreensão pelos vários envolvidos sobre a complexidade dos fatores que podem determinar ou não o alcance dos objetivos;
- g) Devem ser previstos e especificados os meios de verificação que serão utilizados, bem como os responsáveis pela coleta de informação, pela análise e tomada de decisões;
- h) Devem ser combinados, de modo adequado à natureza da monitoração, indicadores relativos à eficiência, eficácia e efetividade;
- i) Devem ser simples, capazes de serem compreendidos por todos, e não apenas por especialistas, sem serem simplistas;
- j) Devem ser viáveis no ponto de vista operacional e financeiro;
- k) Devem fornecer informações relevantes e em quantidade que permite a análise e a tomada de decisão;
- i) Devem aproveitar as fontes confiáveis de informação existentes, poupando recursos, tempo e energia de projeto.

Segundo Rua (RUA, 2005), para que os indicadores escolhidos sejam aceitáveis, devem possuir alguns atributos especiais:

- a) Adaptabilidade: capacidade de resposta às mudanças do ambiente, como por exemplo, o comportamento e exigências dos clientes;
- b) Representatividade: captação das etapas e atributos ou características mais importantes que se pretende avaliar. Significa fidedignidade e abrangência: os indicadores devem ser precisos e atender aos objetivos. Os dados devem corresponder à quantidade necessária e serem buscados na fonte correta;
- c) Simplicidade: facilidade de ser compreendido e aplicado tanto pelos executores quanto pelos que receberão seus resultados. Os nomes e expressões devem ser conhecidos e entendidos por todos os envolvidos de forma homogênea, garantindo ampla validade;
- a) Rastreabilidade: facilidade para identificação da origem dos dados, seu registro e manutenção, a fim de se chegar o mais próximo da realidade dos fatos;
- c) Disponibilidade: facilidade de acesso para coleta dos dados, estando disponível a tempo, sem distorções, servindo de base para que decisões sejam tomadas de forma a orientar, resolver ou minimizar os efeitos dos indicadores;
- d) Economia: não deve requerer tempo demasiado na busca de dados, pesquisando ou aguardando novos métodos de coleta. Os benefícios trazidos com os indicadores devem ser maiores que os custos incorridos na medição, para que realmente se possa tirar proveito para o bem da sociedade ou de qualquer processo;
- e) Praticidade: garantia de que realmente funciona na prática e permite a tomada de decisões gerenciais. Para isso, deve ser testado no campo e, se necessário, modificado ou excluído;
- g) Estabilidade: garantia de que é gerado em rotinas de processo e permanece ao longo do tempo, permitindo a formação de série histórica;
- h) Confiabilidade: garantia de que os dados coletados para a geração dos

indicadores são corretos e precisos; e.

- i) Clareza e objetividade: as informações necessárias para a geração dos indicadores estão claramente definidas;
- j) Reprodutibilidade: grau de concordância entre os resultados das medições de uma mesma grandeza, onde as medições individuais são efetuadas variando-se uma ou mais das seguintes condições: método de medição, observador, instrumento de medida, local, condições de utilização e tempo;
- k) Repetitividade: grau de concordância entre os resultados de medições sucessivas, de uma mesma grandeza, efetuadas nas mesmas condições: método de medição, observador, instrumento de medida, local, condições de utilização e em intervalo de tempo curto entre medições. A repetibilidade pode ser expressa quantitativamente em termos da dispersão dos resultados.

2.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Existem vários sistemas ou métodos de avaliação de desempenho. Os métodos mais tradicionais de avaliação de desempenho, conforme Lebas (LEBAS, 1995), eles podem ser assim descritos:

- a) Escalas gráficas de classificação: avalia o desempenho por meio de indicadores definidos, graduados através da descrição de desempenho, que varia de ruim a excepcional. Para cada graduação pode haver exemplos de comportamentos esperados para facilitar a observação da existência ou não do indicador;
- b) Escolha e distribuição forçada: consiste na avaliação dos agentes através de frases descritivas de determinado tipo de desempenho em relação às tarefas que lhe foram atribuídas, entre as quais o avaliador é conduzido a escolher a mais adequada para descrever os comportamentos do avaliado;
- c) Pesquisa de campo: baseado na realização de reuniões entre um especialista em avaliação de desempenho da com cada líder de célula agente, para avaliação do desempenho de cada um dos componentes, levantando-se os

motivos de tal desempenho por meio de análise de fatos e situações;

- d) Incidentes destacados: enfoca as atitudes que representam desempenhos altamente positivos (sucesso), que devem ser realçados e estimulados, ou altamente negativos (fracasso), que devem ser corrigidos através de orientação constante. O método não se preocupa em avaliar as situações normais. No entanto, para haver sucesso na utilização desse método, é necessário o registro constante dos fatos para que estes não passem despercebidos;
- e) Comparação de pares: também conhecida como comparação binária, faz uma comparação entre o desempenho de dois agentes semelhantes, podendo fazer o uso de fatores ponderais para isso;
- f) Avaliação por resultados: é um método de avaliação baseado na comparação entre os resultados previstos e realizados;
- g) Avaliação por objetivos: baseia-se em uma avaliação do alcance de objetivos específicos, mensuráveis, alinhados aos objetivos organizacionais. É importante ressaltar que durante a avaliação não devem ser levados em consideração aspectos que não estavam previstos nos objetivos, ou não tivessem sido comunicados aos agentes;
- g) Padrões de desempenho: também chamada de padrões de trabalho é quando há estabelecimento de metas somente por parte do grupo gestor de avaliação;
- h) Frases descritivas: trata-se de uma avaliação através de comportamentos descritos como ideais ou negativos. Assim, assinala-se “sim” quando o comportamento organizacional corresponde ao comportamento descrito, e “não” quando não corresponde;
- i) Avaliação 360 graus: neste método os agentes avaliados recebem feedbacks (retornos) de todas as pessoas com quem ele tem relação, também chamados de “stakeholders”, como pares, superior imediato, subordinados, entre outros;
- j) Avaliação de competências e resultados: é a conjugação das avaliações de

competências e resultados, ou seja, é a verificação da existência ou não das competências necessárias de acordo com o desempenho apresentado;

- k) Avaliação de potencial: com ênfase no desempenho futuro, identificam-se as potencialidades do agente avaliado que facilitarão o desenvolvimento de tarefas e atividades, que lhe serão atribuídas.

O método atualmente recomendado pela AIEA (International Atomic Energy Agency, 2005) na avaliação de desempenho de exercícios de emergência nuclear é o de avaliação de desempenho por resultados.

2.4 CONCEITOS UTILIZADOS NA CLASSIFICAÇÃO DAS AÇÕES PRATICADAS EM EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

A avaliação de um exercício de emergência nuclear pode valer-se de diferentes escalas de classificação. Entretanto, a utilização de uma escala que considere as deficiências ou fragilidades identificadas na avaliação do exercício, pode ser bastante interessante, pois aponta a necessidade de aperfeiçoamento da resposta do sistema. O objetivo deste tipo de classificação é priorizar as ações que deverão ser seguidas, e servir de base para o estabelecimento de um cronograma para sua realização.

Uma proposta de classificação de deficiências é apresentada no documento de preparação e execução de exercícios da AIEA EPR-EXERCISE (Internacional Agency os Nuclear Energy, 2005). Esta classificação pode assim ser descrita:

- a) Crítica: a deficiência prejudica significativamente a habilidade da organização de desempenhar seu papel e responsabilidades, ou coloca em risco a segurança do pessoal;
- b) Maior: a deficiência reduz significativamente a eficiência da resposta da organização, mas não a impede de desempenhar seu papel e não coloca em risco a segurança do pessoal;
- c) Menor: a deficiência reduz a eficiência da resposta da organização, mas não a impede de desempenhar seu papel e não coloca em risco a segurança do pessoal;

- d) Inexistente: neste trabalho considerou-se mais uma categoria, além das sugeridas pela AIEA, denominada de “Ausente”, para os casos em que não são observadas deficiências.

2.5 FATORES DE ERRO NA AVALIAÇÃO DE UM EXERCÍCIO DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

Diversos fatores de erro de comportamento humano podem ocorrer em um processo de avaliação de desempenho de um exercício de emergência nuclear. Dentre estes erros podem ser destacados (COELHO, 2010):

- a) Efeito de “halo-horn”: tendência em estender uma avaliação positiva (efeito de “halo”) ou negativa (efeito de “horn”) de uma pessoa para todos os itens da avaliação, sem fazer uma análise adequada de cada um dos fatores separadamente. Se o agente é bom em algo, automaticamente torna-se bom em tudo, ou o contrário;
- b) Efeito de dado recente: o avaliador destaca na memória apenas os fatos mais recentes. Dificilmente consegue-se lembrar de tudo que aconteceu em um período de anterior;
- c) Erro constante: o avaliador adota o seu próprio padrão de desempenho. Isso faz com que alguns pareçam muitos complacentes, enquanto outros seriam rigorosos demais;
- d) Erro de "primeira impressão": o avaliador adota uma visão do tipo "a primeira impressão é a que fica". Nesse caso, o avaliador tem que tentar se concentrar no período atual, e não em avaliações anteriores;
- e) Erro de semelhança: o avaliador costuma ser mais favorável àqueles que se parecem consigo mesmo;
- f) Erro rotina: o avaliador adota uma posição sistemática de registro e após um período de tempo preenchendo dados de formulários e por fadiga ou rotina perde parte das informações;
- g) Incompreensão do significado dos fatores de avaliação: se os fatores de

avaliação não estiverem claramente definidos, poderão ocorrer erros de interpretação e ocasionar distorções nos resultados.

2.6 METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DE REQUISITOS EM UM SISTEMA DE AVALIAÇÃO

O projeto de um sistema de avaliação de um exercício de emergência nuclear pode ser tratado como um processo que engloba todas as ações que contribuem para a produção de um documento de requisitos e sua permanente manutenção ao longo do tempo.

A gestão dos requisitos de um sistema de avaliação de um exercício de emergência é uma atividade que faz parte do processo de engenharia de requisitos, muito embora, seja posterior à produção do documento de análise de requisitos. Esta atividade relaciona-se com a manutenção periódica dos requisitos. A gestão de requisitos relaciona-se com as adaptações do produto gerado frente a inovações tecnológicas e possíveis alterações na geometria do sistema.

O processo de engenharia de requisitos é composto por atividades de identificação, análise e negociação, especificação, documentação e validação dos requisitos.

2.6.1 Identificação

Na fase de identificação dos requisitos são realizadas atividades de compreensão do domínio, identificação das partes interessadas, identificação e análise de problemas. Esta etapa é composta por:

- a) Compreensão do domínio: é muito importante para o analista compreender o domínio no qual a organização do sistema de resposta à emergência nuclear e o projeto se insere; quanto maior for o conhecimento acerca do domínio, mais eficaz será a comunicação entre o analista e as partes interessadas;
- b) Identificação das partes interessadas: estes já deverão ter sido identificados nos estudos de viabilidade, porém para efeitos de identificação de requisitos convém concentrar as atenções nos agentes do sistema;

- c) Análise de problemas: os problemas devem ser identificados (e a sua definição deve ser consensual) e devem ser propostas soluções em conjunto com as partes interessadas.

Existem diversas técnicas de identificação de requisitos, passíveis de serem adequadas a diferentes situações, entre as quais podem ser descritas:

- a) Entrevistas e Questionários: técnica de simples de utilização. Eficaz na fase inicial de obtenção de dados. Entretanto, está condicionada a influência do entrevistador nas respostas do cliente, a relação pessoal entre os intervenientes, a predisposição do entrevistado e a capacidade de seguir um plano de entrevista;
- b) Workshops de requisitos: técnica usada através de uma reunião estruturada, da qual deve fazer parte os analistas e os representantes dos agentes, para então obter um conjunto de requisitos bem definidos. Ao contrário das reuniões, promove-se a interação entre todos os elementos presentes no workshop fomentando momentos de descontração como forma de dinamizar o trabalho em equipe. Neste caso, existe a participação de um facilitador neutro, cujo papel é conduzir o workshop, promovendo a discussão entre os vários intervenientes. As tomadas de decisão devem seguir processos bem definidos e devem resultar de um processo de negociação, mediado pelo facilitador.
- c) Cenários: técnica de levar pessoas a imaginarem o comportamento de um sistema. Através de exemplos práticos descritivos do comportamento de um sistema, os seus utilizadores podem comentar acerca do seu comportamento e da interação que esperam ter com ele. Trata-se de uma abordagem informal, prática e aplicável a qualquer tipo de sistema. De um modo geral, os cenários devem incluir o estado do sistema no início do cenário, sequência de eventos esperada no cenário e processo de finalização do cenário.
- d) Prototipagem: trata-se de uma versão inicial do sistema, baseada em requisitos ainda pouco definidos, mas que pode ajudar a encontrar desde cedo falhas que através da comunicação verbal não são tão facilmente

identificáveis. Neste tipo de abordagem, são desenvolvidas apenas algumas funcionalidades, sendo desenvolvidas inicialmente aquelas que são mais fáceis de compreender por parte do utilizador, e que lhe podem trazer maior valor acrescentado;

- e) Estudo etnográfico: nesta técnica assume-se que o representante do agente observado desempenha as suas funções "corretamente", pelo que convém ter algum cuidado na escolha do mesmo. Assim sendo, há uma análise de componente social das tarefas desempenhadas em uma dada organização. Quando um dado conjunto de tarefas se torna rotineiro para uma pessoa, é de se esperar que esta sinta dificuldade em articular todos os passos que segue ou todas as pessoas com as quais interage para levá-las a cabo. Através de uma observação direta das atividades realizadas durante um período de trabalho de um agente é possível encontrar requisitos que não seriam observáveis usando técnicas convencionais.

2.6.2 Análise e negociação dos requisitos

Após a identificação dos requisitos do sistema, segue-se à etapa de análise e negociação dos requisitos. As atividades envolvidas na análise de requisitos envolvem a classificação de requisitos, a resolução de conflitos, a priorização de requisitos e sua confirmação. Estas atividades podem ser assim descritas:

- a) Classificação: agrupamento de requisitos em "módulos" para facilitar a visão global do funcionamento pretendido para o sistema
- b) Resolução de conflitos: dada à multiplicidade e diversidade de papéis das partes interessadas envolvidas na captura e análise de requisitos, é inevitável a existência de conflitos nos requisitos identificados;
- c) Priorização: consiste na atribuição de uma "prioridade" a cada requisito (por exemplo: elevada, média e baixa); obviamente, este pode ser um fator gerador de conflitos;
- d) Confirmação: é confirmada com as partes interessadas a completude dos requisitos, sua consistência e validade (de acordo com o que se pretende do

sistema).

Estas fases não são independentes entre si, pois uma informação obtida em uma delas pode servir inclusive para as demais fases. A identificação e análise de requisitos é um processo iterativo que se inicia com a familiarização do domínio do futuro sistema e termina na confirmação dos requisitos, aumentando o grau de entendimento do sistema, a cada ciclo de trabalho. As dificuldades encontradas na análise são de diversas naturezas, podendo citar-se entre elas:

- a) Fatores externos (políticos): podem influenciar os requisitos (alguma parte interessada com poder de decisão pode exigir requisitos específicos que sirvam aos seus interesses e não ao sistema, ou forçar o seu ponto de vista em detrimento dos demais interessados que atuar no sistema);
- b) Análise de problemas: os problemas devem ser identificados (e a sua definição deve ser consensual) e devem ser propostas soluções em conjunto com as partes interessadas.
- c) O ambiente (econômico e/ou organizacional) em que a análise é feita, possui fatores dinâmicos, e como tal, os requisitos estão sujeitos a alterações em decorrência destes (por exemplo: novas partes interessadas são envolvidas no projeto, ou alterações em prazos e orçamentos disponíveis);

A fim de minimizar o tempo de negociação, podem ser consideradas questões como saber lidar com ataques pessoais, fomentar a justificação das posições (negativas) tomadas pelos intervenientes na negociação, salientar os benefícios que uma solução apresenta para todos os envolvidos e relaxar restrições, quando se torna óbvio que as atuais não conseguem levar a um consenso.

2.6.3 Validação

À semelhança do que sucede na análise dos requisitos, pretende-se encontrar problemas/conflitos na especificação, porém ao contrário das fases anteriores esta fase lida com uma especificação completa dos requisitos.

Uma equipe de revisores pode analisar sistematicamente a especificação

produzida de forma a garantir que esta corresponde ao sistema pretendido; em revisões informais, a equipe de revisores pode simplesmente ter uma conversa, envolvendo o maior número possível de representantes das partes interessadas, acerca dos requisitos produzidos; em revisões formais.

A fase de validação não deve ser encarada de ânimo leve: trata-se de uma fase muito importante no planejamento de requisitos e da qual dependem elevados custos a médio e longo prazo. Os requisitos de um sistema, em especial em sistemas complexos, estão em evolução constante. De um modo geral, isto pode suceder em razão do problema abordado não conseguir ficar completamente definido antes da produção do documento de requisitos (ou mesmo antes de o sistema ser implementado) ou, por outro lado, pode também acontecer por os próprios requisitos se alterarem no decorrer do projeto (refletindo evoluções tecnológicas ou alterações na organização na qual é usado).

2.7 MODELO ATUAL DE AVALIAÇÃO

O modelo atualmente aplicado na avaliação de desempenho dos exercícios de emergência nuclear na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto e de modo similar em países latino-americanos, opera com vinte e dois objetivos a serem avaliados. Esses objetivos são entendidos como ações esperadas, sendo assim descritos:

- a) Objetivo 1: Capacidade de notificar as organizações envolvidas nas ações de resposta a uma situação de emergência nuclear;
- b) Objetivo 2: Capacidade de mobilizar pessoal e meios previstos nos Planos de Emergência;
- c) Objetivo 3: Capacidade de ativar os Centros de Emergência previstos;
- d) Objetivo 4: Adequação das instalações, dos equipamentos e dos recursos humanos e materiais para atender à emergência;
- e) Objetivo 5: Capacidade de comunicação entre as organizações e pessoas envolvidas, inclusive para as equipes de campo;
- f) Objetivo 6: Capacidade de comando, coordenação e controle;

- g) Objetivo 7: Capacidade de realizar, em tempo, as medidas de proteção previstas;
- h) Objetivo 8: Capacidade de uso apropriado de equipamentos e procedimentos para a determinação de campos de radiação;
- i) Objetivo 9: Capacidade de desenvolver projeções de dose;
- j) Objetivo 10: Capacidade de alertar e notificar a população nas Zonas de Planejamento de Emergência;
- k) Objetivo 11: Capacidade de coordenar a formulação e a disseminação de informações precisas para o público.
- l) Objetivo 12: Capacidade de coordenar o desenvolvimento e a disseminação de informações claras, precisas e em tempo para a imprensa;
- m) Objetivo 13: Capacidade organizacional e os meios necessários para controlar o tráfego e o acesso às áreas evacuadas e áreas de abrigo;
- n) Objetivo 14: Adequação de procedimentos, instalações, equipamentos e pessoal para monitoração radiológica, descontaminação e registro de pessoas removidas;
- o) Objetivo 15: Adequação das instalações, equipamentos, suprimentos e procedimentos nas áreas de abrigo;
- p) Objetivo 16 : Adequação de veículos, equipamentos, procedimentos e pessoal para o transporte de indivíduos acidentados;
- q) Objetivo 17: Adequação de equipamentos, suprimentos e pessoal de instalações médicas responsáveis pelo tratamento de contaminados e/ou acidentados;
- r) Objetivo 18: Capacidade de realizar medidas e análises de amostras ambientais;
- s) Objetivo 19: Adequação de procedimentos para isolamento de áreas

contaminadas, monitoração e descontaminação de trabalhadores de emergência;

- t) Objetivo 20: Capacidade de simular a evacuação da população da Área de Propriedade da Eletronuclear (operadora da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto), Zona de Planejamento de Emergência de 3 quilômetros (ZPE-3) e Zona de Planejamento de Emergência de 5 quilômetros(ZPE-5);
- u) Objetivo 21: Capacidade do atendimento pré-hospitalar;
- v) Objetivo 22: Capacidade de atendimento no ambiente hospitalar convencional e/ou especializado em radioacidentado.

Para cada objetivo a ser avaliado existe um formulário dividido em duas partes: a primeira, com uma série de dados e informações que proporcionarão uma visão geral do desempenho da atividade ou instalação avaliada; a segunda, destinada a uma apreciação geral do trabalho realizado, contendo considerações gerais e sugestões. Normalmente, para cada atividade ou instalação o avaliador observa mais de um objetivo. No anexo 1 acha-se o detalhamento completo do modelo de formulário de avaliação vigente.

A primeira parte do formulário constante no anexo 1 desta pesquisa, apresenta para cada informação ou dado, as alternativas “Sim” (S), “Não” (N), “Não Aplicável” (NA) e “Não Observado” (NO), que deverão ser escolhidas obedecendo aos seguintes critérios:

- g) Sim: quando o avaliador considerar que a atividade foi realizada de forma satisfatória;
- h) Não: quando o avaliador considerar que a atividade não foi realizada de forma satisfatória;
- c) Não Aplicável: quando o item não se aplicar à atividade ou não for da responsabilidade da organização avaliada; e
- d) Não Observado: quando o item deve ser avaliado, mas não for por motivos alheios à vontade do avaliador.

Na segunda parte do formulário constante no anexo 1 desta pesquisa, o avaliador faz uma apreciação sintética da atividade ou instalação, destacando os aspectos “positivos” e “a melhorar” e concluindo se o objetivo foi “atingido”, “não atingido” ou “parcialmente atingido”.

Ao final do exercício, o Coordenador-Geral e os Subcoordenadores deverão reunir os relatórios de cada organização e anotar as observações dos avaliadores sobre o exercício e sobre a avaliação.

Os relatórios deverão conter os aspectos positivos e aspectos a melhorar. Os ensinamentos colhidos e julgados relevantes devem ser destacados e propostos para divulgação entre os participantes do exercício. A equipe de avaliação deverá, também, emitir sugestões e recomendar ações para melhorar o desempenho da atividade/instalação.

O documento deve ser elaborado por estrutura de resposta. O relatório final, depois de consolidadas todas as observações, deve ser apresentado à equipe de avaliação e a seguir ao diretor do exercício.

No próximo capítulo é apresentada a modelagem dos indicadores de desempenho de exercícios de emergência nuclear e, elaborados a partir deste modelo de indicadores, o modelo de avaliação nebuloso, ponderado e clássico, todos dedicados à avaliação de exercícios de emergência nuclear.

CAPÍTULO 3

MODELAGEM DO SISTEMA

No capítulo anterior foi analisada a relação existente entre emergências nucleares, planos de resposta, exercícios de emergência nuclear, além do detalhamento do modelo de avaliação atual do exercício de emergência, estabelecendo as bases teóricas para fundamentação do modelo de sistema de avaliação de exercícios de emergência nuclear proposto.

Neste Capítulo é apresentada a modelagem dos indicadores de desempenho de exercícios de emergência nuclear e, elaborados a partir deste modelo de indicadores, o modelo de avaliação nebuloso, ponderado e clássico, todos dedicados à avaliação de exercícios de emergência nuclear.

3.1 MODELAGEM DOS INDICADORES DE DESEMPENHO DE EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

Exercícios de emergência nuclear podem ser aplicados para avaliar a condição de desempenho do plano de resposta à emergência nuclear, para o treinamento ou para avaliação da adequação de novos conceitos e idéias no planejamento (Organization for Economic Co-operation and Development, 2001). Quando a aplicação do exercício de emergência nuclear destina-se a avaliação do plano de emergência, o exercício é avaliado a partir do desempenho das estruturas de resposta a emergência nuclear.

No modelo atual, as ações avaliadas recebem o nome de objetivos e para analisá-los é utilizado um conjunto de perguntas, que em uma analogia com o modelo desenvolvido neste trabalho, representariam as atividades. Tanto os objetivos (ações), quanto às perguntas (atividades), não atendem nem qualitativamente, nem quantitativamente a todas as ações e atividades envolvidas na emergência nuclear, o que pode ser verificado nos anais da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA, 2003). Além disso, os critérios de desempenho acham-se mal definidos, impossibilitando a condição de reprodutibilidade de uma avaliação.

A fim de aperfeiçoar o modelo atual de avaliação dos exercícios de emergência nuclear, desenhou-se uma proposta de avaliação dos indicadores de desempenho, baseada na dependência funcional estudada a partir dos conceitos envolvidos nos planos e exercícios de emergência nuclear.

A partir daí, foram realizadas diversas reuniões de trabalho com especialistas em emergência nuclear, visando à construção de um modelo de indicadores de desempenho destinados a avaliação de exercícios de emergência nuclear, baseado nas ações recomendadas pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) e na revisão de estratégias contidas em planos de emergência.

O modelo proposto evoluiu para uma condição onde exercícios de emergência nuclear passaram a ser avaliada a partir das estruturas de resposta, a estrutura de resposta avaliada através de suas ações, as ações avaliadas através de suas atividades e finalmente, as atividades através de seus indicadores de desempenho (figura 3.1).

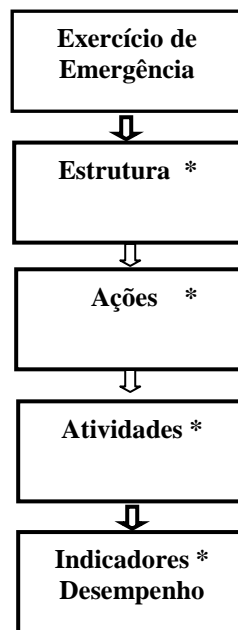


Figura 3.1 Dependência funcional na avaliação de exercícios de emergência nuclear

3.1.1 Sistematização da Avaliação

A sistematização do procedimento de avaliação é uma das características para obtenção da condição de reprodutibilidade no processo de avaliação do exercício de emergência nuclear.

Diversos requisitos de padronização de exercícios de emergência nuclear foram descritos no apêndice 2 deste trabalho. A seguir são apresentados os requisitos dirigidos a uma condição de comparação entre exercícios:

- a) Objetivos e alcance do exercício de emergência nuclear semelhantes;
- b) Adequação dos indicadores e dos critérios de desempenho para a modalidade de exercício de emergência nuclear selecionada (manobras, exercícios de mesa, exercícios de escala parcial, exercícios de ou escala total);
- c) Similaridade na simulação dos dados do exercício;
- d) Existência de recursos humanos treinados na composição das equipes de controle e de avaliação;

Dentro do modelo desenvolvido, o procedimento inicial do avaliador de um exercício de emergência nuclear, consiste em julgar os indicadores de desempenho de cada atividade praticada (apêndice 4) baseado nos critérios de desempenho (apêndice 5) estabelecidos para cada estrutura de resposta. A fim de padronizar os conceitos para os indicadores de desempenho, foram considerados os conceitos:

- a) Ótimo: não houve falha no cumprimento do critério de desempenho estabelecido;
- b) Bom: houve pequenas falhas no cumprimento do critério de desempenho estabelecido, mas o critério de desempenho foi atingido;
- c) Regular: houve grandes falhas no cumprimento do critério de desempenho estabelecido, mas o critério de desempenho foi parcialmente atingido;
- d) Péssimo: o critério de desempenho não foi atingido;

A partir da avaliação dos indicadores de desempenho relacionados com cada atividade e observando os conceitos atribuídos (conceitos ótimo, bom, regular ou péssimo), o avaliador infere um conceito para a atividade correspondente. Na conclusão da avaliação da atividade, o avaliador considera os conceitos relacionados com as deficiências ou fragilidades observadas no exercício de emergência nuclear.

Os conceitos utilizados para as fragilidades do sistema são aqueles descritos na seção 2.4 do Capítulo 2 (crítica, maior, menor e a inexistência de fragilidade), onde a fragilidade crítica refere-se a uma condição que prejudica significativamente a habilidade da organização de desempenhar seu papel e responsabilidades, ou que coloca em risco a segurança do pessoal dos respondedores ou da população. A fragilidade maior refere-se a uma condição em que a deficiência observada reduz significativamente a eficiência da resposta da organização, mas não a impede de desempenhar seu papel e não coloca em risco a segurança de seres humanos. A fragilidade menor refere-se a uma condição em que a deficiência observada reduz a eficiência da resposta da organização, mas não a impede de desempenhar seu papel e não coloca em risco a segurança do pessoal. Finalmente, a inexistência de fragilidades indica que as condições observadas são as projetadas.

Após a avaliação de todas as atividades previstas para as estruturas de resposta do exercício, o passo seguinte é a avaliação de cada ação prevista no plano de emergência nuclear, observada a partir das atividades que a compõe. O avaliador considera como premissa as avaliações das atividades relacionadas com a mesma ação e observando os conceitos de “fragilidade crítica”, “fragilidade maior”, “fragilidade menor” e “ausência de fragilidade”, descritos anteriormente, avaliando a ação prevista para uma estrutura do plano de emergência. Na conclusão da avaliação da ação, o avaliador considera novamente os conceitos de “fragilidade crítica”, “fragilidade maior”, “fragilidade menor” e “ausência de fragilidade”, descritos anteriormente.

Concluída a avaliação de todas as ações previstas para as estruturas de resposta do exercício, o passo seguinte é a avaliação de cada uma das estruturas do plano de emergência nuclear. Para tanto, o avaliador considera como premissa as avaliações das ações previstas para cada estrutura e observando os conceitos de “fragilidade crítica”, “fragilidade maior”, “fragilidade menor” e “ausência de fragilidade”, descritos anteriormente, avaliando a partir destas informações cada estrutura do plano de emergência.

Finalmente, o avaliador considera o conjunto das avaliações de cada uma das estruturas do plano para estabelecer um conceito global do exercício de emergência, que pode ser usado para avaliar indiretamente o estado de preparação da resposta.

3.1.2 Elaboração dos Indicadores de Desempenho

A cada estrutura estão encadeadas ações, atividades e indicadores de desempenho. Os critérios de avaliação dos indicadores de desempenho orientam a forma com que os avaliadores devem verificar se as ações certas estão sendo executadas e se a resposta está atingindo o objetivo definido no exercício.

No modelo proposto, optou-se por seguir as recomendações do guia AIEA-EPR-EXERCISE (International Atomic Energy Agency, 2005) na análise das ações relacionadas com as estruturas de resposta à emergência nuclear. Assim sendo, foram consideradas as ações de ativação, de promoção de medidas de proteção urgente, de proteção do trabalhador de emergência, de atenção à saúde, de gerenciamento de informações à população, de proteção em longo prazo e a ação de recuperação.

3.1.2.1 Ação de Ativação

A ação de ativação do sistema de resposta à emergência nuclear é composta pelas atividades de notificação e de comunicação.

i. Atividade de Notificação

Na atividade de notificação é avaliado se todas as autoridades locais da Zona de Ações Preventivas e da Zona de Controle Ambiental são notificadas a fim de permitir uma resposta em tempo e eficaz.

ii. Atividade de Comunicação

Na atividade de comunicação é avaliado se todas as informações e dados necessários são compartilhados entre as organizações de resposta relevantes, a fim de permitir decisões eficazes e a implementação de ações de proteção.

As ações, atividades e indicadores de desempenho relacionados com a ação de ativação do sistema de resposta são apresentados no quadro AP.4.1 do Apêndice 4.

3.1.2.2 Ação de Execução de Medidas de Proteção Urgente

A ação de execução de medidas de proteção urgente é composta pelas atividades de tomada de decisão, alerta ao público, evacuação ou abrigagem da população, administração de iodo estável e controle de contaminação.

i. Atividade de Tomada de Decisão de Medidas de Proteção Urgente

Na atividade de tomada de decisão de medidas de proteção urgente, os indicadores de desempenho destinam-se a avaliação das decisões tomadas pelos gestores da emergência na promoção de medidas urgentes de proteção realizadas e a possível redução da dose e de perigo para a população exposta.

ii. Atividade de Alerta da População

Na atividade de alerta da população, os indicadores servem para avaliar se o público é rapidamente alertado sobre a condição de emergência, de forma que ações protetoras urgentes possam ser aplicadas sem demora.

iii. Atividade de Evacuação

Os indicadores de desempenho na atividade evacuação da população visam avaliar se no momento em a atividade é necessária, a evacuação da população é conduzida de maneira eficiente e no tempo que reflete o grau do risco.

iv. Atividade Abrigagem

Na atividade de abrigagem, os indicadores devem avaliar se no momento em que a abrigagem da população afetada é necessária, se esta é realizada no tempo certo.

v. Atividade Administração de Iodo Estável

Os indicadores da atividade de administração de iodo estável avaliam se no momento em que o iodo estável é necessário, se ele está disponível para a população e se a medida é tomada no tempo certo.

vi. Atividade Controle de Contaminação

Na atividade de controle de contaminação da população é avaliado se a contaminação radioativa dos evacuados é monitorada no tempo adequado e, se necessário, eles são descontaminados. Ainda nesta atividade, é avaliado se uma população abrigada programa técnicas básicas de descontaminação, quando afetada por uma liberação.

As ações, atividades e indicadores de desempenho relacionados com a ação execução de medidas de proteção urgente são apresentados no quadro AP.4.2 do Apêndice 4.

3.1.2.3 Ação de Proteção do Trabalhador de Emergência

A ação de proteção do trabalhador de emergência é composta pelas atividades de controle de dose durante a resposta à emergência e de controle geral de contaminação.

i. Atividade Controle de Dose durante a Resposta de Emergência

Na atividade de controle de dose durante a resposta de emergência é avaliado se a dose dos trabalhadores de emergência é mantida abaixo dos critérios estabelecidos.

ii. Atividade Controle Geral de Contaminação durante a Resposta de Emergência

Os indicadores de desempenho utilizados na atividade controle geral de contaminação indicam se há disseminação de contaminação para fora da zona de emergência é minimizada e se o impacto da contaminação sobre a saúde dos trabalhadores de emergência é minimizado.

As ações, atividades e indicadores de desempenho relacionados com a ação de proteção do trabalhador de emergência são apresentados no quadro AP.4.3 do Apêndice 4.

3.1.2.4 Ação de Atenção à Saúde

A ação de atenção à saúde é composta pelas atividades de cuidados médicos e serviços de emergência.

i. Atividade Cuidados Médicos

Na atividade cuidados médicos à população, os indicadores de desempenho avaliam se a triagem médica e os primeiros socorros são efetuados nas pessoas feridas no tempo adequado.

ii. Atividade Serviço de Emergência

Na atividade serviço de emergência é avaliado se os serviços de emergência são fornecidos e mantidos durante a implantação de ações protetoras urgentes.

As ações, atividades e indicadores de desempenho relacionados com a ação atenção à saúde são apresentados no quadro AP.4.4 do Apêndice 4.

3.1.2.5 Ação de Gestão de Informações

A ação de gestão de informações para a população é composta pelas atividades de informação a população e controle de rumores.

i. Atividade Informações para a População

Na atividade de informações para a população é avaliado se o público é permanentemente informado do grau de perigo existente e das medidas em vigor para proteger a população.

ii. Atividade Controle de Rumores

Os indicadores para a atividade controle de rumores são avaliados se os boatos, que surgem durante a emergência nuclear, são rapidamente corrigidos, evitando-se uma crise de informação pública.

As ações, atividades e indicadores de desempenho relacionados com a ação gestão de informações para a população são apresentados no quadro AP.4.5 do Apêndice 4.

3.1.2.6 Ação de Proteção de Longo Prazo

A ação de proteção de longo prazo é composta pelas atividades de tomada de decisão, controle alimentar, relocação e reassentamento, e minimização do impacto psicológico.

i. Atividade Tomada de Decisão

Na atividade tomada de decisão na proteção de longo prazo são identificadas quais as áreas afetadas onde ações protetoras de longo prazo serão necessárias.

ii. Atividade Controle Alimentar

Na atividade de controle alimentar é avaliado se a dose recebida pela população através de ingestão é mantida abaixo dos critérios estabelecidos através de medidas de controle de alimentos.

iii. Atividade Relocação e Reassentamento

Na atividade relocação e reassentamento, os indicadores de desempenho avaliam se a população deve ser realocada ou reassentada com base em critérios estabelecidos.

iv. Atividade Minimização do Impacto Psicológico

Na atividade de minimização do impacto psicológico é avaliado se o impacto psicológico na população e nos trabalhadores de emergência é minimizado.

As ações, atividades e indicadores de desempenho relacionados com a ação de proteção de longo prazo são apresentados no quadro AP.4.6 do Apêndice 4.

3.1.2.7 Ação de Recuperação de Áreas Afetadas

A ação de recuperação de áreas afetadas é composta pelas atividades de tomada de decisão de recuperação e de transição.

i. Atividade Tomada de Decisão de Recuperação de Áreas Afetadas

Na atividade tomada de decisão de recuperação de áreas afetadas é avaliado se as condições que minimizam ou finalizam a emergência são avaliadas adequadamente.

i. Atividade de Transição

Na atividade de transição é avaliado se são desenvolvidos planos para garantir uma transição suave e coordenada do estado de emergência para recuperação.

As ações, atividades e indicadores de desempenho relacionados com a ação recuperação de áreas afetadas é apresentado no quadro AP.4.7 do Apêndice 4.

3.1.3 Elaboração dos Critérios de Desempenho

Na seção anterior apresentou-se a modelagem dos indicadores de desempenho, atividades e ações do plano de resposta à emergência nuclear a ser avaliado, isto é, “o que avaliar” na estrutura de resposta à emergência nuclear.

Nesta seção é estabelecido o “como avaliar” os indicadores. Neste sentido, os critérios de desempenho orientam a forma com que os avaliadores devem verificar se as ações certas estão sendo executadas corretamente e se a resposta está atingindo o objetivo definido no exercício.

Os critérios de avaliação de desempenho de um exercício de emergência nuclear são aplicados a cada estrutura de resposta a emergência nuclear. Para isso, acha-se investido um especialista na função de avaliador por estrutura avaliada.

O avaliador observa os indicadores de desempenho descritos nos quadros AP.4.1, AP.4.2, AP.4.3, AP.4.4, AP.4.5, AP.4.6 e AP.4.7, descritos no Apêndice 4 e considera os critérios de desempenho relacionados com cada um deles, descritos nos quadros AP.5.1, AP.5.2, AP.5.3, AP.5.4, AP.5.5, AP.5.6 e AP.5.7, descritos no

Apêndice 5. A partir daí, o avaliador atribui uma nota para o desempenho do indicador. A cada indicador de desempenho existe a definição de uma condição de atendimento pleno ao critério (nota dez) e a definição de um valor de mínimo de desempenho (nota zero).

A fim de melhor explicar a utilização dos indicadores e critérios de desempenho, segue um exemplo prático de tal processo. Seja por exemplo à análise da ação de ativação, representada no quadro AP.4.1 do Apêndice 4. Esta ação é dependente das atividades de notificação e comunicação. A atividade de notificação é dependente dos indicadores de desempenho “A111”, “A112” e “A113”, ou seja, “A estrutura de coordenação da emergência da operadora está composta no tempo previsto”, “Todas as agências são comunicadas da necessidade de comparecer a estrutura de resposta no tempo previsto” e se “Todas as agências estão presentes na estrutura de resposta, no tempo previsto” respectivamente. A atividade de comunicação é dependente dos indicadores de desempenho “A121” e “A122”, ou seja, “As comunicações enviadas/recebidas pela estrutura de emergência são compreendidas” e “Existe compartilhamento de informações sobre prioridades, questões e ações, entre a estrutura que está sendo avaliada e as demais estruturas de resposta”, respectivamente. O avaliador observa o indicador de desempenho A112, por exemplo, e considera o critério de nota máxima para o quesito descrito no quadro AP.5.1 do Apêndice 5, isto é, “Todas as agências são notificadas em 60 minutos da hora zero” e o critério de nota mínima, isto é, “Todas as agências são notificadas em tempo igual ou superior a 180 minutos da hora zero”, ambos descritos no quadro AP.5.1 do Apêndice 5, ponderam as condições observadas no exercício e estima uma nota para o indicador analisado. Da mesma forma procede para os indicadores A113, A121 e A212. A partir da avaliação dos indicadores A112 e A113, o avaliador estima o valor para a variável A11, que representa a atividade de notificação. A partir das variáveis A121 e A122, o avaliador estima o valor para a variável A12, que representa a atividade de comunicação. Finalmente, considerando os valores de A11 e A12, o avaliador estima o valor da variável A1, que representa a ação de ativação. O conceito obtido para a ação de ativação será adicionado às avaliações de promoção de medidas de proteção urgente, de proteção do trabalhador de emergência, de atenção à saúde, de gerenciamento de informações à população, de proteção em longo prazo e de recuperação, para constituir a avaliação de uma estrutura de resposta. A avaliação conjunta de todas as estruturas de resposta constituirá a avaliação do

exercício de emergência nuclear, e indiretamente, indicará o grau de preparação da resposta à emergência nuclear do sistema analisado.

3.1.4 Avaliação das Estruturas de Resposta no Exercício

Dentro dos planos de emergência nuclear, existem diversas estruturas que participam da resposta, entretanto para fins de aplicação prática do modelo proposto neste trabalho, realizou-se a avaliação de quatro estruturas de resposta à emergência nuclear: o Centro de Emergência Local (CEL), o Centro de Emergência Regional (CER), o Centro de Emergência Nacional (CEN) e o Centro de Informações à População (CIP).

3.1.4.1 Centro de Emergência Local

A avaliação da estrutura Centro de Emergência Local (CEL) depende das avaliações das ações de ativação (A1), de promoção de medidas de proteção urgente (A2), de proteção do trabalhador de emergência (A3), de atenção à saúde (A4), de gerenciamento de informações à população (A5), de proteção em longo prazo (A6) e a ação de recuperação (A7), descritas nos quadros AP.4.1, AP.4.2, AP.4.3, AP.4.4, AP.4.5, AP.4.6 e AP.4.7, dispostos nos Apêndice 4.

A avaliação da ação de ativação (A1), depende da avaliação das atividades de notificação (A11) e de comunicação (A12). Já a atividade A11 (notificação), depende da avaliação dos indicadores A112 (todas as agências são comunicadas da necessidade de comparecer a estrutura de resposta no tempo previsto) e A113 (todas as agências estão presentes na estrutura de resposta, no tempo previsto) . Por outro lado à atividade A12 (comunicação) dependem da avaliação dos indicadores da avaliação dos indicadores A121 (as comunicações enviadas/recebidas pela estrutura de emergência são compreendidas) e A122 (existe compartilhamento de informações sobre prioridades, questões e ações, entre a estrutura que está sendo avaliada e as demais estruturas de resposta).

A avaliação da ação promoção de medidas de proteção urgente (A2), depende da avaliação das atividades atividade alerta ao público (A22), (atividade evacuação (A23), atividade abrigo (A24), atividade de administração de iodo estável (25) e atividade de controle de contaminação da população (A26). A atividade A22 (atividade alerta ao

público) depende funcionalmente da avaliação dos indicadores A221 (o público da Zona de Ações Preventivas é alertado sobre a situação de emergência na Central Nuclear, de forma que ações protetoras urgentes possam ser implementadas no tempo previsto) e A222 (o público da dentro da Zona de Proteção Urgente é alertado sobre a emergência na Central Nuclear de forma que ações protetoras urgentes possam ser implementadas no tempo previsto). A atividade A23 (atividade evacuação) depende da avaliação dos indicadores A231 (o público da zona de ações preventivas é evacuado no tempo previsto, A232 (a população da zona de proteção urgente é evacuada no tempo previsto), A233 (o controle de entrada/saída das zonas de ação protetora está operando no tempo previsto após a ordem de evacuar), A234 (as medidas de controle de trânsito nas áreas externas a Zona de Proteção Urgente está operando no tempo previsto após a ordem de evacuar) e A235 (os centros de recepção/evacuação com capacidade suficiente e serviços essenciais estão operando no tempo previsto após a ordem de evacuar). A atividade A24 (atividade abrigagem) depende da avaliação dos indicadores A241 (um abrigo substancial é fornecido para o público da Zona se Ações Preventivas por um tempo previsto, caso a evacuação não seja possível), A242 (a atividade de abrigagem é conduzida em todo o período previsto para a abrigagem) e A243 (a população abrigada é informada da duração esperada da abrigagem). Já a atividade A25 (atividade de administração de iodo estável) depende da avaliação dos indicadores A251 (profilaxia de iodo estável é fornecida a população da Zona de Ações Preventivas no tempo previsto) e A252 (profilaxia de iodo estável é fornecida a população da Zona de Proteção Urgente no tempo previsto). Finalmente, a atividade A26 (atividade de controle de contaminação da população) depende da avaliação dos indicadores A261 (a população evacuada e a população abrigada exposta a uma liberação de como recebe instruções de como se descontaminar no tempo previsto) e A262 (a população evacuada é monitorada em relação à contaminação radioativa, quando durante ou após uma evacuação é exposta a uma liberação atmosférica) e A263 (As pessoas contaminadas são descontaminadas).

A avaliação da ação de proteção do trabalhador de emergência (A3) depende da avaliação da atividade de controle de dose durante a resposta à emergência (A31). Já a atividade A31 (atividade de controle de dose durante a resposta à emergência) depende da avaliação dos indicadores A311 (a estrutura de emergência avalia dinamicamente as guias de monitoração dos trabalhadores de emergência), A312 (a estrutura de

emergência controla doses pessoais dos trabalhadores de emergência externos a instalação que operam no site da instalação) e A313 (a estrutura de emergência cria um sistema contabilização de dose dos trabalhadores de emergência no tempo previsto).

A avaliação da ação atenção à saúde (A4) depende da avaliação das atividades de cuidados médicos (A41) e de serviços de emergência (A42). A atividade A41 (cuidados médicos) depende da avaliação dos indicadores A412 (os feridos são transportados para uma instalação médica rapidamente), A417 (as autoridades de saúde pública mantêm registro de cada pessoa que recebeu dose acima do critério pré-determinado para acompanhamento em longo prazo) e A418 (as autoridades de saúde pública mantêm registro de cada trabalhador de emergência que recebeu dose acima do critério pré-determinado para acompanhamento em longo prazo). A atividade A42 (serviços de emergência) depende da avaliação dos indicadores A421 (os serviços de emergência respondem dentro dos períodos de tempo especificados nas suas diretrizes de tempo de resposta), A422 (os centros de recepção e triagem de emergência e de segurança estão operando nas instalações de emergência), A423 (os serviços de emergência (incêndio, médico e segurança) são mantidos na zona de emergência) e A424 (as medidas para facilitar o ingresso dos serviços de emergência médica na zona de emergência são mantidas de modo a não prejudicar as evacuações em curso).

A avaliação da ação gestão de informações para a população (A5) depende da avaliação da atividade informação à população (A51). A atividade A51 (informação à população) depende da avaliação dos indicadores A511 (informação exata e em tempo é fornecida ao público durante toda a emergência), A512 (o Centro de Informação a População é ativado no tempo previsto), A513 (o Centro de Informação a População fornece briefings coordenados entre a área interna e área externa à instalação, no tempo previsto), A514 (as organizações de resposta fornecem informações ao Centro de Informação a População), A515 (todas as informações de emergência são fornecidas ao público, através do Centro de Informação a População) e A516 (cada organização de resposta é representada por um único porta-voz).

A avaliação da ação proteção de longo prazo (A6) depende da avaliação das atividades de tomada decisão (A61), controle dos alimentos (A62), realocação e reassentamento (A63) e de minimização do impacto psicológico (A64). A atividade A61 (tomada decisão) depende da avaliação dos indicadores A611 (são estabelecidos os

níveis de taxa de dose em que são necessárias ações protetoras de longo prazo), A612 (são estabelecidos os níveis de taxa de dose em que a amostragem é necessária), A613 (é estabelecida à densidade de contaminação em que são necessárias as ações protetoras), A614 (são estabelecidos os níveis genéricos de ação para contaminação de alimentos, leite e água), A615 (são estabelecidos os níveis genéricos de ação para ração animal), A616 (vistorias de contaminação de superfície do solo são conduzidas a uma distância prevista da central Nuclear), A617 (análises isotópicas e amostras de solo são realizadas no tempo previsto) e A618 (cada área afetada onde podem ser necessárias ações protetoras de longo prazo é definida, mapeada e informada a todas as estruturas de resposta). A atividade A62 (atividade controle alimentar) depende da avaliação dos indicadores A621 (contramedidas agrícolas são implementadas para controle de dose por ingestão, de acordo com níveis de referência estabelecidos), A622 (são implementadas medidas para impedir a saída de alimentos contaminados das áreas afetadas) e A623 (as contramedidas agrícolas são verificadas durante todo o período de implementação). A atividade A63 (relocação e reassentamento) depende da avaliação dos indicadores A631 (a estrutura de coordenação da emergência da Agência Nacional de Energia Nuclear determina as diretrizes para reassentamento permanente em conjunto com o governo nacional), A632 (são realizadas consultas apropriadas com pessoas potencialmente afetadas antes de iniciar programas de reassentamento permanente) e A633 (são fornecidas áreas temporárias, ou permanentes, adequadas para a acomodação). A atividade A64 (minimização do impacto psicológico) depende da avaliação dos indicadores A641 (a população evacuada é mantida informada sobre o tempo provável para retorno a suas casas e/ ou lugares de trabalho e sobre as medidas para proteger suas propriedades), A642 (a população evacuada e pessoas nas áreas afetadas são mantidas informadas sobre os impactos potenciais de curto e longo prazo sobre a saúde) e A643 (as organizações de resposta respondem através do Centro de Informações Públicas as perguntas relacionadas no tempo devido).

A avaliação da ação recuperação de áreas afetadas (A7) depende da avaliação das atividades de tomada decisão (A71) e de transição (A72). A atividade A71 (tomada decisão) depende da avaliação dos indicadores A711 (os níveis operacionais de intervenção estão abaixo dos quais podem ser levantadas às instruções de ações protetoras estão claramente estipulados), A712 (a organização de emergência externa ao determinar o final da emergência avalia se as condições do acidente estão controladas e

estáveis, se as medidas estão abaixo dos níveis operacionais de intervenção para levantar as instruções de ações protetoras, se a preocupação do público é corretamente gerenciada e se minimizando a emergência não haverá um efeito adverso no gerenciamento das conseqüências) e A713 (as ações protetoras são rescindidas no momento adequado). A atividade A72 (transição) depende da avaliação dos indicadores A721 (a estrutura de emergências externa estabelece um plano de recuperação), A722 (o plano de recuperação leva em consideração a necessidade de continuar a operação na área afetada, na segurança dos trabalhadores de emergência e nas relações com a mídia), A723 (a organização de emergências externa informa rapidamente às organizações de resposta o fim da emergência e as medidas de recuperação a serem tomadas) e A724 (os documentos relevantes e outras evidências são mantidos e reservados para investigações pós-emergência).

A dependência funcional da avaliação da estrutura do Centro de Emergência Local (CEL) acha-se representada no quadro AP.6.1 do Apêndice 6.

3.1.4.2 Centro de Emergência Regional

A avaliação da estrutura Centro de Emergência Regional (CER) possui uma dependência funcional das avaliações das ações de ativação (A1), de promoção de medidas de proteção urgente (A2), de atenção à saúde (A4), de gerenciamento de informações à população (A5), de proteção em longo prazo (A6) e a ação de recuperação (A7), descritas nos quadros AP.4.1, AP.4.2, AP.4.4, AP.4.5, AP.4.6 e AP.4.7, dispostos nos Apêndice 4.

De modo similar à seção 3.1.4.1 desta seção, a avaliação da ação de ativação (A1), depende da avaliação das atividades de notificação (A11) e de comunicação (A12). Já a atividade A11 (notificação), depende da avaliação dos indicadores A112 e, A113, descritos no AP.4.1 do Apêndice 4. Por outro lado à atividade A12 (comunicação) depende da avaliação dos indicadores da avaliação dos indicadores A121 e A122, descritos no quadro AP.4.1 do Apêndice 4.

A avaliação da ação de promoção de medidas urgentes (A2) depende da avaliação da atividade de tomada de decisão (A21). Já a avaliação da atividade de tomada de decisão (A21) depende dos indicadores de desempenho A211, A212,

descritos no quadro AP.4.2 do Apêndice 4.

A avaliação da ação atenção à saúde (A4) depende da avaliação das atividades de cuidados médicos (A41) e de serviços de emergência (A42). A atividade A41 depende da avaliação dos indicadores A412, A417, A418, Já atividade A42 depende da avaliação dos indicadores A421 e A422.

As demais avaliações seguem a dependência funcional da estrutura do Centro de Emergência Regional (CER) representadas no quadro AP.6.2 do Apêndice 6.

3.1.4.3 Centro de Emergência Nacional

De modo similar à seção 3.1.4.1 e 3.1.4.2 desta seção, a avaliação da estrutura Centro de Emergência Nacional (CER) possui depende das avaliações das ações de ativação (A1), de promoção de medidas de proteção urgente (A2), de atenção à saúde (A4), de proteção em longo prazo (A6) e a ação de recuperação (A7), descritas nos quadros AP.4.1, AP.4.2, AP.4.4, AP.4.6 e AP.4.7, dispostos nos Apêndice 4.

As demais avaliações seguem a dependência funcional da estrutura do Centro de Emergência Nacional (CEN) representadas no quadro AP.6.3 do Apêndice 6.

3.1.4.4 Centro de Informações à População

Similarmente ao apresentado na seção 3.1.4.1, 3.1.4.2 e 3.1.4.3 desta seção, a avaliação da estrutura Centro de Informações à População (CIP) depende das avaliações das ações de ativação (A1), de promoção de medidas de proteção urgente (A2), de gerenciamento de informações à população (A5), de proteção em longo prazo (A6) e a ação de recuperação (A7), descritas nos quadros AP.4.1, AP.4.2, AP.4.5, AP.4.6 e AP.4.7, dispostos nos Apêndice 4.

As demais avaliações seguem a dependência funcional da estrutura Centro de Informações à População (CIP) representadas no quadro AP.6.4 do Apêndice 6.

3.2 MODELO DE AVALIAÇÃO DE EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR APLICANDO A MÉDIA PONDERADA AOS INDICADORES DESENVOLVIDOS

Esta abordagem surgiu da necessidade de criar uma forma de balizar o modelo de avaliação nebuloso. Foi concebida a partir das diferentes importâncias funcionais de cada um dos entes que compõem a cadeia desta dependência. Os pesos considerados foram ponderados a partir da experiência de avaliadores treinados, quando analisavam as diversas estruturas, ações, atividades e indicadores de desempenho envolvidos no plano de emergência.

Foram considerados pesos unitários para as estruturas Centro de Emergência Local (CEL), Centro de Emergência Regional (CER), Centro de Emergência Nacional (CEN) e o Centro de Informações à População (CIP), pois todos têm igual importância na avaliação do exercício.

3.2.1 Avaliação dos Indicadores de Desempenho da Resposta à Emergência Nuclear

Os dados referentes aos indicadores de desempenho da resposta são produtos da observação direta dos avaliadores do exercício de emergência nuclear.

3.2.2 Avaliação das Atividades de Resposta à Emergência Nuclear

A avaliação de cada atividade de resposta à emergência nuclear foi realizada a partir da ponderação entre as notas e os pesos dos indicadores de desempenho avaliados, sendo representadas pelas variáveis “t” e “w_t”, respectivamente (equação 3.1).

$$A_t = \frac{\sum_{i=1}^n w_i D_i}{\sum_{i=1}^n w_i} = \frac{w_1 D_1 + w_2 D_2 + \dots + w_n D_n}{w_1 + w_2 + \dots + w_n} \quad \text{Equação 3.1;}$$

onde “A_t” representa a avaliação de cada atividade, “D_i” representa a nota de cada indicador de desempenho e “w_D” o peso de cada indicador de desempenho.

3.2.3 Avaliação das Ações de Resposta à Emergência Nuclear

A avaliação de cada ação de resposta à emergência nuclear foi realizada a partir da ponderação entre as notas e os pesos das atividades avaliadas, sendo representadas pelas variáveis “a” e “w_a”, respectivamente (equação 3.2).

$$Ac = \frac{\sum_{i=1}^n w_i a_i}{\sum_{i=1}^n w_i} = \frac{w_1 a_1 + w_2 a_2 + \dots + w_n a_n}{w_1 + w_2 + \dots + w_n} \quad \text{Equação 3.2;}$$

onde “Ac” representa a avaliação de cada ação, “a_i” representa a nota de cada atividade e “w_a” o peso de cada atividade.

3.2.4 Avaliação das Estruturas de Resposta à Emergência Nuclear

A avaliação de cada estrutura de resposta à emergência nuclear foi realizada a partir da ponderação entre as notas e os pesos das ações avaliadas, sendo representadas pelas variáveis “a” e “w_a”, respectivamente (equação 3.3).

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n w_i a_i}{\sum_{i=1}^n w_i} = \frac{w_1 a_1 + w_2 a_2 + \dots + w_n a_n}{w_1 + w_2 + \dots + w_n} \quad \text{Equação 3.3;}$$

onde “S” representa a avaliação de cada estrutura, “a_i” representa a nota de cada ação e “w_a” o peso de cada ação.

3.2.5 Avaliação do Global do Exercício

A avaliação global do exercício foi realizada a partir da equação 3.4, que expressa a ponderação entre as notas e os pesos das estruturas avaliadas, sendo representadas pelas variáveis “e_i” e “w_e”, respectivamente (equação 3.4).

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n w_e e_i}{\sum_{i=1}^n w_e} = \frac{w_1 e_1 + w_2 e_2 + \dots + w_n e_n}{w_1 + w_2 + \dots + w_n} \quad \text{Equação 3.4;}$$

onde “E” representa a avaliação global do exercício, “e_i” representa a nota de cada estrutura e “w_e” o peso de cada estrutura.

3.3 MODELO DE AVALIAÇÃO DE EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR APLICANDO LÓGICA NEBULOSA AOS INDICADORES DESENVOLVIDOS

As teorias mais conhecidas para tratar a imprecisão e a incerteza são a teorias clássicas dos conjuntos e a teoria de probabilidades (LIN, 1995). Estas teorias, embora muito úteis, nem sempre conseguem capturar a riqueza da informação fornecida por seres humanos.

A teoria dos conjuntos não é capaz de tratar o aspecto vago da informação e a teoria de probabilidades, na qual a probabilidade de um evento determina completamente a probabilidade do evento contrário, é mais adaptada para tratar de informações relacionadas com frequência amostrais (ZADEH, 1978).

A teoria dos conjuntos nebulosos foi desenvolvida para tratar do aspecto vago da informação. A teoria dos conjuntos tratados pela lógica clássica pode ser visto como um caso particular desta teoria mais geral. A partir de 1978, Zadeh desenvolveu a teoria de possibilidades (ZADEH, 1978), que trata a incerteza da informação, podendo ser comparada com a teoria das probabilidades. Esta teoria, por ser menos restritiva, pode ser considerada mais adequada para o tratamento de informações fornecidas por seres humanos do que a de probabilidades (CASTRO, 1996).

Efetivamente, mesmo no discurso usual percebe-se que a noção de possibilidade é menos restritiva que aquela de probabilidade, ou seja, é mais fácil dizer que algum evento é possível do que provável.

A teoria dos conjuntos nebulosos e a teoria de possibilidades são intimamente ligadas. Exemplo disso pode ser observado no conjunto nebuloso que modela a informação “idade avançada” e que também pode ser usado, para modelar a distribuição de possibilidade da idade de uma dada pessoa, a qual só sabe ser idosa. O fato das teorias estarem ligadas torna possível tratar tanto a imprecisão, quanto à incerteza de um conjunto de informações, em um único ambiente formal (DUBOIS, 1980).

Estas teorias têm sido cada vez mais usadas em sistemas que utilizam informações fornecidas por seres humanos para automatizar procedimentos diversos, como por exemplo, no controle de processos ou no auxílio à tomada de decisão. Estas teorias podem ser utilizadas em aplicações que vão de aparelhos eletrodomésticos ao

controle de satélites, do mercado financeiro à medicina, e tendem a crescer cada vez mais, sobretudo em sistemas híbridos, que incorporam abordagens conexionistas (LEE, 1990).

A teoria dos conjuntos nebulosos, quando utilizada em um contexto lógico, como o de sistemas baseados em conhecimento, é conhecida como lógica nebulosa, lógica difusa ou lógica “fuzzy” (KIENITZ, 1995).

A lógica nebulosa é uma das tecnologias atuais bem sucedidas para o desenvolvimento de sistemas para controlar processos sofisticados (LEE, 1990). Com sua utilização, requisitos complexos podem ser alocados em sistemas simples, de fácil manutenção e baixo custo. O uso de sistemas construídos desta maneira, chamados de sistemas nebulosos, é especialmente interessante quando o modelo é matemático e está sujeito a incertezas.

Um sistema nebuloso baseia-se em um conjunto de regras de produção do tipo “se <premissa> então <conclusão>”, que definem ações em função das diversas faixas de valores que as variáveis de estado do problema podem assumir (D’AMORE, 1997), Estas faixa de valores é modelada por conjuntos nebulosos, denominados de termos lingüísticos.

Um sistema nebuloso é composto por entrada de dados fuzzificada, uma base de regras, um motor de inferência e uma interface de defuzzificação (figura 3.2).

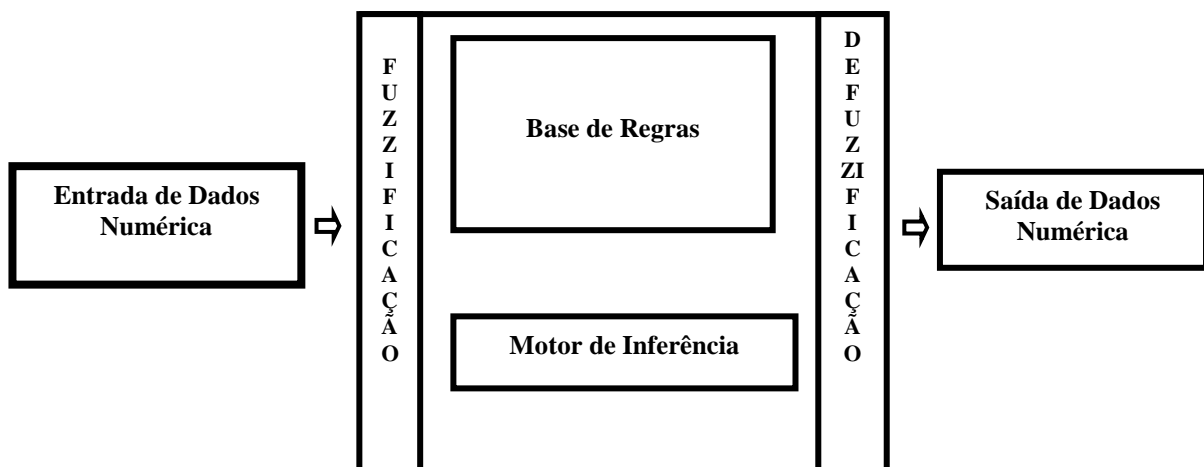


Figura 3.2 Sistema Nebuloso

No Apêndice 8 deste trabalho é apresentada uma revisão dos conceitos de lógica nebulosa e sistemas nebulosos.

3.3.1 Origem do Modelo de Sistema Nebuloso Proposto

Na seção 3.1 deste Capítulo, descreveu-se o modelo de indicadores estabelecido a partir da dependência funcional observada na avaliação de exercícios de emergência nuclear (figura 3.1). Baseado neste modelo buscou-se a construção de um sistema nebuloso capaz de capturar o conhecimento dos especialistas que realizam a tarefa de avaliadores de exercícios de emergência nuclear. Assim sendo, o modelo criado deveria encapsular as regras que regulam as dependências funcionais estabelecidas, formando um sistema que sintetizaria essas relações (figura 3.3).

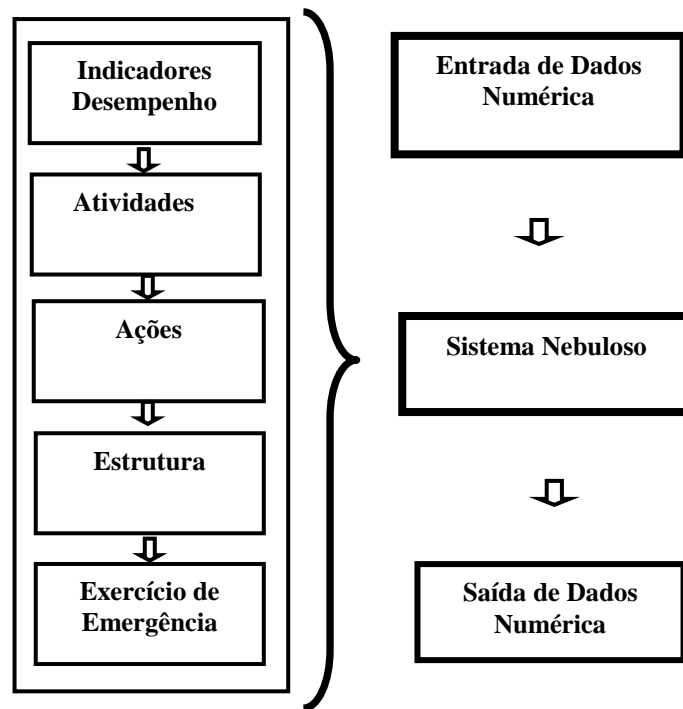


Figura 3.3 Origem do sistema nebuloso proposto

Durante a fase de implementação do modelo de avaliação nebuloso, observou-se que haveria um número muito grande de regras a serem definidas, pois o sistema contava com oitenta e três indicadores de desempenho na entrada. Na busca da redução da complexidade das combinações possíveis, dividiu-se o sistema em camadas hierarquizadas, que seguiram a dependência funcional estabelecida no modelo de

indicadores de desempenho desenvolvido (figura 3.4).

3.3.2 Modelo de Sistema Nebuloso Proposto

O modelo proposto foi composto por um sistema de várias camadas estruturadas por entradas e saídas numéricas, permitindo que cada camada tivesse regras específicas de implicação (figura 3.4).

Em uma primeira aproximação, utilizaram-se protótipos de fuzzificação e de defuzzificação semelhantes em todas as camadas, compostos por quatro trapézios isósceles de iguais dimensões.

Considerando-se que o modelo considera como consequente o mínimo entre as variáveis que compõem seus antecedentes na dependência funcional, optou-se pela escolha do Método de Mandani Clássico por ser o mais adequado para o sistema.

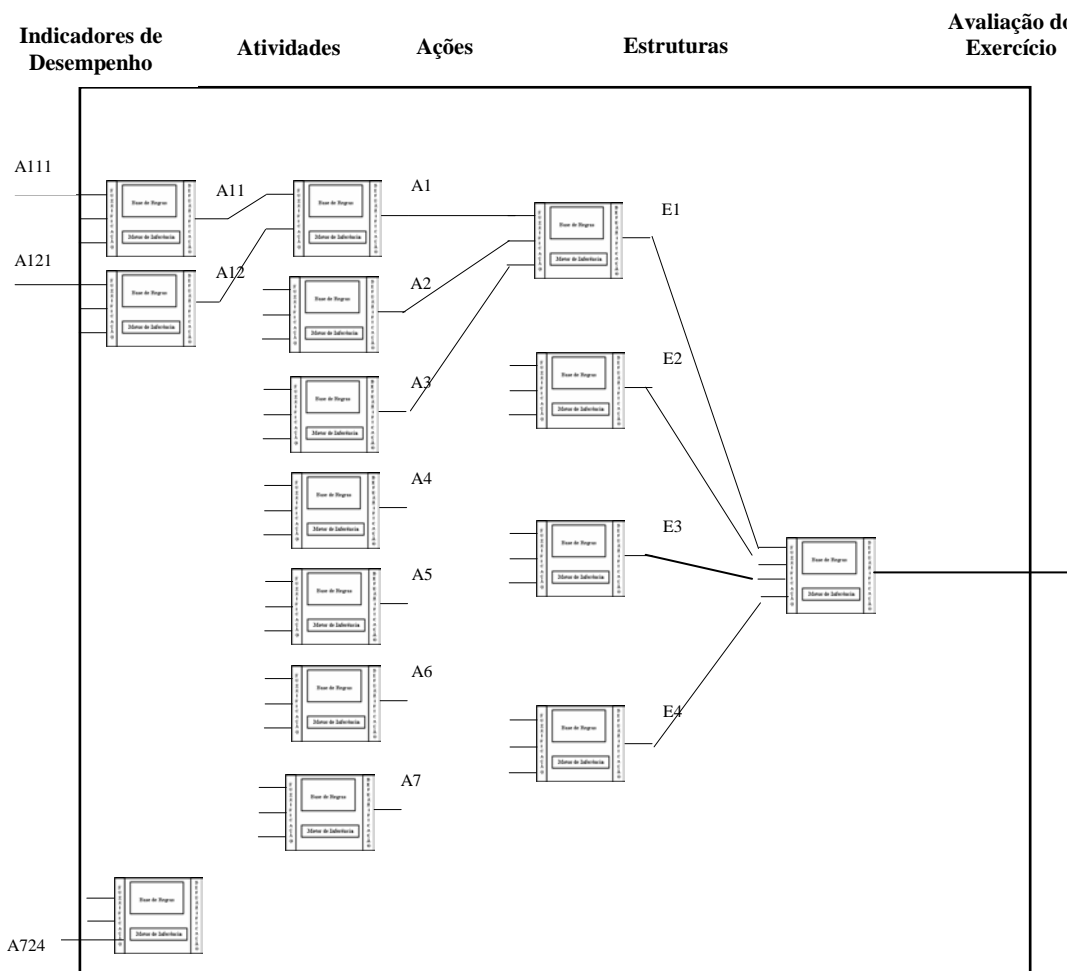


Figura 3.4 Sistema nebuloso proposto

O conhecimento capturado dos especialistas conduziu a formulação de regras conservadoras, justificadas pela garantia das condições de segurança da população e do meio ambiente. O critério adotado considerou ainda, como base na formulação do banco de regras, a necessidade de priorizar os itens mais frágeis no sistema de resposta à emergência nuclear, sugerindo uma maior reflexão nas atividades, ações e estruturas, com piores resultados, a fim de se obter uma com maior qualidade em sua execução.

3.3.2.1 Primeira Camada

A entrada desta camada é formada por um conjunto de variáveis numéricas, que variam entre zero e dez, compostas pelos indicadores de desempenho avaliados pelo especialista. A saída é um número que representa a avaliação de uma atividade.

i Fuzzificação

O valor numérico atribuído pelo avaliador aos indicadores de desempenho sofre um processo de fuzzificação. Esta interface faz a identificação dos valores das variáveis de entrada e as normaliza em um universo de discurso padronizado que compreende os conceitos: ótimo, bom, regular e péssimo. Como primeira aproximação, considerou-se para os indicadores de desempenho funções de pertinência trapezoidais (Figura 3.5).

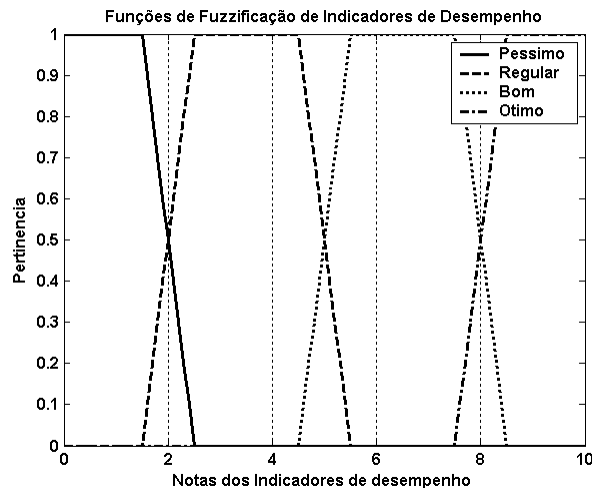


Figura 3.5 Funções de Pertinência de fuzzificação de dados na primeira camada

ii Base de Regras

O conjunto de regras do sistema nebuloso relaciona os diversos conceitos

atribuídos aos indicadores de desempenho avaliados no exercício de emergência nuclear (antecedentes) e sua implicação no conceito para cada atividade resultante (conseqüente). Para tanto, em todos os níveis de dependência funcional considerou-se como conseqüente o menor entre os antecedentes. Como exemplo do comportamento da base de regras, pode-se citar a análise da atividade conseqüente A11 (Notificação), em face aos indicadores A112 (Todas as agências são comunicadas da necessidade de comparecer a estrutura de resposta no tempo previsto) e A113 (Todas as agências estão presentes na estrutura de resposta, no tempo previsto):

- Se A112 é ótimo e A113 é ótimo então A11 possui fragilidade ausente.
- Se A112 é ótimo e A113 é bom então A11 possui fragilidade menor.
- Se A112 é ótimo e A113 é regular então A11 possui fragilidade maior.
- Se A112 é ótimo e A113 é péssimo então A11 possui fragilidade crítica.
- Se A112 é bom e A113 é ótimo então A11 possui fragilidade menor.
- Se A112 é bom e A113 é bom então A11 possui fragilidade menor.
- Se A112 é bom e A113 é regular então A11 possui fragilidade maior.
- Se A112 é bom e A113 é péssimo então A11 possui fragilidade crítica.
- Se A112 é ruim e A113 é ótimo então A11 possui fragilidade maior.
- Se A112 é ruim e A113 é bom então A11 possui fragilidade maior.
- Se A112 é ruim e A113 é regular então A11 possui fragilidade maior.
- Se A112 é ruim e A113 é péssimo então A11 possui fragilidade crítica.
- Se A112 é péssimo e A113 é ótimo então A11 possui fragilidade crítica.
- Se A112 é péssimo e A113 é bom então A11 possui fragilidade crítica .
- Se A112 é péssimo e A113 é regular então A11 possui fragilidade crítica.
- Se A112 é péssimo e A113 é péssimo então A11 possui fragilidade crítica.

iii Motor de Inferência

O processo de inferência consiste na avaliação do grau de compatibilidade entre os fatos e as cláusulas nas premissas das regras, seguido da determinação do grau de compatibilidade global da premissa de cada regra. Considerando os critérios expostos anteriormente, o método de inferência selecionado foi o de Mamdani Clássico.

iv. Método de Defuzzificação

O método de defuzzificação foi o do centro de área, ou seja, o valor de saída é o centro de gravidade da função de distribuição de possibilidade (figura 3.6).

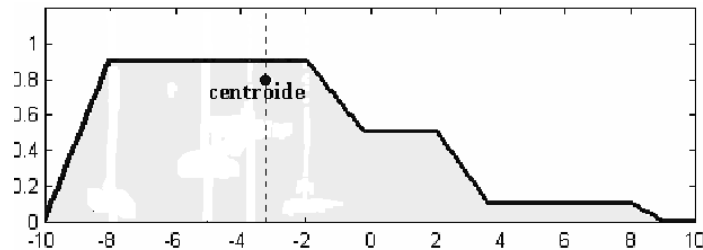


Figura 3.6 Representação do Método de Defuzzificação pelo Centro de Área

Na defuzzificação foram utilizadas variáveis lingüísticas baseadas nas deficiências ou fraquezas identificadas na avaliação do exercício, conforme preconiza a Agência Internacional de Energia Atômica, ou seja, “crítica”, “maior”, “menor” e “ausente” (figura 3.7).

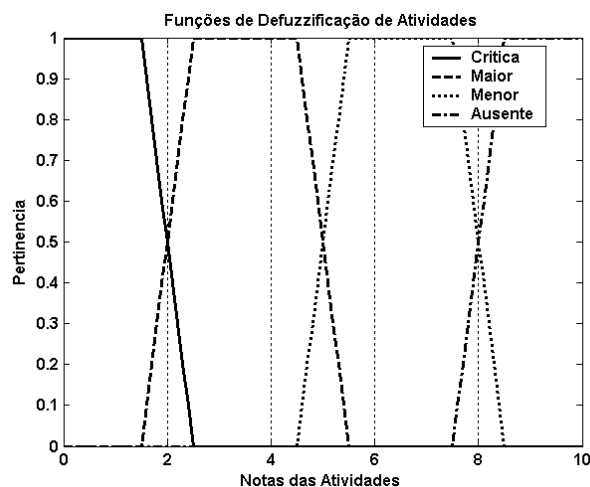


Figura 3.7 Funções de pertinência de defuzzificação na Primeira Camada

3.3.2.2 Segunda Camada

A entrada desta camada é formada por um conjunto de variáveis numéricas, que variam entre zero e dez, compostas pelas atividades, resultante da saída da primeira camada. A saída é um número que representa a avaliação de uma ação.

i Fuzzificação

O valor numérico resultante da saída da segunda camada sofre um processo de fuzzificação. Nesta interface também se considerou para as atividades funções de pertinência trapezoidais (figura 3.8).

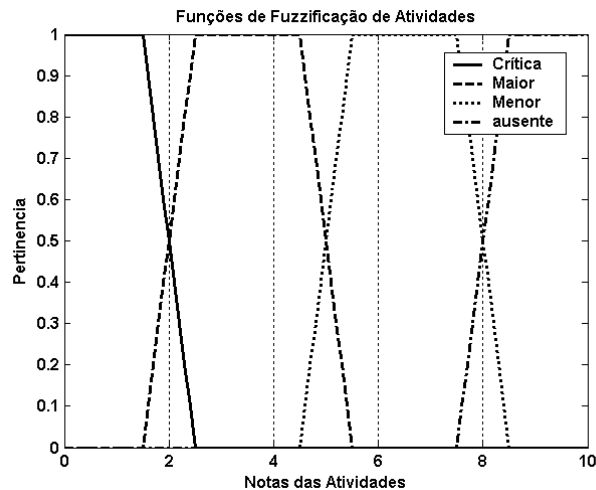


Figura 3.8 Funções de pertinência de fuzzificação na Segunda Camada

ii Base de Regras

O conjunto de regras do sistema nebuloso relaciona as atividades, resultante da saída da primeira camada (antecedentes) e sua implicação no conceito para cada ação resultante (conseqüente). Para tanto, em todos os níveis de dependência funcional considerou-se como conseqüente o menor entre os antecedentes. Como exemplo do comportamento da base de regras, pode-se citar a análise da ação conseqüente A1 (Ativação), em face aos indicadores A11 (Atividade Notificação) e A12 (Atividade comunicação):

- Se A11 é ausente e A12 é ausente então ação A1 é fragilidade ausente.
- Se A11 é ausente e A12 é menor então ação A1 possui fragilidade menor.
- Se A11 é ausente e A12 é maior então ação A1 possui fragilidade maior.
- Se A11 é ausente e A12 é crítico então ação A1 possui fragilidade crítica.
- Se A11 é menor A12 é ausente então ação A1 possui fragilidade menor.
- Se A11 é menor e A12 é menor então ação A1 possui fragilidade menor.
- Se A11 é menor e A12 é maior então ação A1 possui fragilidade maior.
- Se A11 é menor e A12 é crítico então ação A1 possui fragilidade crítica.

Se A11 é maior e A12 é ausente então ação A1 possui fragilidade maior.
Se A11 é maior e A12 é menor então ação A1 possui fragilidade maior.
Se A11 é maior e A12 é maior então ação A1 possui fragilidade maior.
Se A11 é maior e A12 é crítico então ação A1 possui fragilidade crítica.
Se A11 é crítico e A12 é ausente então ação A1 possui fragilidade crítica.
Se A11 é crítico e A12 é menor então ação A1 possui fragilidade crítica .
Se A11 é crítico e A12 é maior então ação A1 possui fragilidade crítica.
Se A11 é crítico e A12 é crítico então ação A1 possui fragilidade crítica.

iii Motor de Inferência

Considerando critérios expostos na seção 3.2, o método de inferência selecionado foi o de Mamdani Clássico.

iv. Defuzzificação

O método utilizado foi o do centro de área ou do centróide (figura 3.6). Na defuzzificação foram utilizadas variáveis linguísticas baseadas nas deficiências ou fraquezas identificadas na avaliação do exercício, conforme preconiza a Agência Internacional de Energia Atômica, ou seja, “crítica”, “maior”, “menor” e “ausente” (figura 3.9).

3.3.2.3 Terceira Camada

A entrada desta camada é formada por um conjunto de variáveis numéricas, que variam entre zero e dez, compostas pelas ações, resultado da saída da segunda camada. A saída é um número que representa a avaliação de uma estrutura.

i Fuzzificação

O valor numérico resultante da saída da segunda camada sofre um processo de fuzzificação. Nesta interface também se considerou para as ações funções de pertinência trapezoidais (figura 3.10).

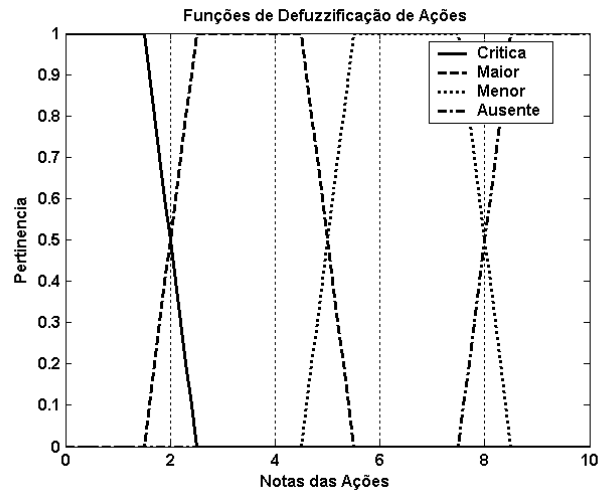


Figura 3.9 Funções de pertinência de defuzzificação na Segunda Camada

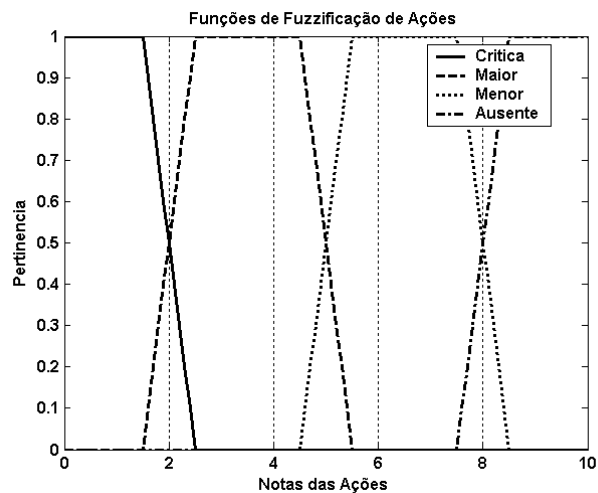


Figura 3.10 Funções de pertinência de fuzzificação na Terceira Camada

ii Base de Regras

O conjunto de regras do sistema nebuloso relaciona as ações, resultantes da saída da segunda camada (antecedentes) e sua implicação no conceito para cada estrutura resultante (conseqüente). Entretanto, nos debates entre especialistas para elaboração da base de regra das estruturas de resposta, houve grandes divergências e não se conseguiu chegar a um consenso na composição da base de regras, considerando o valor e a importância atribuída as diversas ações envolvidas. Buscando uma forma de contornar o problema, ficou estabelecida uma solução temporária para o problema:

“Até que haja uma solução de consenso para as regras que relacionam as ações (antecedentes) e estrutura (conseqüente), vai ser utilizada a média aritmética simples entre as ações para avaliação de cada estrutura”;

iii Motor de Inferência

Considerando critérios expostos na seção 3.2, o método de inferência selecionado foi o de Mamdani Clássico.

iv. Defuzzificação

O método utilizado foi o do centro de área ou do centróide (figura 3.6). Na defuzzificação foram utilizadas variáveis lingüísticas baseadas nas deficiências ou fraquezas identificadas na avaliação do exercício, conforme preconiza a Agência Internacional de Energia Atômica, ou seja, “crítica”, “maior”, “menor” e “ausente” (figura 3.11).

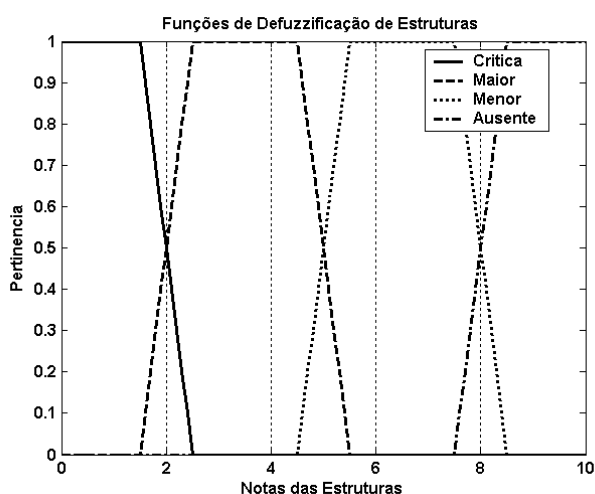


Figura 3.11 Funções de pertinência de defuzzificação na Terceira Camada

3.3.2.4 Quarta Camada

A entrada desta camada é formada por um conjunto de variáveis numéricas, que variam entre zero e dez, compostas pelas estruturas, resultado da saída da terceira camada. A saída é um número que representa a avaliação global do exercício de emergência nuclear.

i Fuzzificação

O valor numérico resultante da saída da terceira camada sofre um processo de fuzzificação. Nesta interface também se considerou para as ações funções de pertinência trapezoidais (figura 3.12).

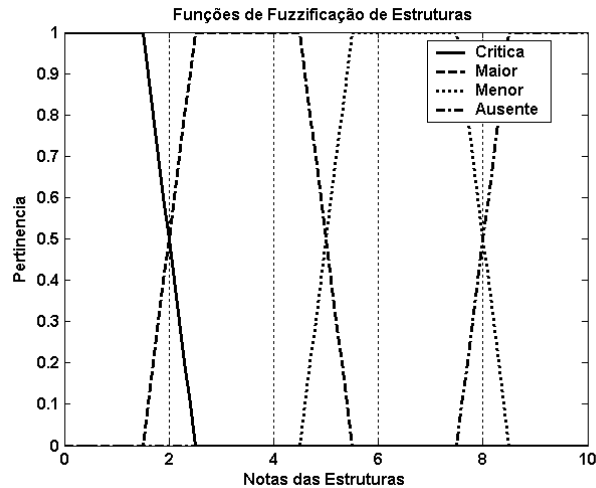


Figura 3.12 Funções de pertinência de fuzzificação na Quarta Camada

ii Base de Regras

O conjunto de regras do sistema nebuloso relaciona as estruturas, resultantes da saída da terceira camada (antecedentes) e sua implicação no conceito do exercício de emergência (conseqüente). Para tanto, em todos os níveis de dependência funcional considerou-se como conseqüente o menor entre os antecedentes. Como exemplo do comportamento da base de regras, pode-se citar a análise do exercício (conseqüente), em face as estruturas E1 (Centro de Emergência Local), E2 (Centro de Emergência Regional), E3 (Centro de Emergência Nacional) e E4 (Centro de Informações à População) :

Se E1 é ausente e E2 é ausente e E3 é ausente e E4 é ausente então exercício é ausente.

Se E1 é ausente e E2 é ausente e E3 é ausente e E4 é menor então exercício é ausente.

Se E1 é ausente e E2 é ausente e E3 é ausente e E4 é maior então exercício é menor.

Se E1 é ausente e E2 é ausente e E3 é ausente e E4 é crítico então exercício é crítico.

iii Motor de Inferência

Considerando critérios expostos anteriormente, o método de inferência selecionado foi o de Mamdani Clássico.

iv. Defuzzificação

O método utilizado foi o do centro de área ou do centróide (figura 3.6). Na defuzzificação foram utilizadas variáveis linguísticas baseadas nas deficiências ou fraquezas identificadas na avaliação do exercício, conforme preconiza a Agência Internacional de Energia Atômica, ou seja, “crítica”, “maior”, “menor” e “ausente” (figura 3.13).

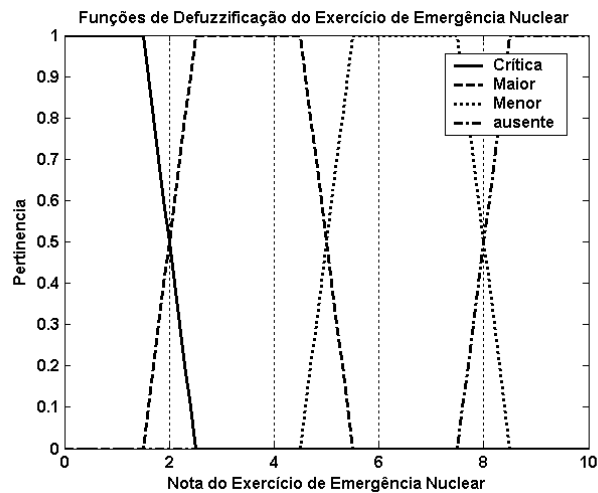


Figura 3.13 Funções de pertinência de defuzzificação da Quarta Camada

No próximo capítulo será apresentada a aplicação do modelo, resultados obtidos e a análise dos resultados.

CAPÍTULO 4

APLICAÇÃO DO MODELO, RESULTADOS E ANÁLISE DE DADOS

O objetivo deste Capítulo é apresentar uma aplicação prática dos modelos de Sistema Nebuloso e do Modelo de Média Ponderada para Avaliação de Exercícios de Emergência Nuclear, considerando os dados dos exercícios do Plano de Emergência Externo, dirigido à Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, ocorridos durante os anos de 2007, 2009 e 2011. A partir da aplicação dos dois modelos, apresentar uma avaliação e uma análise crítica dos dados. Finalmente, comparar o resultado dos modelos Nebuloso e o Ponderado, com os resultados de um modelo de avaliação construído a partir de perguntas fechadas, denominado de Modelo Clássico de Avaliação de Exercícios de Emergência Nuclear.

Nesta aplicação, considerou-se a avaliação de quatro estruturas do plano de emergência nuclear: o Centro de Emergência Local (CEL), o Centro de Emergência Regional (CER), o Centro de Emergência de Nacional (CEN) e o Centro de Informações à População (CIP).

4.1 VALORES DOS INDICADORES DE DESEMPENHO CONSIDERADOS PARA OS MODELOS NEBULOSO, PONDERADO E CLÁSSICO

A fim de viabilizar a validação do modelo Nebuloso e o Ponderado, um grupo de especialistas em avaliação de exercício de emergência nuclear foi convidado para colaborar com a pesquisa de avaliação dos dois modelos.

Este grupo deveria responder um questionário de avaliação de exercício de emergência nuclear (Modelo Clássico, descrito no Apêndice 9), com base em dados de relatórios de exercícios de emergência nuclear, relacionados com a Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, ocorridos nos anos de 2007, 2009 e 2011.

Os indicadores de desempenho para avaliação do exercício de emergência nuclear, resultantes da avaliação dos especialistas no Modelo Clássico, também foram considerados como indicadores de desempenho dos modelos Nebuloso e Ponderado.

Desta forma, os indicadores de desempenho do Centro de Emergência Local são apresentados na tabela AP.10.1, do Centro de Emergência Regional são apresentados na tabela AP.10.2, do Centro de Emergência Nacional são apresentados na tabela AP.10.3 e finalmente, do Centro de Informações à População na tabela AP.10.4, todos apresentados no Apêndice 10 deste trabalho.

Considerando os dados dispostos nas tabelas do Apêndice 10, seguem-se nas seções 4.2 e 4.3, os resultados das aplicações do Modelo Nebuloso e Ponderado, respectivamente.

4.2 APLICAÇÃO DO MODELO DE MÉDIA PONDERADA PARA AVALIAÇÃO DE EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

Inicialmente, os indicadores de desempenho descritos na seção 4.1, foram submetidos ao Modelo de Média Ponderada para Avaliação de Exercícios de Emergência Nuclear, obtendo-se como resultado um conjunto de atividades para cada uma das quatro estruturas avaliadas.

As atividades resultantes da aplicação do Modelo Ponderado estão representadas na tabela 4.1 para o Centro de Emergência Local, na tabela 4.2, o Centro de Emergência Regional na tabela 4.3, o Centro de Emergência Nacional e finalmente, na tabela 4.4, para o Centro de Informações à População.

As ações resultantes da aplicação do Modelo Ponderado estão representadas na tabela 4.5 para o Centro de Emergência Local, na tabela 4.6, o Centro de Emergência Regional, na tabela 4.7, o Centro de Emergência Nacional e finalmente, na tabela 4.8, para o Centro de Informações à População.

O resultado da avaliação das estruturas a partir da aplicação do modelo Ponderado sobre as ações está representado na tabela 4.9.

A avaliação final do exercício de emergência nuclear através do Modelo Ponderado é o resultado da avaliação das estruturas do plano de emergência, que nesta aplicação são representadas pela tabela 4.10.

Tabela 4.1 Atividades do Centro de Emergência Local pelo Modelo Ponderado

Código	2007	2009	2011
A11	8.9	9	10
A12	7.6	7	9
A22	5.8	8	8
A23	3.7	7	10
A24	3.9	4	6
A25	0	0	9
A26	1.3	1.2	6
A31	0	0	0
A41	3.3	3	4
A42	5.8	9	6
A51	7.7	8	10
A61	0	0	0.5
A62	0	0	0
A63	0	0	0
A64	0	2	3
A71	3	3	4
A72	6	6	6

Tabela 4.2 Atividades do Centro de Emergência Regional pelo Modelo Ponderado

Código	2007	2009	2011
A11	9	9	10
A12	7	7	9
A21	8	10	10
A41	0	4	0
A42	0	4	0
A51	3	3	3
A61	8	8	10
A62	9	9	10
A63	7	7	9
A71	5	5	5
A72	4	3	4

Tabela 4.3 Atividades do Centro de Emergência Nacional pelo Modelo Ponderado

Código	2007	2009	2011
A11	9	9	10
A12	7	7	9
A21	10	10	10
A41	3	0	0
A42	3	0	0
A51	3	3	3
A61	8	8	10
A62	9	9	10
A63	7	7	9
A71	5	5	5
A72	4	3	4

Tabela 4.4 Atividades do Centro de Informações à População pelo Modelo Ponderado

Código	2007	2009	2011
A11	8.9	9	10
A12	7.6	7	9
A21	5.8	8	8
A51	7.7	8	10
A52	7	6	10
A64	0	2	3
A72	6	6	6

Tabela 4.5. Ações do Centro de Emergência Local pelo Modelo Ponderado

Código	2007	2009	2011
A1	7.7	8.3	9.5
A2	4.4	5.1	7.5
A3	0	0	0
A4	5.3	6.3	5.3
A5	7.2	7.4	10
A6	0.6	0.6	0.6
A7	3.8	3.8	4.2

Tabela 4.6. Ações do Centro de Emergência Regional pelo Modelo Ponderado.

Código	2007	2009	2011
A1	9.5	8	10
A2	10	10	10
A4	0	4	0
A5	4.2	5.5	4.2
A6	5.5	0	7.5
A7	7.5	7.5	0

Tabela 4.7. Ações do Centro de Emergência Nacional pelo Modelo Ponderado.

Código	2007	2009	2011
A1	3.5	2.8	5
A2	10	10	10
A4	3	0	0
A5	7.5	2.6	2.1
A6	0	4.5	7.5
A7	1.3	1.3	2.2

Tabela 4.8. Ações do Centro de Informações pelo Modelo Ponderado.

Código	2007	2009	2011
A1	6.7	7.2	10
A2	8	8	10
A5	2.8	3.8	10
A6	0.7	1.3	3.3
A7	10	10	4.2

Tabela 4.9. Avaliação das estruturas do exercício pelo Modelo Ponderado.

Estrutura	2007	2009	2011
Centro de Emergência Local	4,1	4,5	5,5
Centro de Emergência Regional	5,5	5,25	5,9
Centro de Emergência Nacional	4,3	4,4	5,4
Centro e Informações à	5,8	6,2	9

Tabela 4.10 Avaliação dos exercícios de emergência nuclear pelo Modelo Ponderado

Ano	Avaliação
2007	4,9
2009	5,1
2011	6,5

4.3 APLICAÇÃO DO MODELO DE SISTEMA NEBULOSO PARA AVALIAÇÃO DE EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA DE UM PLANO DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

Os resultados obtidos no Modelo Nebuloso são apresentados a seguir, dentro de cada um dos níveis de dependência funcional.

4.3.1 Resultados na Primeira Camada do Modelo Nebuloso

Obtiveram-se através do Modelo de Sistema Nebuloso as avaliações contidas nas tabelas 4.11 do Centro de Emergência Local, 4.12 para o Centro de Emergência Regional, 4.13 para o Centro de Emergência Nacional e tabela 4.14 para o Centro de Informações à População.

4.3.2 Resultados na Segunda Camada do Modelo Nebuloso

Obtiveram-se na saída da segunda camada deste Modelo às avaliações das ações do Centro de Emergência Local, Centro de Emergência Regional, Centro de Emergência Nacional e Centro de Informações à População, representados nas tabelas 4.15, 4.16, 4.17 e 4.18, respectivamente.

4.3.3 Resultados na Terceira Camada do Modelo Nebuloso

A terceira camada do Modelo de Sistema Nebuloso para Avaliação de Exercícios de Emergência de um Plano de Emergência Nuclear, tem como antecedentes as avaliações das ações resultantes da segunda camada e como conseqüente a avaliação de uma estrutura.

Entretanto, durante a pesquisa para elaboração da base de regras para as estruturas, a falta de consenso entre os especialistas consultados, implicou na escolha temporária da média aritmética simples entre as ações para avaliação de cada estrutura. Através desta solução, obtiveram-se os dados que constam na tabela 4.19 (Avaliação das Estruturas do Exercício Emergência pelo Modelo Nebuloso).

Tabela 4.11 Atividades do Centro de Emergência Local pelo Modelo Nebuloso

Código	2007	2009	2011
A11	10	10	10
A12	8.3	8.3	10
A22	6.1	6.1	8.6
A23	1.5	1.5	10
A24	2.7	2.7	6.1
A25	0	0	10
A26	0.3	0.3	6.1
A31	0	0	0
A41	3	3	3.1.
A42	6.8	6.8	6.9
A51	9.7	9.7	10
A61	0	0	0
A62	0	0	0
A63	0	0	0
A64	0	0	0
A71	3.1	3.1	3.1
A72	6.9	6.9	6.9

Tabela 4.12 Atividades do Centro de Emergência Regional pelo Modelo Nebuloso

Código	2007	2009	2011
A11	10	10	10
A12	10	8.3	8.3
A21	7,8	7,8	7,8
A41	3,1	3,1	3,1
A42	3,1	3,1	3,1
A51	0	0	0
A61	3.1	3.1	3.1
A62	10	7.8	10
A63	10	10	10
A71	10	10	5
A72	5	5	3.1

Tabela 4.13 Atividades do Centro de Emergência Nacional pelo Modelo Nebuloso

Código	2007	2009	2011
A11	10	10	10
A12	10	10	8.3
A21	6.7	5	6.7
A41	3,1	0	3,1
A42	3,1	0	3,1
A51	0	0	0
A61	3.1	3.1	3.1
A62	10	10	10
A63	10	10	10
A71	10	10	10
A72	5	5	5

Tabela 4.14 Atividades do Centro de Informações à População pelo Modelo Nebuloso

Código	2007	2009	2011
A11	10	10	10
A12	8.3	8.3	10
A21	6.1	7.5	8.6
A51	9.7	9.6	10
A52	6.1	8.6	10
A64	0	0	0
A72	6.9	6.9	6.9

Tabela 4.15 Ações do Centro de Emergência Local pelo Modelo Nebuloso

Código	2007	2009	2011
A1	8.3	7.5	9.6
A2	2.7	3.1	7.1
A3	0	0	0
A4	3.7	4.8	3.7
A5	8.7	6.9	9.6
A6	0	0	1.2
A7	3.1	4.7	4.7

Tabela 4.16 Ações do Centro de Emergência Regional pelo Modelo Nebuloso

Código	2007	2009	2011
A1	8.7	6.9	8.7
A2	9.6	9.6	9.6
A4	3.9	3.7	4.7
A5	4.8	4.4	4.7
A6	0	0	3.1
A7	3.7	3.7	0

Tabela 4.17 Ações do Centro de Emergência Nacional pelo Modelo Nebuloso

Cód	2007	2009	2011
A1	5	3.9	4.1
A2	9.6	8.7	9.6
A4	3.5	0	3.7
A5	4.6	0	4.5
A6	0	0	4
A7	0.5	0	0

Tabela 4.18 Ações do Centro de Informações à População pelo Modelo Nebuloso

Código	2007	2009	2011
A1	6.5	7.1	9.6
A2	8	8.5	9.6
A5	2.9	2.7	7
A6	0	2.1	5
A7	9.6	9.6	2

Tabela 4.19 Avaliação das Estruturas Utilizando Avaliação Nebulosa Adaptada

Estrutura	2007	2009	2011
Centro de Emergência Local	4,4	5.5	6.1
Centro de Emergência Regional	3.4	3,7	5.9
Centro de Emergência Nacional	3.5	3,8	5.8
Centro e Informações à População	2.2	3.5	4,2

4.3.4 Resultados na Quarta Camada do Modelo Nebuloso

Obtiveram-se na saída da quarta camada deste Modelo as avaliações dos exercícios de emergência nuclear relacionados com os anos de 2007, 2009 e 2011, representada na tabela 4.20

Tabela 4.20 Avaliação dos Exercícios de Emergência Nuclear

Ano	Avaliação
2007	3.5
2009	4,0
2011	5,5

4.4. APLICAÇÃO DO MODELO CLÁSSICO PARA AVALIAÇÃO DE EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

Como foi dito anteriormente, a fim de validar os modelos propostos, convidou-se um grupo de especialistas em avaliação de exercícios de emergência nuclear para colaborar com a pesquisa. Estes especialistas, sem conhecerem os outros dois modelos de avaliação propostos (Nebuloso e Ponderado), avaliaram os exercícios de emergência nuclear realizado na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto durante os anos de

2007, 2009 e 2011, através do questionário elaborado deste trabalho (Apêndice 9). Os avaliadores além destes indicadores, as atividades, ações, estruturas e os exercícios de emergência nuclear ocorridos nestes três anos. Este modelo de avaliação foi denominado Modelo Clássico de Avaliação de Exercícios de Emergência de um Plano de Emergência Nuclear (MCL-AEN).

Tabela 4.21 Atividades do Centro de Emergência Local pelo Modelo Clássico

Código	2007	2009	2011
A11	10	9	9
A12	8	8	8
A22	6	7.5	7.5
A23	3	3.6	3.6
A24	3	2.9	2.9
A25	0	0	0
A26	1	2	2
A31	0	0	0
A41	4	3.1	3.1
A42	5	10	10
A51	9	9.6	9.6
A61	0	0	0
A62	0	0	0
A63	0	0	0
A64	0	0	0
A71	4	3.1	3.1
A72	5	6.9	6.9

Os dados obtidos para os indicadores de desempenho acham-se representados na nas tabelas AP.10.1, AP.10.2, AP.10.3 e AP.10.4, todas no Apêndice 10. A partir de cada conjunto de indicadores, os especialistas inferiram as avaliações correspondentes para as atividades, ações, estruturas e exercícios de emergências nucleares, baseados na dependência temporal descrita no modelo de indicadores desenvolvido.

Os resultados da avaliação obtidos das atividades acham-se representados na tabela 4.21 (atividades do Centro de Emergência Local), tabela 4.22 (atividades do Centro de Emergência Regional), tabela 4.23 (atividades do Centro de Emergência Nacional) e tabela 4.24 (atividades do Centro de Informações à População).

Tabela 4.22 Atividades do Centro de Emergência Regional pelo Modelo Clássico

Código	2007	2009	2011
A11	10	9	9
A12	8	8	8
A21	9	7.5	7.5
A41	4	3.1	3.1
A42	3.1	3.1	3.1
A51	5	10	10
A61	9	9.6	9.6
A62	0	0	0
A63	0	0	0
A71	0	0	0
A72	4	3.1	3.1

Tabela 4.23 Atividades do Centro de Emergência Nacional pelo Modelo Clássico

Código	2007	2009	2011
A11	10	9	9
A12	8	8	8
A21	6	7.5	7.5
A41	4	3.1	3.1
A42	3.1	3.1	3.1
A51	5	10	10
A61	9	9.6	9.6
A62	0	0	0
A63	0	0	0
A71	0	0	0
A72	4	3.1	3.1

Já os resultados das ações acham-se representados na tabela 4.25 (ações do Centro de Emergência Local), tabela 4.26 (ações do Centro de Emergência Regional), tabela 4.27 (ações do Centro de Emergência Nacional) e tabela 4.28 (ações do Centro de Informações à População).

A avaliação das estruturas analisadas (Centro de Emergência Local, Centro de Emergência Regional, Centro de Emergência Nacional e Centro e Informações à População) acha-se representada na tabela 4.29.

Finalmente, a avaliação dos exercícios de emergência nuclear 2007, 2009 e 2011, está representada na tabela 4.30.

Tabela 4.24 Atividades do Centro de Informações pelo Modelo Clássico

Código	2007	2009	2011
A11	10	9	9
A12	8	8	8
A21	6	7.5	7.5
A51	5	10	10
A52	7	7	10
A61	9	9.6	9.6
A62	0	0	0
A63	0	0	0
A64	0	0	0
A71	0	0	0
A72	4	3.1	3.1

Tabela 4.25 Ações do Centro de Emergência Local pelo Modelo Clássico

Código	2007	2009	2011
A1	9	9	9
A2	3	3	3
A3	0	0	0
A4	4,5	4,5	4,5
A5	9	9	9
A6	0	0	0
A7	4.5	4.5	4.5

Tabela 4.26 Ações do Centro de Emergência Regional pelo Modelo Clássico

Código	2007	2009	2011
A1	9	8	8
A2	10	10	10
A4	5	4.5	4.5
A5	5	5	5
A6	0	0	0
A7	4	4	4

Tabela 4.27 Ações do Centro de Emergência Nacional pelo Modelo Clássico

Código	2007	2009	2011
A1	4.5	5	4.5
A2	10	10	10
A4	4.5	0	4.5
A5	5	0	5
A6	0	0	0
A7	1.5	1.5	1.5

Tabela 4.28 Ações do Centro de Informações à População pelo Modelo Clássico

Código	2007	2009	2011
A1	4.5	4.5	10
A2	10	10	10
A5	4.5	4.5	6
A6	5	5	5
A7	0	0	1.5

Tabela 4.29 Avaliação das Estruturas de Resposta a Emergência pelo Modelo Clássico

Estrutura	2007	2009	2011
Centro de Emergência Local	4,1	4	6
Centro de Emergência Regional	3,4	4	5,8
Centro de Emergência Nacional	2,9	3	5,9
Centro e Informações à População	3.9	3	8.4

Tabela 4.30. Avaliação dos Exercícios de Emergência Nuclear pelo Modelo Clássico

Ano	Avaliação
2007	3.5
2009	4,5
2011	5,5

4.4.1 Comparação entre os modelos Clássico, Ponderado e Nebuloso

A análise comparativa dos resultados produzidos pelo modelo Clássico, Ponderado e Nebuloso, puderam ser realizados somente até o nível das ações envolvidas no exercício de emergência nuclear, em face de falta de completude do banco de regras do Sistema Nebuloso de avaliação.

4.4.1.1 Comportamento das Ações no Centro de Emergência Local avaliadas pelos modelos Clássico, Ponderado e Nebuloso

Nas figuras 4.1, 4.2 e 4.3 representam as avaliações do Centro de Emergência Local, sendo no eixo das abscissas representadas as sete ações avaliadas durante o exercício em cada estrutura de resposta a emergência nuclear (ações de ativação, de promoção de medidas de proteção urgente, de proteção do trabalhador de emergência, de atenção à saúde, de gerenciamento de informações à população, de proteção em longo prazo e a ação de recuperação), e no eixo das ordenadas as notas recebidas durante os anos de 2007, 2009 e 2011.

Observa-se nas figuras 4.1, 4.2 e 4.3, que o comportamento do modelo Clássico, Ponderado e Nebuloso aproxima-se muito, o que sugere que as bases de regras do Sistema Nebuloso estão coerentes com os pesos do modelo ponderal e com o conhecimento dos avaliadores (Modelo Clássico).

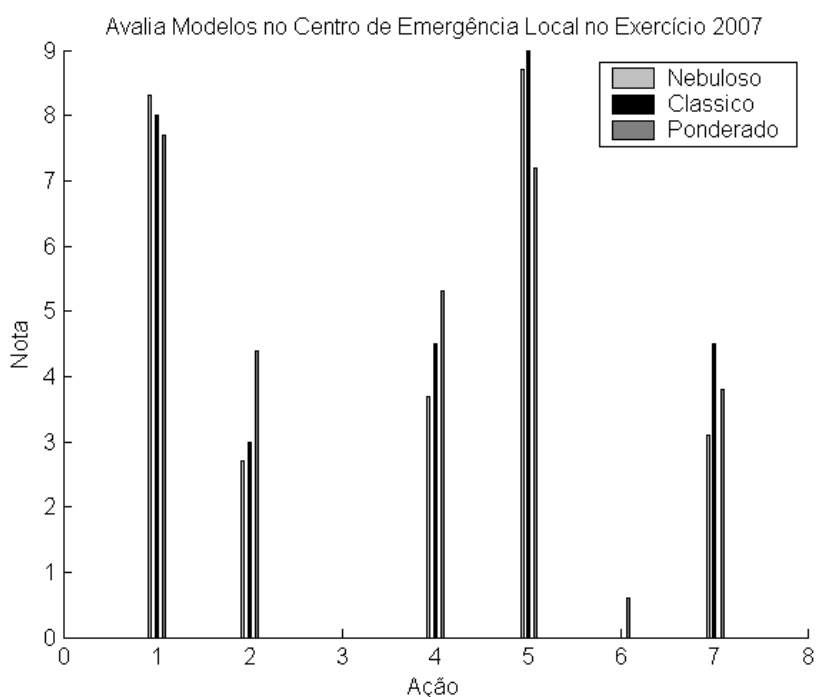


Figura 4.1 Ações do Centro de Emergência Local 2007 pelos modelos.

Observa-se uma avaliação próxima de zero para a ação de proteção do trabalhador de emergência (A3) e pós-desastre (A6), fato que se repete nos três anos (figuras 4.1, 4.2 e 4.3), refletindo pontos a melhorar.

A ação ativação do Centro de Emergência Local (A1), a ação de promoção de medidas de proteção urgente (A2) e a ação gerência de informações para a população (A5) vem melhorando progressivamente nos três anos (figuras 4.1, 4.2 e 4.3).

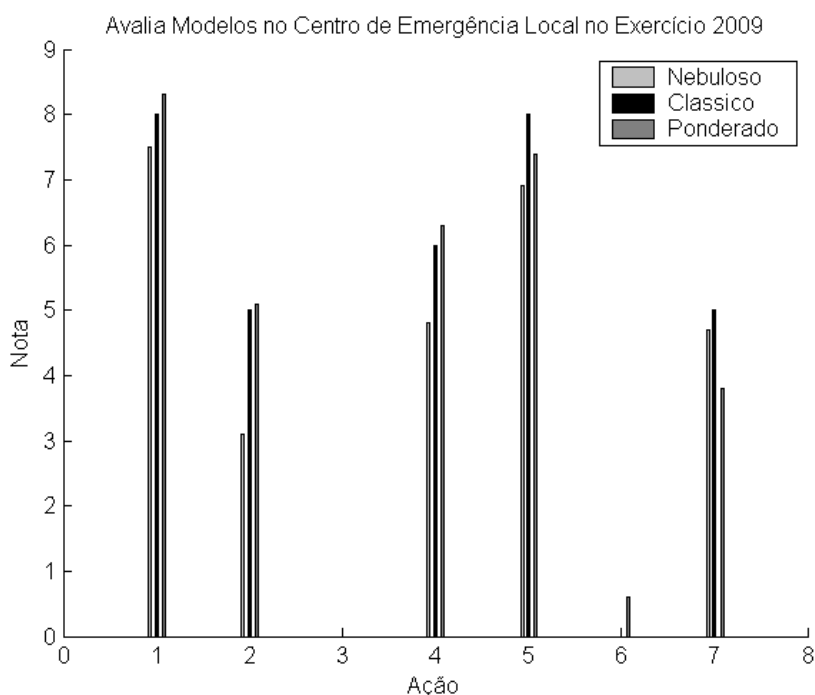


Figura 4.2 Ações do Centro de Emergência Local ano 2009 avaliada pelos modelos.

6.4.1.2 Comportamento das Ações no Centro de Emergência Regional avaliadas pelos modelos Clássico, Ponderado e Nebuloso

Nas figuras 4.4, 4.5 e 4.6 representam as avaliações do Centro de Emergência Regional, sendo no eixo das abscissas representadas as sete ações avaliadas durante o exercício em cada estrutura de resposta a emergência nuclear e no eixo das ordenadas as notas recebidas durante os anos de 2007, 2009 e 2011.

Observa-se nas figuras 4.4, 4.5 e 4.6, que o comportamento do modelo Clássico, Ponderado e Nebuloso aproxima-se muito, o que sugere que as bases de regras do Sistema Nebuloso estão coerentes com os pesos do modelo ponderal e com o conhecimento dos avaliadores (Modelo Clássico).

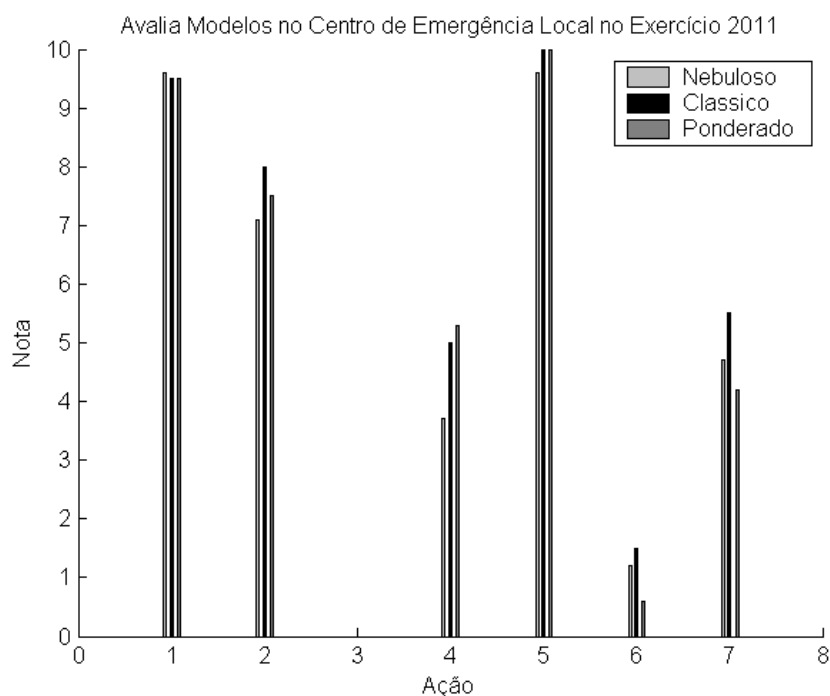


Figura 4.3 Ações do Centro de Emergência Local ano 2011 avaliada pelos três modelos.

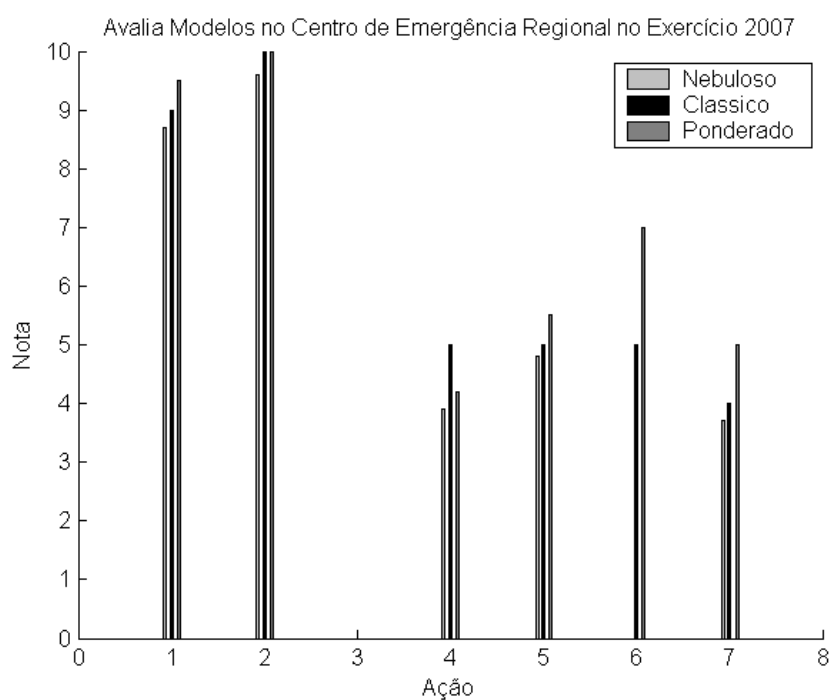


Figura 4.4 Ações do Centro de Emergência Regional ano 2007 avaliadas pelos modelos.

A ação ativação do Centro de Emergência Regional (A1), a ação de promoção de medidas de proteção urgente (A2) e a ação gerência de informações para a população (A5) vem melhorando progressivamente nos três anos (figuras 4.4, 4.5 e 4.6).

As ações pós-desastres (A6 e A7) do Centro de Emergência Regional vem apresentando uma inconstância de comportamento nos três anos observados (figuras 4.4, 4.5 e 4.6).

6.4.1.3 Comportamento das Ações no Centro de Emergência Nacional avaliadas pelos modelos Clássico, Ponderado e Nebuloso

Nas figuras 4.7, 4.8 e 4.9 representam as avaliações do Centro de Emergência Nacional, sendo no eixo das abscissas representadas as sete ações avaliadas durante o exercício em cada estrutura de resposta a emergência nuclear e no eixo das ordenadas as notas recebidas durante os anos de 2007, 2009 e 2011.

Observa-se nas figuras 4.7, 4.8 e 4.9, que o comportamento do modelo Clássico, Ponderado e Nebuloso aproxima-se muito, o que sugere que as bases de regras do Sistema Nebuloso estão coerentes com os pesos do modelo ponderal e com o conhecimento dos avaliadores (Modelo Clássico).

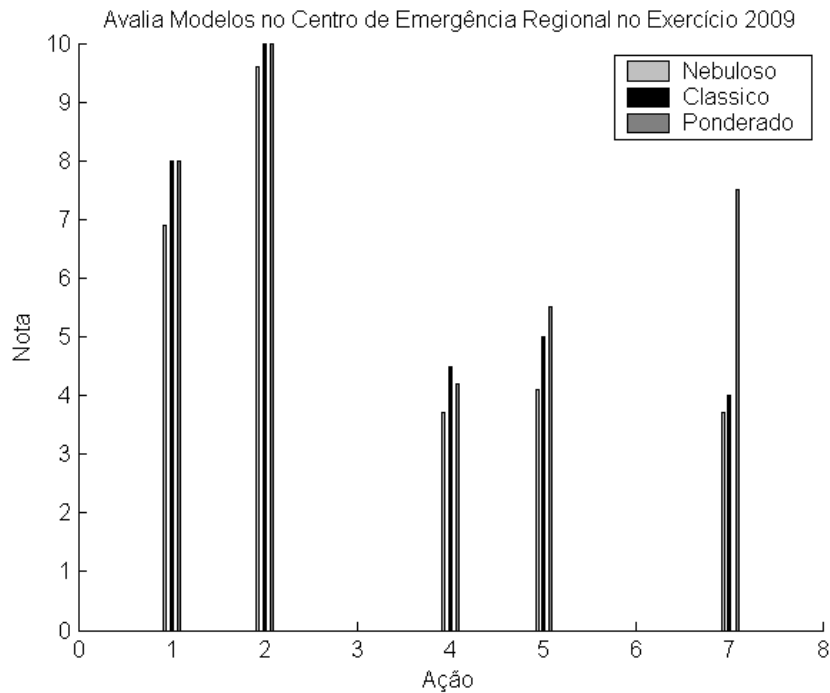


Figura 4.5 Ações do Centro de Emergência Regional ano 2009 avaliadas pelos modelos

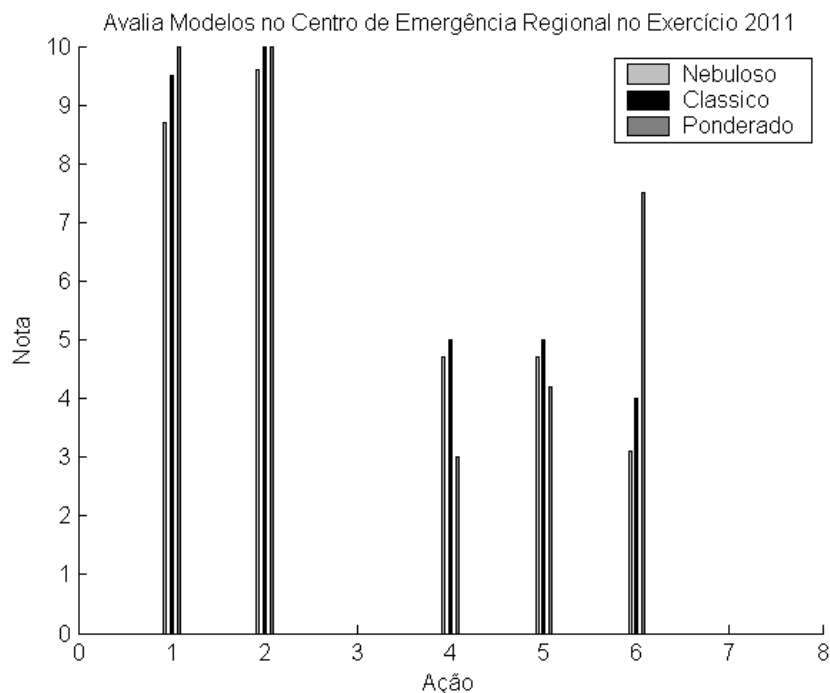


Figura 4.6. Ações do Centro de Emergência Regional ano 2011 avaliadas pelos três modelos.

Comparando-se as figuras 4.7, 4.8 e 4.9, nota-se que o sistema de resposta a emergência nuclear, se medido através do desempenho dos exercícios de emergência nuclear, está melhorando, uma vez que as avaliações das ações do Centro de Emergência Nacional vieram melhorando 2007 para 2011.

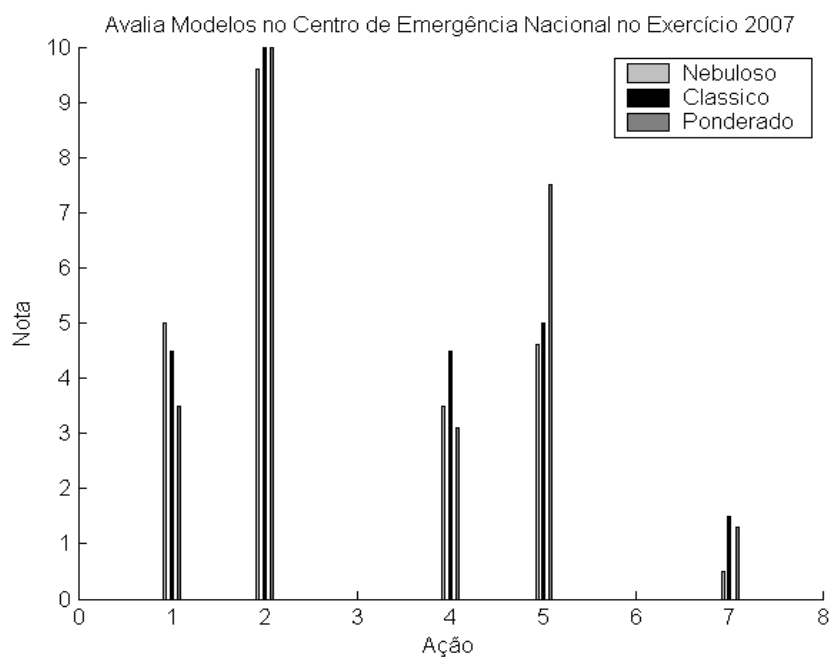


Figura 4.7 Ações do Centro de Emergência Nacional ano 2007 avaliadas pelos modelos

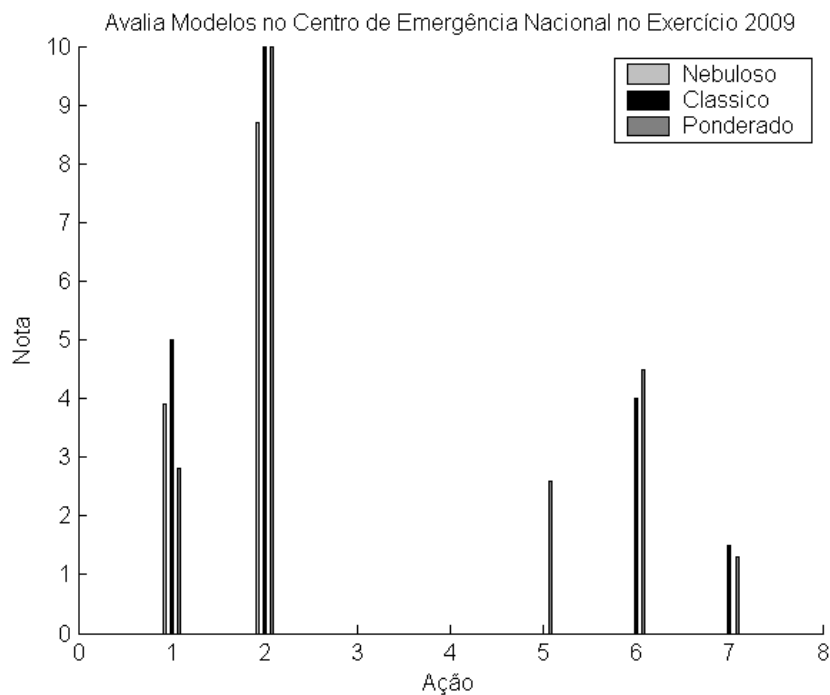


Figura 4.8 Ações do Centro de Emergência Nacional ano 2009 avaliadas pelos modelos

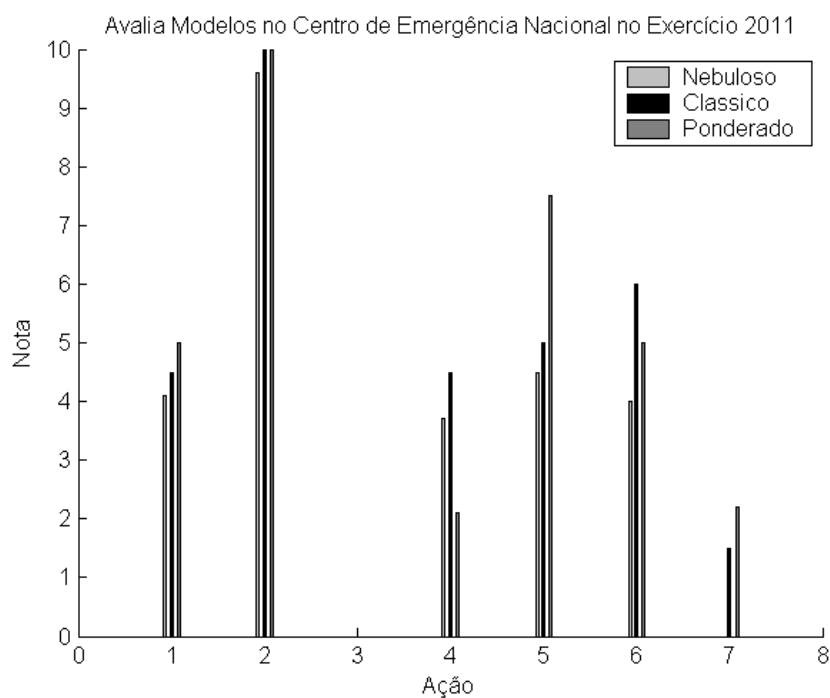


Figura 4.9 Ações do Centro de Emergência Nacional no ano de 2011 avaliadas pelos três modelos

As ações pós-desastres (A6 e A7) apresentam uma tendência de crescimento positiva de melhoria comportamento da resposta (figuras 4.7, 4.8 e 4.9).

6.4.1.4 Comportamento das Ações no Centro de Informações à População avaliadas pelos modelos Clássico, Ponderado e Nebuloso

Nas figuras 4.10, 4.11 e 4.12 representam as avaliações do Centro de de Informações à População, sendo no eixo das abscissas representadas as sete ações avaliadas durante o exercício em cada estrutura de resposta a emergência nuclear e no eixo das ordenadas as notas recebidas durante os anos de 2007, 2009 e 2011.

Observa-se nas figuras 4.10, 4.11 e 4.12, que o comportamento do modelo Clássico, Ponderado e Nebuloso aproxima-se muito, o que sugere que as bases de regras do Sistema Nebuloso estão coerentes com os pesos do modelo ponderal e com o conhecimento dos avaliadores (Modelo Clássico).

Comparando-se as figuras 4.10, 4.11 e 4.12, nota-se que o sistema de resposta a emergência nuclear, se medido através do desempenho dos exercícios de emergência nuclear, está melhorando, uma vez que as avaliações das ações do Centro de Emergência Nacional vieram melhorando 2007 para 2011.

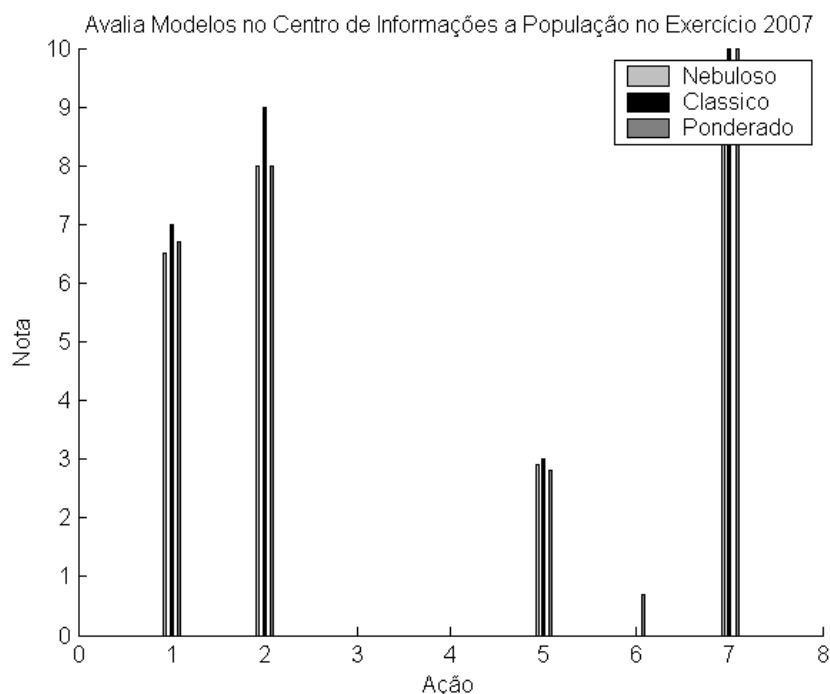


Figura 4.10. Ações do Centro de Informações à População ano 2007 avaliada pelos modelos

As ações desempenhadas no Centro de Informações à População sofreram um grande melhoramento nas suas ações no exercício de 2011 (Figura 4.10).

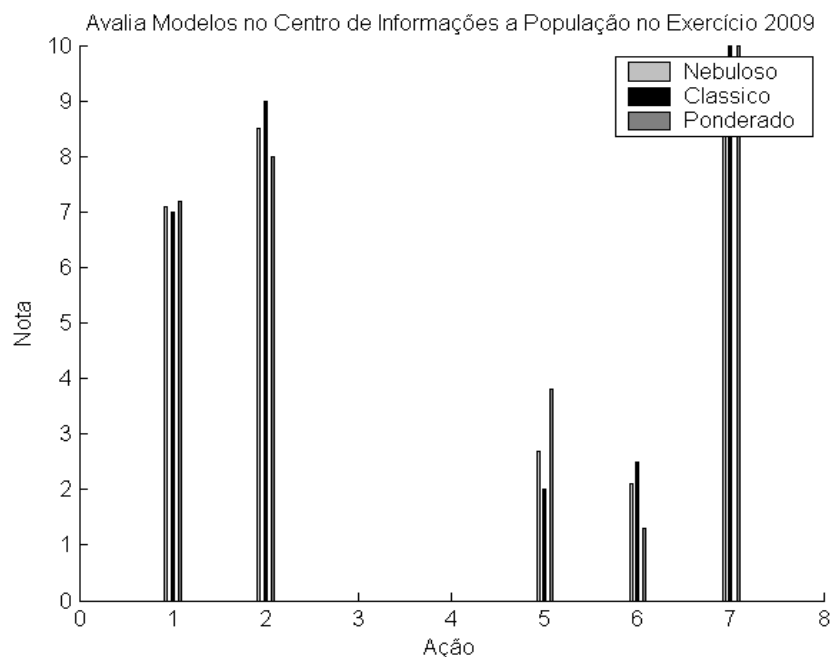


Figura 4.11 Ações do Centro de Informações à População ano 2009 avaliada pelos modelos

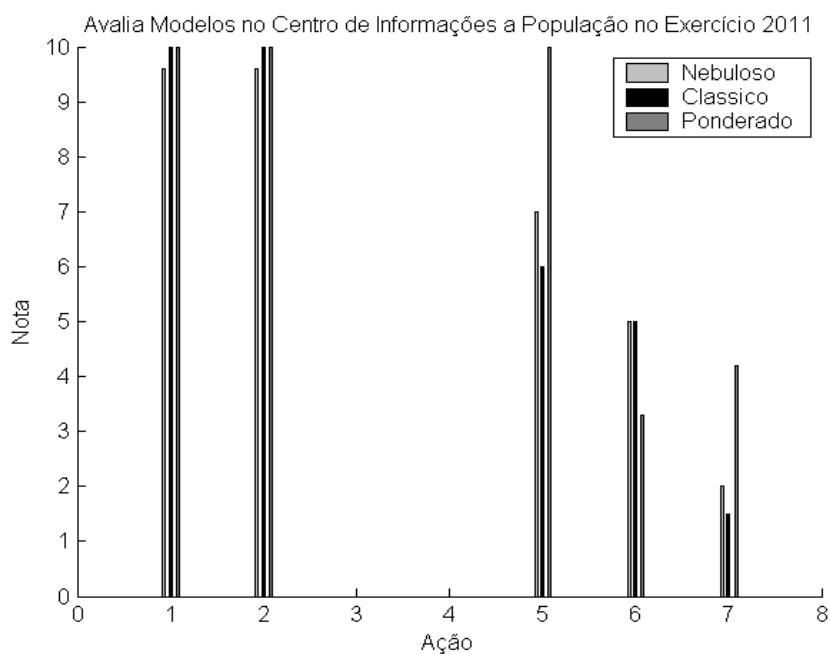


Figura 4.12. Ações no Centro de Informações à População ano 2011 avaliada pelos modelos

No próximo capítulo serão apresentadas as conclusões e recomendações.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O objetivo desta pesquisa foi contribuir para o aperfeiçoamento das estruturas de resposta à emergência nuclear, através da melhoria do sistema de avaliação de exercícios de emergência nuclear.

A modelagem de indicadores de desempenho do plano de resposta à emergência nuclear proposta teve como base a análise de desempenho das estruturas de resposta necessárias em um plano de emergência nuclear, observadas através da realização de exercícios de emergência nuclear e de referências bibliográficas existentes. A avaliação de exercícios de emergência nuclear, neste contexto, pode ser encarada como uma reorientação para uma aprendizagem melhor e para o aperfeiçoamento do sistema de resposta à emergência nuclear.

Os critérios de avaliação dos indicadores de desempenho, definidos neste trabalho, podem melhor orientar a forma com que os avaliadores devem verificar se as ações certas estão sendo executadas e se a resposta está atingindo os objetivos definidos no exercício.

Entre os resultados do modelo desenvolvido, obtiveram-se subsídios, ainda que incipientes, para a comparação entre exercícios de emergência nuclear e de modo indireto, uma análise do estado da preparação da resposta a uma situação de emergência nuclear real.

Durante a realização desta pesquisa, os indicadores de desempenho propostos, foram considerados satisfatórios e considerados passíveis de serem aplicados em exercícios ou em situações reais, fato ratificado por especialistas nesta área de trabalho.

5.1 MODELO DE INDICADORES DE DESEMPENHO

5.1.1 Aspectos positivos

O Modelo de Indicadores de Desempenho desenvolvido trabalha com avaliações celulares e desta forma consegue compor a avaliação dos tecidos, órgãos e organismo.

O sistema conseguiu atingir esta questão.

O exercício de emergência nuclear possui em sua execução, estruturas de diferentes portes, logo os indicadores de desempenho apresentam especificidades distintas para cada estrutura de resposta a ser avaliada. O resultado do exercício é a resultante da avaliação do desempenho de todas as estruturas. Esta forma de construir a avaliação propicia isto.

O modelo de análise das estruturas de resposta à emergência nuclear, através de ações classificadas como de ativação do sistema, medidas de proteção urgente, proteção do trabalhador de emergência, ações atenção à saúde, gestão das informações, traduz completamente as necessidades de pronta resposta à emergência nuclear. Estas ações estão voltadas à condição de organização da resposta, proteção rápida da população, dos trabalhadores da emergência, bem como a preservação do meio ambiente. Já as ações proteção em longo prazo e de reconstrução, também propostas, relacionam-se com a evolução na fase de pós-acidente, fundamental para a condição de vida futura nas áreas afetadas e redução de agravos à saúde da população. Assim sendo, dividir analiticamente a avaliação das estruturas de resposta exercícios através do formato estabelecido, traz uma possibilidade real de melhoria na preparação da resposta, obtida da análise do desempenho dos exercícios de emergência nuclear.

O estabelecimento da dependência funcional das ações divididas atividades e estas em indicadores facilitaram a análise de necessidades para cada uma das estruturas avaliadas.

Outro ponto positivo a ser destacado no modelo de indicadores é que a criação de critérios de desempenho, que bem definidos podem facilitar o trabalho dos avaliadores.

5.1.2 Aspectos negativos

Existem alguns critérios de desempenho que poderiam ser mais colimados para facilitar os avaliadores, embora estes critérios tenham sido objeto de pesquisa com especialistas em avaliação de exercícios de emergência nuclear. A justificativa de sua manutenção neste estado da arte baseia-se no aspecto levantado por uma das correntes de especialistas consultada, que considera que caso os critérios de desempenho forem muito fechados, perder-se-ia parte da sensibilidade da análise realizada pelos

avaliadores.

5.2 MODELOS DE AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DESENVOLVIDOS PARA AVALIAÇÃO DOS EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

Após a construção do Modelo de Indicadores, estabeleceu-se a necessidade de avaliação prática deste Modelo. Para tanto, desenvolveram-se duas abordagens para avaliar o desempenho dos exercícios de emergência nuclear o Modelo de Sistema Nebuloso e o Modelo de Média Ponderada.

Apesar da pequena quantidade de dados para validar os modelos, buscou-se uma avaliação comparativa entre os resultados de uma avaliação via modelo Nebuloso e Ponderado com o modelo clássico, este último composto por questionários fechados.

5.2.1 Modelo de Média Ponderada

i. Aspectos positivos

Verificou-se que o Modelo de Média Ponderada para Avaliação de Exercícios de Emergência mostrou-se coerente com o Modelo Clássico em todos os seus níveis.

ii. Aspectos negativos

Os números de casos e a quantidade de dados avaliados, não podem garantir integralmente a validação do modelo.

Provavelmente, após uma maior utilização prática deste Modelo, haja a necessidade de rever os pesos considerados nesta primeira aproximação para os elementos que compõem a dependência funcional.

5.2.2 Modelo de Sistema Nebuloso

i. Aspectos positivos

O Modelo de Sistema Nebuloso muito se aproximou das curvas do Modelo Ponderado e do Clássico, até o nível de comparação entre as ações das diferentes estruturas, entretanto o Modelo não pode ser integralmente validado, dada a falta de completude do banco de regras.

A utilização de uma base de regras conservadora pode ter sido uma das causas dos bons resultados do Modelo de Sistema Nebuloso para Avaliação de Exercícios de Emergência de um Plano de Emergência Nuclear.

A formulação da base de regras pode tornar-se complexa dependendo do número de entradas em cada camada, podendo gerar uma explosão combinatória de regras.

Os números de casos e a quantidade de dados avaliados, bem como a falta de completude do banco de regras do Modelo, não podem garantir integralmente a validação do modelo.

Pode-se observar grande dificuldade na captura do conhecimento humano na construção de um sistema nebuloso, como no caso da base de regras para a avaliação das estruturas de resposta (soluções de consenso).

5.3 RECOMENDAÇÕES

Existe a necessidade de alguns aperfeiçoamentos para transformar este protótipo de Modelo de Sistema Nebuloso para Avaliação de Exercícios de Emergência de um Plano de Emergência Nuclear em produto acabado, dentre as necessidades podem ser destacadas:

5.3.1 Modelo de Indicadores de Desempenho

- i. No Modelo de Indicadores provavelmente serão necessários ajustes na descrição dos indicadores e critérios de desempenho, visando tornar o sistema mais moldado ao usuário final. Este desenvolvimento provavelmente ocorrerá pelo uso.
- ii. Os critérios de desempenho poderão ser mais colimados. Isto provavelmente se dará pelo uso do sistema e eventuais aperfeiçoamentos das metas estabelecidas para cada indicador.

5.3.2 Modelo de Avaliação utilizando Média Ponderada

- i. Os pesos da avaliação deverão ser reavaliados quando houverem um maior universo de casos e a quantidade de dados.

5.3.3 Modelo de Avaliação utilizando Sistema Nebuloso

O modelo de Avaliação Nebuloso para ser validado carece de uma melhor definição de alguns parâmetros

- i. Reavaliação dos parâmetros de ajuste do sistema, como variáveis lingüísticas, funções de pertinência, intervalos de discretização e normalização, estrutura da base de regras e conjunto básico de regras.
- ii. Aperfeiçoamento das propriedades da base de regras como a completude, consistência, interação e robustez. Esta última, a robustez, relaciona-se com a sensibilidade do sistema frente a ruídos ou algum comportamento incomum não modelado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, D. "Principles of Emergency planning and Management". *Harpندن: Terra Publishing*. ISBN 1-903544-10-6, 2002.

ALLARD, CARL K. *Command, Control, and the Common Defense*. October 1996.

ARAUJO, J. B. *Um Modelo de Indicadores Crítico para Ações Regulatórias Baseados em uma APS Nível 1*. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023:2002: *Informação e documentação – referências - Elaboração*. Rio de Janeiro, 2002.

_____. NBR 6024:2012: *Informação e documentação – numeração progressiva das seções de um documento – Apresentação*. Rio de Janeiro, 2012.

_____. NBR 6027:2003: *Informação e documentação – Sumário – Apresentação*. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR 6028:2003: *Informação e documentação – Resumo – Apresentação*. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR 10520:2002: *Informação e documentação – Citações em documentos – Apresentação*. Rio de Janeiro, 2002.

_____. NBR 14724:2011: *Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos – Apresentação*. Rio de Janeiro, 2011.

ATOMIC ENERGY CONTROL BOARD. "Recommended Criteria for the Evaluation of Onsite Nuclear Power Plant Emergency Plans": *Basis document*. Volume 1, Project No. 9.127.1, AECB, Ottawa. 1997.

BAUER P., S. Nouak; WINKLER R. "A brief course in fuzzy logic and fuzzy control". Disponível em: <<http://www.flll.unilinz.ac.at/fuzzy/introduction.html>>. Acesso em: April 2008.

BUCHANAN, S. "Emergency preparedness". *Preservation Issues and Planning*. Chicago: *American Library Association*. 2000. 159-165. ISBN 978-0-8389-0776-4.

CARPINETTI, L. C. R. “Proposta de um modelo conceitual para o desdobramento de melhorias estratégicas”. *Gestão & Produção*. v.7, no.1, 2000.

CASTRO A. L. C. *Manual de Desastres*. Brasília: MIN 2003.

CASTRO J. L. “Fuzzy logic controllers are universal approximations”. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 25(4):629 – 635, Abril 1996.

COELHO, W. “Descubra oito erros de avaliação”. Disponível em: <<http://www.rh.com.br/Portal/Desempenho/Dicas/5294/descubra-os-oito-erros-no-processo-de-avaliacao.htm>>. Acesso em: Fev. 2010.

CURY, Fred C. “Disasters and Development”. Oxford: *Oxford University Press*. 1983.

D’AMORE R. “Controlador nebuloso com detecção de regras ativas”. *Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente*. pp. 313–318., Setembro 1997.

DRIANKOV D., HELLENDORN H., REINFRANK M. *An Introduction to Fuzzy Control*. Springer-Verlag, 1993.

DUBOIS D., HENRY P. “Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications”. *Academic Press*, New York, 1980.

_____. “Possibility Theory”. *Plenum Press*, New York, 1988.

FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY. REP 12. *Guidance on Offsite Emergency Radiation Measurement Systems Phase 2 -The Milk Pathway*. September 1987.

_____. REP 15. *Radiological Emergency Preparedness Exercise Evaluation Methodology*. Washington .1991.

GOMIDE F. A. C. “Conceitos fundamentais da teoria de conjuntos fuzzy, lógica fuzzy e aplicações”. *Sixth International Fuzzy Systems Association World Congress/ Tutorials - IFSA95*. pp 01 – 38, July 1995.

HARRALD, J. “Agility and Discipline: Critical Success Factors for Disaster Response”. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science* 2006; 604; 256.

INSTITUTE OF NUCLEAR POWER OPERATIONS. 88-019: *Emergency Preparedness Drill and Exercise Manual*. Atlanta. 1998.

INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA. *Norma para a Elaboração Gráfica de Teses/Dissertações*. COPPE/UFRJ. Revisada em 10 set 2010, Rio de Janeiro, 2010.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. EPR MEDICAL: *Generic Procedures for Medical Response during Nuclear or Radiological Emergency*. IAEA, Vienna. 2005.

_____. EPR METHOD: *Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency*. IAEA, Vienna. 2003.

_____. GS-R2: *Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency*. IAEA, Viena, 2002.

_____. SS 109: *Intervention Criteria in a Nuclear or Radiation Emergency*. IAEA, Vienna, 1994.

_____. SS 115 TRS 152: *Evaluation of Radiation Emergencies and Accidents: Selected Criteria and Data*. IAEA, Vienna, 1974.

_____. SS 115 TRS 363: *Guidelines for Agricultural Countermeasures Following an Accidental Release of Radionuclides*. IAEA, Vienna, 1994.

_____. SS 55: *Planning for Off-site Response to Radiation Accidents in Nuclear Facilities*. IAEA, Vienna, 1981.

_____. SS 73: *Emergency Preparedness Exercises for Nuclear Facilities: Preparation, Conduct and Evaluation*. IAEA, Vienna, 1985.

_____. SS 81: *Derived Intervention Levels for Application in Controlling Radiation Doses to the Public in the event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency*. IAEA, Vienna, 1986.

_____. TECDOC 1092: *Generic Procedures for Monitoring in a Nuclear or Radiological Emergency*. IAEA, Vienna, 1999.

_____. TECDOC 1162: *Development of an extended framework for emergency response criteria*. IAEA, Vienna, 2000.

_____. TECDOC 953: *Method for the Development of Emergency Response Preparedness for Nuclear or Radiological Accidents*. IAEA, Vienna, 1997.

_____. TECDOC 955: *Generic Assessment Procedures for Determining Protective Actions during a Reactor Accident*. IAEA, Vienna, 1997.

_____. EPR EXERCISE: *Preparation, Conduct and Evaluation of Exercises to Test Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency*. IAEA, Vienna, 2005.

INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. *Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives*. Preliminary version. Geneva, Switzerland: UN/ISDR, 2002.

JAFFIN, B. “Emergency Management Training: How to Find the Right Program”. *Emergency Management Magazine*, 2008.

KAPLAN, R. S., NORTON, D. P. “The balanced scorecard – measures that drive performance”. *Harvard Business Review*, Jan-Fev. pp 71-79. 1992.

KARR C. “Adaptive Control with Fuzzy Logic and Genetic Algorithms”. *Fuzzy Sets, Neural Networks and Soft Computing*, (R.R. Yager, L.A. Zadeh, eds), 1994.

KEITH F. E. “Limiting Values of Radionuclide Intake and Air Concentration and Dose Conversion Factors for Inhalation, Submersion, and Ingestion”. Federal Guidance Report N°. 11, *Environmental Protection Agency*, Washington, D.C., September 1988.

KIENITZ K. H. “A fuzzy control method based on possibility distributions”. In *II Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente*, pp. 79 – 84, Curitiba, Set. 1995.

KLIR G. J., T. A. Folger. “Fuzzy Sets, Uncertain and Information”. *Prentice Hall, Englewood Cliffs - New Jersey*, 1988.

KOSKO B. “Neural Networks and Fuzzy Systems”. *Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ*, 1992.

- KOTONYA G. *Requirements Engineering: Processes and Techniques*. 1998.
- LAMAS, P. V., GARRIDO R H. “Un enfoque de programación estocástica para logística de emergencias por desastres naturales”. *Anais do XVI Congresso Pan-Americano de Engenharia de Tráfego e Transportes e Logística*. IST, Lisboa, 2010.
- LARKINS, J. T. “Nuclear-Power-Plant-Severe-Accident Research Plan”. *U. S. Nuclear Regulatory Commission*, Washington, D.C., Jan. 1983.
- LARSEN, P. M. “Industrial Applications of Fuzzy Logic Control”. *Academic Press, Inc.*, London, 1981.
- LEBAS, M. J. “Performance measurement and performance management”. *International Journal of Production Economics*. Nº 41. pp 23-35. 1995.
- LEE C. C. “Fuzzy logic in control systems”: Fuzzy logic controller (part i). *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 20(2):404 – 418., March/April 1990.
- LIMA E SILVA, P. P., 2003, *Sistema Holístico de Avaliação de Impactos Ambientais de Projetos Industriais*. Tese de Doutorado, UFRJ, PPGG/IGEO, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- LIN C.T. “A neural fuzzy control system with structure and parameter learning”. *Fuzzy Sets and Systems*, pp (70):183 – 212., 1995.
- LINDELL, M., PRATER, C., PERRY, R. *Fundamentals of Emergency Management*. 2006.
- MANDANI E. H. “Advances in the linguistic synthesis of fuzzy controllers”. *Int. J. Man-Mach. Stud.*, pp. 8:669 – 678.1976.
- MARTINS, R. A., 1999, *Sistemas de medição de desempenho: Um modelo para estruturação do uso*. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo. SP, Brasil.
- MAY, C. “Defense in depth: Foundation for secure and resilient IT Enterprises”. *CERT Program*, September 2006.

MCKENNA T. J. “Source Term Estimation During Incident Response to Severe Nuclear Power Plant Accidents”. NUREG-1228, *U. S. Nuclear Regulatory Commission*, Washington, D.C., October 1988.

MEYES, C. “How the right measures help teams excel”. *Harvard Business Review*. v 72. no. 3. Mai-Jun. pp 95-63. 1994.

NACIONAL DEFENSE NEW ZEALAND, “National Civil Defense Emergency Management Strategy 2007”, page 5. *Department of Internal Affairs*, Wellington, New Zealand, 2008. ISBN 0-478-29453-0.

NEELY, A. et al. “Performance measurement system design: A literature review and research agenda”. *International Journal of Production Economics*. Nº. 4, pp 80-116, 1995.

NOBLE, J. S. “An integrated dynamic performance measurement system for improving manufacturing competitiveness”. *International Journal of Production Economics*. Nº. 48, pp 207-225. 1997.

O’MARA, C. E. et al. “Performance measurement and strategic change”. *Managing Service Quality*. v 8, no. 3, pp 179-182; 1998.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, “Radiation Protection Second International Nuclear Emergency Exercise INEX 2: Final Report of the Canadian Regional Exercise”, *OECD Nuclear Energy*, 15 (2001) 1-69.

ROCHEDO E.R.R., AMARAL E.C.S., GODOY J.M., et al. *Draft of Critérios Técnicos na área de planejamento e preparação para as ações de resposta a emergências CNEN 2.01*. Rio de Janeiro 2003.

RUA M. G. “Estudo de Indicadores”. 2005. Disponível em: <<http://pr.gov.br/sepl/estudoindicadores.ppt>>. Acesso em: 14 jun. 2011.

SOFFER L. “Accident Source Terms for Light Water Nuclear Power Plants” .U.S. NRC, NUREG-1465, *Draft for Comment*, June 1992.

STALK, G. J. “Time – the next source of competitive advantage”. *Harvard Business Review*, Jul-ago, pp 41-51. 1988.

SUWIGNJO, P. *et al.* *Quantitative models for performance measurement system.* *International Journal of Production Economics*. Nº. 64. pp. 231-241. 2000.

TAKASHINA, N. T. & FLORES, M. C. X. *Indicadores da qualidade e do desempenho: Como estabelecer metas e medir resultados.* Rio de Janeiro. Qualitymark Editora, 1999.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 402 R92-001: *Manual of Protective Action Guides and Protective Actions for Nuclear Incidents.* Washington, DC, USA., May 1992.

_____. 402 R93-081: *External Exposure to Radionuclides in Air, Water, and Soil*”, *Federal Guidance Report.* Washington, DC, USA., September 1993.

U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION. 0369: *Planning Basis for the Development of State and Local Government Radiological Emergency Response Plans in Support of Light Water Nuclear Power Plants.* Washington, DC, USA, 1978.

_____. 0654: *Criteria for Preparation and Evaluation of Radiological Emergency Response Plans and Preparedness in Support of Nuclear Power Plants.* Washington, D.C., November 1980.

_____. 600: *Investigation Into the March 28, 1979, Three Mile Island Accident by the Office of Inspection and Enforcement, U. S. Nuclear Regulatory Commission.* Washington, D.C., August 1979.

_____. CR-0388 SAND 78-269: *Accident Descriptions for Emergency Response Exercise Scenarios.* Washington, 1978.

_____. 1210: *Pilot Program: NRC Severe Reactor Incident” Response Training Manual.* Washington, DC, USA.1987.

_____. 75/014: *Reactor Safety Study: An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Nuclear Power Plants, App. VI, Calculation of Reactor Accident Consequences.* Washington, D.C., October 1975.

VARELLI, L. L. “Um panorama sobre o Estado da Arte do Debate sobre Indicadores”. GT Indicadores da Plataforma das Contrapartes da NOVIB, texto parte da Oficina I; *Série Indicadores.* Nº 2, Mar. 2005.

WALKER, P. "International Search and Rescue Teams. A League Discussion Paper". Geneva: *League of the Red Cross and Red Crescent Societies*, 1991.

WHITE, G. P. "A survey and taxonomy of strategy-related performance measures for manufacturing". *International Journal of Operations & Production Management*. v 16, no. 3, pp 42-61. 1996.

WISLER, B., BLAIKIE P., CANNON T., et al. *At Risk - Natural hazards, people's vulnerability and disasters*. Wiltshire: Rutledge. ISBN 0-415-25216-4, 2004.

ZADEH, L. A., *Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility*, *Fuzzy Sets and Systems* 1, 3-28, 1978.

ZSAMBOK, C. E. "Advanced Team Decision Making In C2 Settings". Proceedings of the 1993 Symposium on Command and Control Research. McLean, VA: *Science Applications International Corporation*, 45-52, 1993.

APÊNDICE 1

PLANO DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

APÊNDICE 1

PLANO DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

Planos de resposta a situações de emergência nuclear, operam com níveis específicos de intervenção para cada situação prevista no planejamento. Desta forma, os níveis de intervenção orientam as decisões sobre quais as medidas de proteção apropriadas para cada situação AIEA-SS-55 (International Atomic Energy Agency, 1981).

Durante um acidente nuclear, as suas características e as condições locais orientam a aplicação das medidas de proteção à população. As decisões relativas à adoção de medidas de proteção urgente à população baseiam-se nas condições do reator, na integridade das estruturas de defesa em profundidade, na probabilidade de liberações de materiais radioativos para o meio ambiente, nas condições ambientais (meteorológicas, entre outras) e na relação entre doses evitadas e riscos associados com a aplicação das medidas de proteção, segundo as recomendações de boas práticas AIEA-SS-55 (International Atomic Energy Agency, 1981).

As medidas de proteção visam à proteção de todos os indivíduos pertencentes a uma população potencialmente exposta.

Os agentes de um sistema de resposta à emergência nuclear devem empenhar esforços para evitar efeitos determinísticos graves. Assim sendo, todas as intervenções em áreas classificadas devem ser justificadas, isto é, a aplicação da medida de proteção deve trazer mais benefício do que dano.

AP.1.1 NÍVEIS DE AÇÕES EMERGENCIAIS EM UM ACIDENTE NUCLEAR

Segundo o documento NUREG 0654 (U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1980), as classes de emergências estabelecidas para um acidente nuclear são Alerta, Emergência de Área da Instalação Nuclear e a Emergência Geral.

AP.1.1.1 Alerta

A declaração do estado de Alerta em uma emergência nuclear é instaurada, quando algum evento não programado ocorre em uma instalação nuclear, provocando um decréscimo ainda mal definido no nível de proteção para os indivíduos do público ou trabalhadores no local.

No estado de Alerta, as organizações de resposta à emergência da instalação nuclear e de seu entorno são acionadas para organizarem-se para uma possível aplicação do plano de emergência nuclear estabelecido. Entretanto para quaisquer outras ações ou procedimentos são necessárias avaliações adicionais.

AP.1.1.2 Emergência de Área

A declaração do estado de emergência de área ocorre quando algum evento não programado ocorre em uma instalação nuclear, provocando um declínio do nível de proteção para os indivíduos do público ou os trabalhadores na instalação.

Entre os fatores que poderiam gerar a declaração do estado de emergência na área da instalação nuclear estão a diminuição no nível de proteção do núcleo, do nível de proteção combustível queimado, das condições em que qualquer falha adicional pudesse resultar em danos no núcleo ou combustível queimado, bem como a existência de doses na instalação nuclear ou em seu entorno, que se aproximem dos níveis de intervenção para ações protetoras urgentes. Nesta classe são realizadas ações de controle de dose dos trabalhadores na instalação assim como ações protetoras fora dela.

AP.1.1.3 Emergência Geral

A declaração do estado de emergência geral é determinada, quando algum evento não programado ocorre em uma instalação nuclear, resultando em risco real de liberação, que necessite a implementação de ações protetoras urgentes fora da instalação nuclear.

Nessa classe são realizadas ações protetoras urgentes para com os indivíduos do público que se encontrem próximos à planta.

AP.1.2 FASES DE UM ACIDENTE NUCLEAR

Segundo ROCHEDO e colaboradores (ROCHEDO, 2003), a classificação das fases de um acidente nuclear pode ser considerada importante, uma vez que em cada fase, as vias de exposição e contaminação podem ser distintas e, podendo requerer diferentes ações de proteção.

No estabelecimento de princípios gerais de proteção radiológica na resposta á situações de emergências, há um consenso internacional de que o problema deva ser tratado identificando-se três fases temporais na organização da resposta.

Essas fases são denominadas inicial, intermediária e final (ou de recuperação).

AP.1.2.1 Fase Inicial

A fase inicial engloba o período que vai desde a possibilidade de liberação de radionuclídeos para o meio ambiente, até a fonte estar novamente controlada, incluindo o período de liberação. Esta fase pode ter duração de algumas horas até dias (International Atomic Energy Agency, 2003).

No primeiro momento da fase inicial há uma fonte de radiação potencial, chamada genericamente de termo-fonte potencial, que se tenta controlar, isolar ou eliminar (International Atomic Energy Agency, 2003).

A fase inicial pode ser dividida em dois períodos, sob o ponto de vista de implementação das medidas de proteção e de conhecimento da situação: o período imediatamente seguinte ao início do acidente (possivelmente antes de ter ocorrido uma liberação), quando pouca informação está disponível sobre a magnitude e natureza da liberação; e o período subsequente, quando medidas ambientais ou do termo-fonte permitem uma avaliação mais precisa das conseqüências da liberação no meio ambiente (ROCHEDO, 2003).

Durante o primeiro período, o tempo envolvido na execução das ações de evacuação, “abrigagem”, administração de iodo estável e controle de acesso são críticos para minimizar as exposições, No segundo período, informações sobre as taxas de dose, dados meteorológicos e/ou projeções de dose para os centros populacionais em toda a

zona de planejamento de emergência, são necessários para orientar a tomada de decisão em curto prazo (primeiras 24 horas), decidir quanto à continuidade da aplicação das medidas de proteção já adotadas, ou implementar as medidas de proteção adicionais julgadas necessárias (ROCHEDO, 2003).

Na fase inicial, muitas decisões a respeito do controle do acidente são tomadas, quando a informação existente sobre o que está ocorrendo, ainda são pouco conhecidas.

As decisões, em geral, são baseadas em doses projetadas, que têm necessariamente certo grau de incerteza. Assim sendo, para que se adotem medidas de proteção, são necessários que existam informações baseadas em cálculos de dose, que levem em conta, por exemplo, a evolução do termo-fonte com o tempo, concentrações populacionais, condições meteorológicas, relevo e a vegetação local. É necessário ainda, que se estime, antecipadamente, se estas opções irão resultar em um benefício real para a população (ROCHEDO, 2003).

Na fase inicial, as decisões que visam minimizar as doses de radiação na população são baseadas, predominantemente, na seqüência de eventos e nas condições da instalação que possam ser identificadas com antecedência. Nesta fase, a maior dificuldade para decidir que ações de proteção seriam tomadas, reside na necessidade de prever o curso do acidente. Neste ponto, diversos itens são levados em consideração, como por exemplo, as condições meteorológicas (International Atomic Energy Agency, 2003).

As principais vias de exposição a serem consideradas na fase inicial são a exposição externa e a contaminação interna. A primeira ocorre devido às radiações provenientes da própria instalação, da nuvem radioativa, de radionuclídeos depositados no meio ambiente (solo, casas, estradas etc.) bem como da contaminação de indivíduos, particularmente, na pele, nos vestuários e em objetos de uso corrente. Já a segunda (contaminação interna), decorre devido à inalação de radionuclídeos provenientes da nuvem radioativa, conforme a recomendação da AIEA-SS-115 (International Atomic Energy Agency, 1996).

As ações de proteção implantadas nesta fase inicial visam evitar efeitos determinísticos agudos e reduzir, tanto quanto possível, o risco de efeitos tardios, sendo

compostas por permanência no interior de edificações (abrigagem), evacuação e a administração oral de iodo estável. De modo complementar pode-se recomendar o controle de acesso, a proteção da pele, a proteção respiratória e a descontaminação de pessoas, conforme a recomendação da AIEA-SS-115 (International Atomic Energy Agency, 1996).

AP.1.2.2 Fase Intermediária

A fase intermediária principia-se algumas horas após o início da liberação de radionuclídeos e pode estender-se por dias ou semanas. Nesta fase, a maior parte da liberação já ocorreu e, a não ser que se trate predominantemente de gases nobres, é provável que quantidades significativas de radionuclídeos estejam depositadas no solo (ROCHEDO, 2003).

Nesta fase são realizadas medições para determinar os campos de radiação provenientes de radionuclídeos depositados no solo, bem como da contaminação de água, alimentos e ar. Essas medidas são necessárias para manter ou alterar as decisões previamente tomadas com base nas doses projetadas e, também, para nortear a adoção de novas medidas. Exemplo disso pode-se observar nos casos em que a quantidade de radionuclídeos depositados em amplas áreas for elevada, a fase intermediária pode se prolongar e neste caso, as ações de proteção podem ser aplicadas em áreas distantes da instalação nuclear, o que pode compreender diferentes grupos populacionais (ROCHEDO, 2003).

As principais vias de exposição a serem consideradas na fase intermediária são a exposição externa que ocorre devido às radiações provenientes de radionuclídeos depositados no solo e outras superfícies terrestres e a exposição interna que resulta da ingestão de água e alimentos contaminados, conforme AIEA-EPR-MEDICAL (International Atomic Energy Agency, 2005).

Na fase intermediária já estão disponíveis diversos resultados de medidas radiométricas e de concentração de radionuclídeos ao longo das diversas vias da cadeia trófica. Deste modo, é possível estimar com maior precisão as doses de radiação que serão recebidas pelos diversos segmentos da população, conforme NUREG-0654 (U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1980).

A tomada de decisão, no que diz respeito às medidas de proteção a serem aplicadas, é mais confiável e seletiva do que na fase inicial, pois já deve ter havido consulta a diversas instituições, autoridades e especialistas envolvidos no atendimento às emergências.

As medidas de proteção aplicadas durante a fase intermediária têm como objetivo a limitação dos riscos de efeitos somáticos tardios e/ou hereditários. Estas ações deverão, portanto, reduzir a dose coletiva com benefício líquido para os indivíduos. As principais ações a serem implantadas para atingir tal objetivo compreendem as restrições à produção, comercialização e/ou consumo de alimentos; restrições quanto ao consumo de água; procedimentos de descontaminação; e relocação ou reassentamento da população, conforme a AIEA-SS-115 (International Atomic Energy Agency, 1996).

AP.1.2.3 Fase Final

Na fase de final ou de recuperação são tomadas decisões que dizem respeito ao retorno à normalidade das áreas afetadas pelo acidente. Planeja-se nesta fase a suspensão gradual das ações corretivas implementadas nas fases inicial e intermediária. As principais vias de exposição da população às radiações, assim como as medidas de proteção recomendáveis, nessa fase são similares às aquelas da fase intermediária (ROCHEDO, 2003).

Esta fase estende-se de algumas semanas até anos após o acidente, dependendo da natureza e magnitude da liberação. Monitorações ambientais ainda são necessárias, bem como possíveis descontaminações para o restabelecimento das condições de vida normal. Restrições a certas atividades podem continuar por longos períodos. Assim, restrições à agricultura ou ao consumo de certos alimentos podem ser mantidas em longo prazo nas regiões afetadas (ROCHEDO, 2003).

Para que as ações corretivas sejam suspensas, é necessário assegurar que a contaminação do meio ambiente tenha sido suficientemente reduzida devido a diversos fatores, dentre os quais se incluem o decaimento radiativo, a redução de intempéries e os processos de descontaminação. Há, ainda, necessidade de que sejam considerados fatores sociais, culturais, psicológicos, econômicos e técnicos, além das doses de

radiação estabelecidas para orientarem as decisões relativas à fase de recuperação. Em muitos casos, tratam-se do retorno de populações às suas casas, locais de trabalho e às suas atividades normais e diárias, de acordo com AIEA-EPR-METHOD-2003 (International Atomic Energy Agency, 2003).

O estabelecimento de limites de dose de radiação para retorno de populações para áreas já liberadas não pode ser rígido, devido às razões expostas acima. Deve-se, entretanto, aplicar a técnica de análise de risco-benefício, considerando-se fatores radiológicos, econômicos e sociais, conforme a AIEA-SS-109 (International Atomic Energy Agency, 1994).

AP.1.3 ZONAS DE PLANEJAMENTO DE EMERGÊNCIA

A International Atomic Energy Agency (AIEA), no documento técnico número 953 de 1997 (International Atomic Energy Agency, 1997), define como Zona de Planejamento de Emergência (ZPE), a área ao redor de uma instalação nuclear na qual são planejadas as medidas de proteção previstas em um plano de resposta à emergência nuclear. As Zonas de Planejamento de Emergência são classificadas conforme regiões de ações preventivas, de controle ambiental e de acompanhamento ambiental.

AP.1.3.1 Zona de Ações Preventivas

A Zona de Ações Preventivas é a área pré-determinada ao redor da instalação a qual medidas de proteção são planejadas para serem implementadas de forma urgente e preventiva, a partir da declaração de emergência geral. O objetivo neste caso é reduzir substancialmente o risco de efeitos determinísticos para a saúde pela aplicação imediata das medidas de proteção antes da liberação de materiais radioativos para o meio ambiente.

AP.1.3.2 Zona de Controle Ambiental

A zona de controle ambiental é a área pré-determinada ao redor da instalação onde preparações são feitas para programar ações de proteção, baseadas em medidas de monitoração ambiental.

AP.1.3.3 Zona de Acompanhamento Ambiental

A zona de acompanhamento ambiental é a área pré-determinada ao redor da instalação onde preparações são feitas para programar medidas de proteção para reduzir as doses recebidas em longo prazo, devido às deposições e ingestões.

AP.1.4 COORDENAÇÃO E CONTROLE DA RESPOSTA A EMERGÊNCIA NUCLEAR

A adoção de medidas protetoras imediatas após um acidente nuclear, pressupõe a sua definição prévia, construída a partir de estruturação da resposta em organizações, ações e procedimentos (International Atomic Energy Agency, 2003).

A Agência Internacional de Energia Atômica recomenda que o processo de avaliação inicial de um acidente seja baseado em critérios predeterminados, objetivando uma atuação imediata, com critérios de diagnóstico inicial simples, porém efetivo (International Atomic Energy Agency, 1997). Para tanto, a AIEA recomendam um processo que relacione a informação da planta, condições do reator e dados de monitoração ambiental. Estas condições orientarão a tomada de decisão de ações protetoras apropriadas, cobrindo o curso total de um acidente (International Atomic Energy Agency, 1997).

As condições da planta de um reator podem ser avaliadas através da utilização de leituras dos instrumentos da sala de controle e outras informações observáveis, a fim de determinar os riscos e as características de uma liberação potencial (International Atomic Energy, 2000). Os dados ambientais são grandezas medidas diretamente com instrumentos de campo, usadas como complemento a classificação, segundo o AIEA-TECDOC-1162 (International Atomic Energy Agency, 2000).

A fim de facilitar as decisões em caso de um acidente nuclear, há um consenso de padronização internacional denominados de Níveis Operacionais de Intervenção (NOI), que tem como base o estudo de acidentes graves em reatores nucleares. Estes NOI são utilizados como guia na efetivação de ações protetoras, até que uma quantidade suficiente de amostras do ambiente tenha sido analisada, para fazer uma reavaliação destas recomendações. Essa abordagem permite que decisões de ações protetoras sejam tomadas prontamente (International Atomic Energy Agency, 2003).

A avaliação de um acidente nuclear pode ser realizada através da conjugação da análise das condições da planta, das taxas de contaminação no ambiente, assim como através da concentração isotópica total na liberação, deposição e condições dos alimentos (International Atomic Energy Agency, 1997). Segundo a AIEA, uma das formas de estabelecer a estrutura de resposta a uma emergência nuclear é a sua organização em coordenadorias funcionais que realizem as ações de avaliação do acidente, análise das condições da planta, definição de critérios de proteção radiológica e ações protetoras, monitoração ambiental e de análise de amostras ambientais (International Atomic Energy Agency, 1997). As composições e funcionalidades destas estruturas são descritas abaixo, conforme coordenadorias de avaliação de acidente, de avaliação da condição nuclear, das ações protetoras, de proteção radiológica, de análise ambiental e de análise de amostras.

AP.1.4.1 Coordenação de Avaliação de Acidente

A coordenação de avaliação de acidente é a primeira estrutura a ser instalada por ocasião da declaração da emergência nuclear. A coordenação de avaliação de acidentes, sendo a responsável pela avaliação inicial do sinistro, indica quais as ações protetoras iniciais a serem tomadas para os indivíduos do público e quais as recomendações para os trabalhadores da emergência nuclear. Também é de responsabilidade desta coordenação, a prestação, de forma pronta e continuada, das informações sobre a evolução do acidente junto às autoridades externas à instalação nuclear.

Uma ação efetiva da coordenação de avaliação de acidente pode produzir a redução dos riscos de exposição de seres vivos a efeitos determinísticos à saúde, através de ações protetoras desencadeadas antes ou imediatamente após a liberação principal. A recomendação desta coordenação tem como critério de base para a tomada de decisão os dados sobre as condições da planta e a monitorização ambiental. Uma coleta de amostras ambientais, e sua análise são realizadas para avaliar a segurança para o consumo de alimentos em geral, do leite em particular e ingestão da água, em áreas onde as taxas dose ambiente ou níveis de deposição, indiquem que uma restrição deva ser garantida. A análise de amostras também pode ser utilizada para aperfeiçoar os Níveis Operacionais de Intervenção, aplicados na tomada de decisão de ações protetoras.

A coordenação de avaliação de acidente ao receber informações provenientes da coordenação responsável pela avaliação de condição nuclear é responsável pela notificação dos técnicos responsáveis no âmbito interno da operadora, bem como das autoridades externas à instalação nuclear, de cada mudança de estado de emergência (alerta, emergência na área e emergência geral). A sugestão da AIEA para o tempo ideal para execução deste procedimento é de até quinze minutos após a classificação do acidente (International Atomic Energy Agency, 1997).

Na resposta a uma emergência nuclear, a coordenação de avaliação de acidentes é a estrutura responsável pela ativação das organizações de resposta à emergência. Neste caso AIEA sugere um tempo máximo de notificação de duas horas após a classificação (International Atomic Energy Agency, 1997).

AP.1.4.2 Coordenação de Avaliação da Condição Nuclear

A coordenação de avaliação da condição nuclear é a estrutura responsável pela classificação inicial do acidente nuclear e pela reavaliação contínua das condições de evolução do acidente. Para realizar esta tarefa, a coordenação de avaliação nuclear considera as condições da planta como um todo e as informa à coordenação de todos os dados à coordenação de avaliação de acidente. Na classificação, a coordenação de avaliação de condição nuclear, utiliza os padrões internacionais na classificação da emergência nuclear, conforme o AIEA-TECDOC-953 (International Atomic Energy Agency, 1996).

Os procedimentos realizados pela coordenação de avaliação de condição nuclear envolvem a classificação do acidente, a determinação das condições do núcleo, a avaliação das possíveis vias de liberação de radioisótopos e condições de vazão destes elementos.

O procedimento de classificação do acidente consiste inicialmente em uma inspeção das condições radiológicas da planta. A execução deste procedimento requer um cuidado especial com o método de interpretação das medidas de radiação, visto que com a eclosão de um acidente nuclear, há uma sensível diminuição da confiabilidade de muitos instrumentos. Neste caso, a AIEA sugere considerar mais de um instrumento de medição para basear as decisões de classificação (International Atomic Energy Agency,

2000). Assim sendo, a coordenação de avaliação de condição nuclear analisa os dados oriundos da sala de controle (estado dos sistemas do reator, condições radiológicas da planta, estado da piscina de combustível nuclear e estado de segurança) e a taxa de dose ambiente ao redor da planta (International Atomic Energy Agency, 1997).

O procedimento de avaliação de danos ao núcleo do reator ou no combustível usado, consiste em observar a existência de dano no núcleo ou no combustível usado. A estimativa do nível de dano do núcleo baseia-se principalmente no percentual de tempo projetado do núcleo a descoberto. Amostras de refrigerante e leituras do monitor da contenção também podem ser usadas para avaliar os danos ao núcleo. Entretanto, estas medidas geralmente não são solicitadas porque além de demoradas, possuem baixa confiabilidade em condições de um acidente (Atomic Energy Control Board, 1997).

A avaliação do nível de água do sistema primário e suas tendências, as leituras do termopar no caso da saída de um núcleo do reator a água leve pressurizada, bem como dos níveis de radiação e suas tendências, são os elementos que auxiliam a projeção do tempo que o núcleo ficou (ou ficará) a descoberto. Estes dados aliados às leituras do monitor da contenção e as concentrações do refrigerante, medidos após o acidente (se disponíveis), são indicadores do nível do dano no núcleo ou no combustível usado (Atomic Energy Control Board, 1997).

O procedimento de avaliação das condições de liberação e das vias de vazão visa estimar quais as condições reais e potenciais de liberação de radionuclídeos para a atmosfera e as quais as suas possíveis vias. As condições das vias de liberação são cruciais para interpretar as medições ambientais. Todas as vias de liberação potenciais são examinadas para garantir que as mesmas não sejam perdidas e as operações não resultem em liberações não detectadas ou não monitoradas (International Atomic Energy Agency, 1997).

Assim sendo, a coordenação de avaliação de condição nuclear avalia todas as vias que possam resultar em uma liberação para a atmosfera e estima se as liberações serão ou não reduzidas, bem como quais serão as suas taxas de liberação.

AP.1.4.3 Coordenação das Ações Protetoras

A coordenação das ações protetoras determina as ações de proteção pública com base na classificação do acidente e na monitoração ambiental (International Atomic Energy Agency, 1997).

As ações protetoras inicialmente são baseadas na classificação do termo fonte do acidente, visando prevenir os efeitos imediatos à saúde ou altas taxas de contaminação. Estas ações são revisadas posteriormente, com base na avaliação de amostras ambientais (International Atomic Energy Agency, 1994).

Na recomendação das ações protetoras públicas, às autoridades externas a instalação nuclear, a coordenação das ações protetoras considera a classificação do acidente, taxas de dose ambiente, concentrações isotópicas no meio ambiente, distâncias projetadas de ação protetora e compara com os Níveis Operacionais de Intervenção (NOI) para indicar a ação protetora (International Atomic Energy Agency, 1994). Baseado nos resultados das amostras ambientais, a coordenação das ações protetoras pode redefinir as condições estabelecidas nos NOI, desde que as condições do acidente sejam estáveis, o curso do acidente esteja sendo entendido e os NOI revisados tenham um grande impacto nas ações protetoras a serem executadas (International Atomic Energy Agency, 1996).

Após passar a ameaça de uma liberação importante e considerando a composição da deposição completamente caracterizada, a coordenação das ações protetoras pode solicitar ao analista de amostras que reavalie os NOI, objetivando o reassentamento temporário da população nos meses subseqüentes, ou então, a transferência de endereço permanente daquela população.

Os critérios de abrigagem e o bloqueio da tireóide podem ser relaxados desde quando se admita que não sejam possíveis mais liberações importantes, que não existam condições na planta que possam resultar em emergência de área ou em emergência geral, e que as taxas dose ambiente sejam menores que os níveis de intervenção para evacuação e abrigagem (International Atomic Energy Agency. 1996).

A fim de permitir o retorno da população a locais anteriormente classificados, a coordenação das ações protetoras, considera as taxas de dose ambientais menores que os

NOI para reassentamento temporário nos meses subsequentes ou realocação permanente, desde que não se admita a possibilidade de haverem mais liberações importantes, que não existam condições na planta que possam resultar em uma emergência na área ou uma emergência geral, e que a população evacuada que retorna a área contaminada seja informada que podem ser novamente evacuados no futuro, quando a situação for completamente avaliada (KEITH, 1988).

Os níveis de restrição de alimentos podem ser reduzidos desde que se admita que não sejam prováveis novas liberações maiores e os que os resultados das análises de amostras de alimentos colhidas na área estejam abaixo dos níveis de intervenção específicos pra o local (International Atomic Energy Agency, 1994).

Na determinação dos critérios para realocação em longo prazo, bem como para a questão das restrições em longo prazo a alimentos, as normas internacionais sugerem que seja estabelecido um comitê de peritos nacionais e internacionais para definir criteriosamente tais situações, em face de sua complexidade (International Atomic Energy Agency, 1997).

AP.1.4.4 Coordenação de Proteção Radiológica

A coordenação de proteção radiológica controla as licenças dos trabalhadores da emergência nuclear expostos à radiação, garantindo o permanente controle e avaliação de suas taxas de doses, bem como o acesso sobre informações dos riscos de exposição (International Atomic Energy, 1981).

A coordenação de proteção radiológica é responsável pela determinação da suspensão da licença de trabalho do trabalhador de emergência, impedindo-o de entrar novamente em áreas classificadas, baseando-se na dose recebida (International Atomic Energy Agency, 2000) e na monitoração dos trabalhadores.

A coordenação de proteção radiológica também controla a contaminação da pele através do cintilômetro de corpo inteiro, uma vez que a pele pode ser importante origem de dose para trabalhadores em áreas muito contaminadas, o que se agrava nos casos em que não hajam roupas adequadas para a proteção individual, conforme a AIEA-TECDOC-1092 (International Atomic Energy Agency, 1999).

Os trabalhadores de emergência são estimulados pela coordenação de proteção radiológica a esforçar-se para não exceder os valores recomendados como doses limítrofes. Após a fase inicial do acidente, quando o acidente estiver claramente entendido e as medidas de campo puderem orientar melhor as ações, as doses de cada trabalhador são confirmadas antes que os autorize a praticar atividades que possam resultar em uma dose adicional (International Atomic Energy Agency, 1999).

AP.1.4.5 Coordenação de Análise Ambiental

A coordenação de análise ambiental realiza o controle de todas as ações de monitoração ambiental. Em suas decisões, a coordenação de análise ambiental, considera na tomada de suas decisões, os dados relativos à classe de acidente, a projeção da duração da liberação e a direção do vento. Através destes dados, a coordenação de análise ambiental indica a coordenação de avaliação de acidente, quais são as taxas dose ambiente ao redor da planta, a concentração de isotópica no ar, os mapas de deposição de I^{131} e Cs^{137} , a mistura de radioisótopos na deposição e a concentração de radioisótopos nas amostras de alimentos.

AP.1.4.6 Coordenação de Classificação de Áreas

A coordenação de classificação de áreas realiza a projeção das distâncias onde serão necessárias ações protetoras urgentes, baseada nas condições da planta, na liberação a partir da piscina de combustível usado, na taxa de dose ambiente na pluma, bem como a partir da taxa de dose ambiente na deposição (MCKENNA, 1988).

O procedimento inicial de projeção das distâncias de ação protetora urgente visa fornecer um guia de onde a monitoração e a preparação para ações protetoras possam ser iniciadas (International Atomic Energy Agency. 1997). Considerando-se que existem incertezas ao projetar o movimento da pluma, até que ela se torne localizada, a implantação de ações protetoras e da condução da monitoração é realizada em todas as direções.

Considerando as informações da coordenação de avaliação de acidentes e da coordenação de proteção contra radiação, a coordenação de classificação de áreas projeta as distâncias de ação protetora onde os níveis operacionais de intervenção podem ser excedidos nas fases em que uma grande liberação futura possa ser possível,

baseado nas condições da planta, durante uma liberação baseada nas taxas de dose ambiente da pluma e depois da liberação, baseada nas taxas de dose ambiente por deposição (International Atomic Energy Agency, 1997).

Compete à coordenação de classificação de áreas informarem aos responsáveis pela análise ambiental, quais são as distâncias de ação protetora projetada, a fim de que possam ser conduzidas pesquisas confirmatórias.

As ações realizadas pela coordenação de avaliação da condição nuclear envolvem a projeção das distâncias de ação protetora urgente baseada nas taxas de dose ambiente na pluma, ou taxas de dose por deposição, ou ainda, na projeção das distâncias de ação protetora urgente baseada nas condições de liberação a partir da planta, da contenção, do by-pass da contenção em condição seca, do by-pass da contenção em condição molhada ou a partir da piscina de combustível usado (International Atomic Energy Agency, 1997).

AP.1.4.7 Coordenação de Análise de Amostras

Em um acidente nuclear, a coordenação de análise de amostras, obtém inicialmente informações da situação com o coordenador de avaliação de acidentes e como agente de campo, seguindo as instruções indicadas pela coordenação de proteção radiológica.

A coordenação de análise de amostras mantém contato permanente com seus analistas e fontes de informação, informando ao gerente de ações protetoras qualquer mudança importante nos NOI (International Atomic Energy Agency, 1997).

A coordenação de análise de amostras realiza, durante toda a emergência nuclear, permanente revisão dos níveis operacionais de intervenção predeterminados com base na análise das amostras coletadas.

Os procedimentos realizados pela coordenação de avaliação de condição nuclear envolvem a revisão dos NOI de exposição à pluma e suspensão da licença de trabalho do trabalhador de emergência, revisão dos NOI de realocação por exposição à deposição, revisão dos NOI baseado nas concentrações de I^{131} e Cs^{137} depositadas e no NOI por ingestão, revisão dos NOI baseado no cálculo da concentração de isótopos nos

alimentos, bem como a revisão dos NOI baseado na avaliação das restrições e revisão dos NOI em alimentos (International Atomic Energy, 1997).

A coordenação de análise de amostras, em sua tomada de decisão, considera as concentrações de radioisótopos no ar ambiente, as taxas dose ambiente externa obtida durante a amostragem de ar, os valores preestabelecidos para suspensão da licença de trabalho. A fim de realizar este procedimento, o analista de amostras obtém as concentrações no ar dos radioisótopos que mais contribuem para a tireóide, a dose efetiva por inalação (incluindo iodo e césio) e a média da taxa de dose ambiente durante a amostragem de ar.

Os Níveis Operacionais de Intervenção são estimados tanto para os alimentos que foram diretamente contaminados pela deposição, como para o leite de animais que se alimentaram em solo contaminado. Esses NOI serão usados para interpretar medidas no local de deposição no solo de I^{131} e Cs^{137} (marcadores isotópicos para recalculer os NOI).

Em um estágio mais avançado da evolução de um acidente nuclear, as concentrações detalhadas de isótopos nos alimentos passam a ser conhecidas. Porém, uma análise completa de isótopos em todos os tipos de alimentos não é sempre prática, pois pode demandar tempo e recursos consideráveis. Uma vez que uma composição isotópica representativa foi obtida para um tipo de alimento, é possível projetar os níveis operacionais de intervenção com base em um único marcador isotópico (césio ou iodo), entretanto estes marcadores são válidos somente para contaminação superficial, não se aplicando para a absorção das raízes de várias plantas (International Atomic Energy Agency, 1997).

APÊNDICE 2

EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

APÊNDICE 2

EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

AP.2.1 MODALIDADES DE EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

Um exercício de emergência nuclear pode ser realizado nas modalidades de manobras, exercícios de mesa, exercícios de escala parcial, exercícios de escala total e exercícios de campo. A preparação e a aplicação de cada uma destas modalidades variam de acordo com complexidade, alcance e objetivos desejados (Federal Emergency Management Agency, 1991).

AP.2.1.1 Manobras

Manobra é uma modalidade de exercício que envolve pequenos grupos de pessoas, onde o processo de aprendizado projetado para garantir que habilidades e conhecimentos essenciais foram disponibilizados para desempenhar tarefas não rotineiras, tais como medidas de radiação em emergências ou procedimentos de comunicação de emergências. Uma manobra é conduzida principalmente como uma ferramenta de treinamento para desenvolver e manter habilidades em certas operações ou tarefas básicas, para reforçar uma habilidade ou prática, ou para revisar um procedimento.

Uma manobra pode também ser utilizada para verificar se o treinamento de pessoal é adequado, sendo normalmente supervisionada e avaliada por instrutores qualificados. Normalmente, a manobra cobre um componente em particular, ou um grupo de componentes relacionados, associados com a implementação do plano de emergência.

Uma manobra também pode ser aplicada como componente de um exercício integrado, por exemplo, manobras de combate a incêndio ou de primeiros socorros. O tipo de manobra a ser utilizada depende da função que está sendo praticada e do grupo que está sendo treinado.

AP.2.1.2 Exercícios de Mesa

Um exercício de mesa é um exercício onde é simulada uma sala de crise. Todos os participantes estão na mesma sala ou edifício (participantes, controladores, avaliadores e observadores). Os objetivos principais do exercício de mesa estão voltados para a capacidade de avaliação da situação de emergência, tomada de decisão, definição da política de comunicação para com o público e para com a mídia.

Um exercício de mesa pode ser o usado para identificar, entender e avaliar novos aspectos de resposta, desenvolver ou ensaiar novos conceitos, formalizar novos planos, procedimentos, acervos e sistemas, melhorar o entendimento mútuo entre as partes interessadas nas situações de emergência, particularmente quando essas partes interessadas não interagem de forma rotineira (Institute of Nuclear Power Operations, 1998).

Entre os pontos chave na preparação e condução de exercícios de mesa está a definição dos objetivos do exercício de mesa, a preparação de um roteiro do exercício incluindo os dados associados para atingir os objetivos do exercício, a preparação da logística necessária, a organização do formato da sala, a garantia de que todos os participantes foram apresentados e que seus papéis e responsabilidades foram entendidos por todos (Institute of Nuclear Power Operations, 1998).

AP.2.1.3 Modalidades de Exercícios em Escala Parcial e Total

Os Exercícios em escala parcial e total são simulações usadas para permitir que alguns grupos e organizações ajam e interajam de forma coordenada. O foco dos exercícios em escala parcial e total está na coordenação e na cooperação.

Os exercícios podem ser integrados em modo total ou em modo parcial. Nos exercícios parciais somente são ativadas algumas organizações e interfaces selecionadas, as demais podem ser simuladas.

Um exercício parcial pode envolver somente os componentes dos organismos de emergência da instalação nuclear e as organizações externas podem ser simuladas, ou ainda, um exercício parcial pode envolver somente o componente externo da resposta à emergência nuclear e o componente da resposta à emergência por parte da instalação

nuclear ser simulada.

O teste mais exigente e exaustivo de capacidade de resposta a emergências é um exercício em escala total, envolvendo a participação de todas as organizações internas e externas a instalação nuclear. Um exercício no modo integral tem como principal objetivo a verificação da eficiência e da eficácia dos sistemas de coordenação, controle, interação e desempenho global das organizações de resposta e dos respectivos recursos (JAFFIN, 2008).

Os exercícios podem variar em magnitude e alcance. Em uma instalação nuclear, por exemplo, os exercícios testam a habilidade do pessoal em lidar com possíveis problemas da planta. Um exercício na instalação nuclear pode também testar os mecanismos desta com a interface de resposta exterior e possíveis relações com a mídia.

Um exercício combinado, isto é, onde existe a resposta da instalação nuclear integrada a resposta externa a instalação, é efetivo para testar a resposta local e a externa individualmente, assim como os mecanismos de interface, que são tão importantes para uma resposta global adequada.

AP.2.1.4 Modalidades de Exercícios de Campo

Os exercícios de campo visam aperfeiçoar as tarefas de coordenação dos recursos de campo. Os recursos de campo podem envolver pessoas e equipes que devem operar no local da emergência ou ao redor dele.

Um exercício de campo pode ser conduzido individualmente ou combinado com um exercício em escala parcial ou total. No primeiro caso, a ênfase está colocada nos procedimentos da equipe e na coordenação entre várias equipes com a mesma tarefa. No segundo caso, o objetivo está na comunicação e coordenação entre os recursos de campo e os componentes de tomada de decisão da organização de resposta.

AP.2.2. TÉCNICAS DE APLICAÇÃO DE UM EXERCÍCIO DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

As principais técnicas de aplicação de exercícios de emergência nuclear são as modalidades de definição do tempo de resposta, aplicação de ação livre e ação

estimulada, bem como do uso de simuladores (International Atomic Energy Agency, 2005).

AP.2.2.1 Técnicas de aplicação de exercícios com definição do tempo de resposta

Um exercício é conduzido na modalidade de tempo real quando cada atividade é conduzida na mesma escala de tempo como seria em uma emergência verdadeira. Uma escala de tempo expandida pode resultar do uso de um tempo maior do que é normalmente necessário para completar um evento em particular, ou de um período maior entre uma seqüência de eventos, para permitir a administração mais conveniente do exercício, neste caso pode ser utilizada uma escala de tempo comprimida, onde os passos necessários ou lapsos de tempo são simulados ou reduzidos durante o exercício. (International Atomic Energy Agency, 2005).

A compressão ou expansão da escala de tempo, para algumas seqüências no roteiro do exercício, podem ser aconselháveis para fazer o melhor uso do tempo do pessoal investido no exercício. Este caso é frequentemente usado para exercícios de mesa ou para as manobras, porém não para exercícios maiores, quando a coordenação entre vários grupos dificulta a sincronização dos exercícios, quando não se usa o tempo próximo do real.

Existem casos em que a compressão de tempo é muito desvantajosa. Um exemplo importante é a compressão do tempo necessário para que equipes de monitoramento externo verifiquem o equipamento, se desloquem para um ponto de monitoramento, retirem amostras, realizem medidas e registrem e comuniquem os resultados. Estas demoras de tempo são cruciais para que o pessoal de verificação de dose externa entenda a demora, que haverá na coleta de dados e procedimentos de monitoração em condições de uma emergência real. Quando possível, contudo, este procedimento deve ser evitado nas primeiras fases de um exercício integrado e é essencial que os participantes tenham uma apreciação genuína do tempo verdadeiro disponível para completar uma tarefa, especialmente quando a coordenação com outros grupos está envolvida.

AP.2.2.2 Técnicas de Aplicação de exercícios com definição do tempo livre e ação estimulada

Aplicação de técnicas de fomento a ação livre e de fomento a ação estimulada podem ser aplicadas na condução de um exercício de emergência nuclear. O termo ação livre refere-se à condição em que os participantes têm liberdade para reagir a um problema simulado observando a sua própria percepção de solução mais adequada (International Atomic Energy Agency, 2005).

Um roteiro que permita a ação livre é o método preferido para treinar membros do pessoal técnico a conduzir as funções designadas a eles, em condições de emergência (Federal Emergency Management Agency, 1991).

A ação livre permite que os avaliadores determinem mais exatamente se o preparo para emergências é adequado. Entretanto, o roteiro para ação livre requer um esforço maior para ser produzido e implantado devido à complexidade na acomodação de múltiplas ações e opções disponíveis para os participantes.

Aplicação de técnicas de fomento a ação estimulada inclui atos que os controladores podem executar para corrigir erros ou interromper ações feitas pelos participantes, os quais podem fazer com que eles se afastem do roteiro e, possivelmente, arrisquem o sucesso dos objetivos globais do exercício. Entretanto, os controladores devem evitar ao máximo corrigir os erros dos participantes durante o exercício, a menos que seja absolutamente necessário para manter o rumo do exercício (Federal Emergency Management Agency, 1991).

A aplicação de técnicas de fomento a ação livre não deve ser aplicadas a manobras, uma vez que têm uma duração menor e estão rigidamente estruturadas. Entretanto, no caso das manobras, como elas são predominantemente instrutivas, há necessidade de correção imediata dos erros e de repetição das partes difíceis da manobra (Federal Emergency Management Agency, 1991).

2.3 Técnicas de Aplicação Modelos de Simuladores

O uso de modelos de simuladores pode adicionar realismo ao exercício de emergência nuclear (AIEA, 2005). Por outro lado, exercícios apoiados por simuladores

podem apresentar deficiências no equipamento de simulação, implicando na necessidade de intervenção por parte dos controladores.

O fim antecipado do exercício de um exercício deve ser previsto pela equipe de treinamento, caso as intervenções promovidas pelo operador eliminem o problema e acabem precocemente com a emergência.

AP.2.3 PERIODICIDADE DOS EXERCÍCIOS

A frequência dos exercícios depende do tipo de exercício e de seus objetivos específicos. No caso de um exercício integrado, deve basear-se na necessidade de modificações no planejamento de resposta à emergência, na taxa de rotatividade do pessoal, no grau de contato entre as principais organizações de resposta, no tipo e frequência dos exercícios parciais, na necessidade de aperfeiçoamento no treinamento, e no grau de sucesso observado em exercícios anteriores (International Atomic Energy Agency, 2005).

AP.2.4 PLANEJAMENTO DE EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

Os exercícios de emergência nuclear devem ser vistos como parte integrante do processo que inclui: planejamento, treinamento, manutenção e melhoria dos planos de preparação e resposta (International Atomic Energy Agency, 2005).

Um programa de exercícios deve ser preparado em cada organização e integrado com as demais entidades participantes. O programa de exercícios e o programa de treinamento devem ser coordenados e devem formar uma estrutura coerente.

As recomendações dos organismos internacionais, que tratam da questão do planejamento da emergência nuclear, é que existam programas de exercícios anuais e plurianuais. Segundo estas fontes, a sugestão é que os planos anuais descrevam uma declaração do propósito e objetivos, o tipo de exercício a ser conduzido (manobras, de mesa, de campo, exercícios em escala parcial ou total), o cronograma proposto para estes exercícios. Já no plano plurianual, a sugestão é que ele tenha uma abrangência de vários anos, e que seja bastante detalhado para exercícios maiores, que inclua exercícios internacionais e a necessidade de exercícios menores.

Entre os fatores que podem ser considerados no desenvolvimento do planejamento de exercícios de emergência nuclear em longo prazo, está a necessidade da definição dos objetivos de resposta para cada organização participante, medida no período estabelecido.

As definições preliminares no planejamento de um exercício de emergência nuclear devem conter os objetivos, o alcance desejado e as restrições previstas no exercício.

AP.2.4.1 Objetivo do Exercício

O objetivo do exercício tem como base as metas da resposta relevantes para o plano de emergência a ser exercitado. O objetivo da resposta é definido como o resultado que deve ser alcançado durante o desempenho de uma ação, isto é, o que a ação está tentando alcançar.

Os objetivos do exercício são definidos como um subconjunto dos objetivos de resposta que serão testados durante o exercício. Por razões práticas, normalmente em um único exercício não são testados todos os objetivos de resposta (International Atomic Energy, 2005).

AP.2.4.2 Alcance do Exercício

O alcance do exercício inclui a seleção das organizações que irão participar do exercício, grau de participação, decisão do momento e duração do exercício, bem como a determinação da extensão das ações que serão realizadas durante o exercício (Institute of Nuclear Power Operations, 1998).

A extensão da participação das organizações, equipes ou especialistas individuais dependem dos objetivos do exercício. No caso de exercícios parciais, a presença de algumas organizações pode não ser essencial e outras podem ser apenas observadoras. No caso de participação de organizações governamentais tais como departamentos nacionais ou ministérios, precisa-se de um prazo consideravelmente maior para a preparação.

AP.2.4.3 Restrições de um Exercício

Os objetivos de um exercício de emergência nuclear podem apresentar restrições impostas por questões de ordem prática, como no caso do horário de início de exercício, que se ocorresse no horário noturno, traria um aumento de custo significativo ao orçamento do exercício, embora isto permitisse testar as funções em um momento em que as pessoas estão menos disponíveis (BUCHANAN, 2000).

A jornada de trabalho do exercício superior a um dia é outro limitador, que poderia trazer grandes impactos econômicos ao exercício de emergência nuclear. Além disso, podem existir outras prioridades, políticas, por exemplo, que restringem o tempo disponível para o exercício ou limitem a participação de organizações importantes. Enfim, as limitações do exercício devem ser identificadas precocemente para evitar desgastes de esforços em projetar um exercício que não poderá ser executado.

AP.2.5 GERENCIAMENTO DE EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

A preparação de um exercício em grande escala pode levar vários meses em sua formulação. A duração do processo depende da complexidade do exercício e do nível de participação que se deseja alcançar.

O cronograma de trabalho em sua preparação deve considerar fatores como o alcance do exercício, a diversidade das organizações participantes, a quantidade de dados para o exercício que devem ser preparados, a disponibilidade de pessoas e organizações e o nível de prioridade do exercício em relação a outras atividades planejadas (International Atomic Energy Agency, 2005).

As ações gerenciais para a organização de um exercício envolvem o estabelecimento de um comitê de gerenciamento do exercício, uma equipe de desenvolvimento de roteiro e dos dados do exercício, equipe de logística, equipe de relações públicas, um grupo de ações em desenvolvimento e uma equipe de conexão internacional.

AP.2.5.1 Comitê de Gerenciamento de um Exercício de Emergência Nuclear

O comitê de gerenciamento do exercício é formado por um diretor de exercício,

um controlador líder, um avaliador líder, representantes da operadora, além de representantes dos órgãos externos (International Atomic Energy Agency, 2005).

O comitê de gerenciamento do exercício de emergência nuclear é responsável pelo desenvolvimento das especificações do exercício, desenvolvimento dos critérios de avaliação do exercício, desenvolvimento do roteiro para controladores e avaliadores, desenvolvimento do roteiro para os participantes, equipe de desenvolvimento do roteiro e designação das principais responsabilidades funcionais das organizações na preparação do exercício.

AP.2.5.2 Desenvolvimento de Roteiro

A coordenação adequada da entrada de informações e o conhecimento dos planos e procedimentos são fundamentais para que o exercício torne-se realista. É essencial que a responsabilidade total pela preparação e organização do roteiro de exercício seja dada a uma pessoa. Esta pessoa deve ter um conhecimento profundo das práticas radiológicas e nucleares, estar familiarizada com o local do exercício e de sua geopolítica. Representantes de outros grupos podem ajudar oferecendo estímulos de suas respectivas partes ao roteiro, mas uma única pessoa responsável deve coordenar e consolidar todas as entradas de informação para assegurar que não haja conflitos e que os objetivos do exercício possam ser atingidos.

AP.2.5.3 Equipe de Logística

As preparações de logística incluem a realização de reservas de hotéis e outras acomodações para os participantes, bem como a reserva um espaço de trabalho para conferências, que é necessário para a equipe de controle e avaliação do exercício no dia anterior ao exercício e para os avaliadores depois do exercício.

Além disso, a equipe de logística deve obter suprimentos para os controladores e avaliadores, disponibilizar transporte adequado para os envolvidos, organizar a comunicação dos controladores e avaliadores, segurança, identificarem e distribuir cópias do roteiro para os controladores e avaliadores (International Atomic Energy Agency, 2005).

AP.2.5.4 Equipe de Relações Públicas

A equipe de relações públicas é responsável por formular a estratégia para lidar com a mídia durante a preparação e execução do exercício, auxiliar o diretor do exercício em suas tarefas de porta-voz oficial e por simular relatórios periódicos para mídia ao longo do exercício de emergência nuclear (U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1987).

AP.2.5.5 Equipe de Relações Internacionais

A equipe de relações internacionais é responsável por manter contato com os outros países e organizações internacionais participantes, desenvolver acordos sobre os objetivos internacionais e especificações do exercício com outros países e organizações internacionais participantes, bem como em assegurar que o roteiro nacional seja consistente com os objetivos e especificações internacionais (U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1987).

AP.2.6 ESPECIFICAÇÕES DE DADOS DE EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

Os dados de um exercício devem ser semelhantes aos dados de uma emergência real, só que apresentados na forma de uma simulação. O princípio mais simples é de adotar um método que mais se assemelhe com a realidade. Os dados necessários são apresentados em mensagens, tabelas, gráficos, figuras ou fotos, e mapas. Estes dados são usados no decorrer de um exercício, podendo ser divididos em três categorias: dados radiológicos, dados meteorológicos e outros dados (Organization for Economic Co-Operation and Development, 2001).

AP.2.7 ELABORAÇÃO DO ROTEIRO DO EXERCÍCIO DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

Dependendo do alcance do exercício, pode ser necessário dividir o roteiro de um exercício de emergência nuclear em varias partes, onde cada uma delas seria desenvolvida por uma equipe diferente. Em um exercício de emergência nuclear, o roteiro deve incluir ao menos duas partes importantes o roteiro interno e o roteiro externo.

O roteiro deve conter toda a informação necessária para que a equipe da instalação nuclear execute sua resposta. Este roteiro deve ser dirigido pelas condições da usina, dados radiológicos do local, e demais estímulos necessário para adicionar solidez e realismo ao exercício.

Na medida do possível, o roteiro deverá exercitar o julgamento, o conhecimento e o treinamento do pessoal de resposta a emergências em condições simuladas de emergência.

Um esboço geral de um roteiro deve incluir uma situação de partida, eventos chave, roteiro técnico, seqüência detalhada dos eventos, narrativa, lista mestre de eventos e estímulos (dados) do exercício.

A descrição da emergência a ser simulada, conforme o planejamento no roteiro do exercício pode incluir uma quantidade de dados não essenciais que forçarão os participantes a identificar os parâmetros mais importantes, condições de trabalho ruins, severidade da condição meteorológica, pressões políticas, pressão da mídia, entre outros dados.

A elaboração do roteiro de um exercício de emergência nuclear compreende a definição das condições iniciais do sistema no exercício, características do roteiro do exercício, eventos chave e cronograma crítico e uma lista mestra de eventos.

AP.2.7.1 Condições Iniciais do Exercício

A situação de início do exercício deve incluir o estado inicial da instalação (potência de operação, cronograma de manutenção, etc.), características históricas instalação, a condição de trabalho do pessoal de serviço, o estado dos equipamentos, as condições das dos acessos à instalação, as condições meteorológicas, além da situação social e política no dia da emergência simulada.

AP.2.7.2 Requisitos do Roteiro do Exercício

O roteiro do exercício possui dois segmentos distintos, um com características mais gerais e outro com uma visão voltada para o técnico especialista. A descrição geral do roteiro é um esboço escrito na forma de narrativa, descrevendo os eventos que fazem

parte do roteiro. Esta descrição é fornecida para os organizadores do exercício, que não precisam ter obrigatoriamente conhecimento técnico ou experiência para entender um roteiro técnico. A descrição técnica do roteiro dá detalhes de falhas, acidentes ou eventos que levam à emergência, podendo incluir o evento iniciador, condições da instalação que levaram ao acidente e falhas de componente. O roteiro técnico descreve também, o comportamento da planta ou da instalação durante a evolução da emergência. Esta é considerada a parte mais difícil de ser formulada, especialmente se os operários da instalação estão participando do exercício, porque sua resposta exata não é previsível. Por isto os eventos chave e o cronograma crítico são tão importantes.

AP.2.7.3 Eventos Chave e Cronograma Crítico do Exercício

Os eventos chave são aqueles que devem ter lugar no centro do planejamento, a fim de que todos os objetivos do exercício possam ser atingidos. O cronograma crítico é o tempo em que os eventos críticos devem ocorrer para permitir que as organizações participantes executem as ações apropriadas.

AP.2.7.4 Lista Mestra de Eventos

A lista mestra de eventos é uma lista organizada cronologicamente dos principais eventos do exercício. É uma ferramenta projetada para o líder dos Controladores (International Atomic Energy Agency, 2005).

Uma lista mestra de eventos controla o andamento do exercício. Esta lista normalmente é desenvolvida no formato de uma tabela e deve conter o número sequencial dos estímulos ao exercício, o momento em que o estímulo deve ser dado, a mensagem, o dado ou ação que deve ser entregue e os comentários, se necessários.

AP.2.7.5 Validação do Roteiro e da Lista Mestra de Eventos

A validação do roteiro exige a ajuda de especialistas e peritos para verificar e aprovar o trabalho projetado. Cada exercício possui particularidades de acordo com o tipo de usina nuclear a ser avaliada, condições do entorno e objetivos almejados no exercício.

O pessoal da engenharia e análise de segurança também pode ser útil, desde que

entenda as necessidades e metodologia de um exercício de resposta à emergência nuclear e reconheça a necessidade sua aplicação.

AP.2.8 CRITÉRIOS DE CONTROLE E AVALIAÇÃO DE UM EXERCÍCIO

A equipe de controle e avaliação do exercício é a responsável pela condução e avaliação do exercício. É importante que os controladores e avaliadores sejam selecionados adequadamente e que estejam familiarizados com seus papéis e os passos envolvidos na condução do exercício. A estrutura de um comitê de organização do exercício de emergência nuclear é mostrada na figura AP.2.1.

Nas funções definidas na figura AP.2.1, o diretor do exercício tem a total responsabilidade pelo exercício de emergência nuclear em todas as suas fases do exercício (preparação, condução e avaliação). Abaixo do diretor existem a coordenação de controladores, a coordenação de avaliadores e a coordenação de observadores.

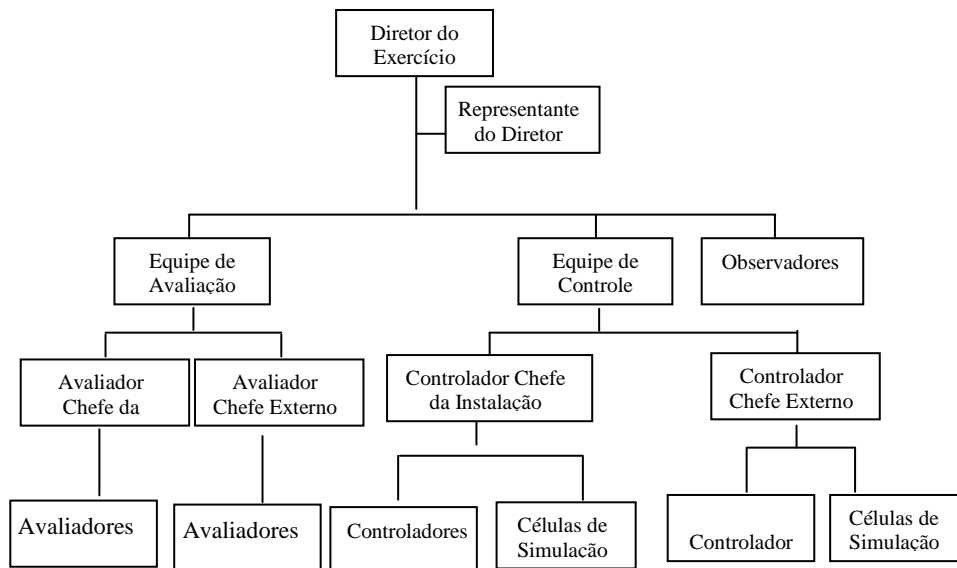


Figura AP.2.1. Comitê de organização do exercício de emergência nuclear.

Os líderes de controladores locais e externos são responsáveis pela condução das ações de controle do exercício dentro da instalação e nas áreas externas alcançadas no exercício.

As instruções do exercício para as equipes de controle e de avaliação do exercício devem incluir um cronograma detalhado que indique o início do exercício,

fim do exercício, bem como quaisquer outros tempos importantes.

AP.2.8.1 Atuação dos Controladores do Exercício

O papel do controlador é dirigir o exercício fornecendo estímulos aos participantes e manter o rumo de roteiro, assegurando que as ações dos participantes não coloquem em risco o restante do roteiro.

Os controladores devem assegurar-se de que estão bem familiarizados com o roteiro como um todo, com objetivos de avaliação e seus papéis e responsabilidades específicas. Desta forma, anteriormente ao exercício os controladores recebem as instruções do exercício. É da responsabilidade dos controladores garantirem que os locais de trabalho sejam mantidos e deixados em estado seguro. A qualquer tempo do exercício, os controladores não devem hesitar em discutir assuntos preocupantes com o líder dos controladores para obter esclarecimentos.

Existem várias formas de começar um exercício. A forma mais praticada é o envio de uma mensagem original que disparará o início do exercício. Quando um simulador é utilizado, o programador do simulador iniciará o exercício disparando o chamado evento iniciador. A situação desejada é que os participantes estejam em suas atividades normais durante um tempo antes de começar o exercício.

Fornecer estímulos durante um exercício é uma arte. Sugere-se minimizar a interação entre os controladores e os participantes. Algumas vezes os exercícios podem perder o rumo. Situações possíveis, como aquelas em os participantes superem os controladores e equipe de desenvolvimento de roteiro, encontrando uma solução inesperada para o problema. Neste caso, o controlador tanto poderá parabenizar os participantes e encerrar o exercício, como injetar um evento adicional para levar o roteiro de volta a seu caminho. Em qualquer caso, o líder dos controladores é o único que poderá permitir desvios do roteiro. Assim sendo, sempre que parecer que o exercício está saindo de rumo, o controlador deverá informar ao controlador líder. O controlador líder ajustará então o cronograma ou o evento, conforme necessário e informará todos os controladores afetados, sempre tendo em mente os objetivos do exercício.

O exercício deve acabar de acordo com as instruções do diretor do exercício.

Normalmente, isto acontece ao final do roteiro ou quando foram atingidos todos os objetivos do exercício. Eventualmente, algum dos grupos atuantes poderá não acabar o exercício todo ao mesmo tempo.

AP.2.8.2 Células de Simulação como Forma Estímulo e Suporte ao Controle

Muitas vezes algumas organizações não estão participando de um exercício, mas pode ser que seja necessário que os participantes as contatem pra obter informação. Estas organizações podem, então, ser simuladas.

Um caso especial de célula de simulação é a mídia simulada. O estímulo de mídia simulada pode adicionar realismo ao exercício. De fato, interagir efetivamente com a mídia é um desafio importante para a maioria das situações de emergência. A coordenação da informação fornecida para a mídia por várias organizações de resposta, a necessidade de monitorar a mídia para detectar falsa informação ou rumores e corrigi-los são elementos chave do sistema de resposta que devem ser exercitados com frequência.

AP.2.8.3 Atuação dos Avaliadores

As avaliações não são sempre bem entendidas ou conduzidas. Sem um entendimento apropriado das avaliações é impossível determinar fragilidades na capacidade de resposta.

Uma avaliação mal conduzida pode resultar em instilar uma falsa sensação de segurança em relação ao estado de prontidão da organização. Um dos princípios na avaliação de um exercício é a análise de desempenho da organização como um todo, e não de cada indivíduo. É importante avaliar se uma organização pode ou não atingir os objetivos de resposta. A não identificação de fraquezas através dos exercícios pode levar ao surgimento de problemas durante uma emergência real.

Os avaliadores têm a responsabilidade de fazer anotações durante o exercício e de participar na preparação dos relatórios finais de avaliação, coordenados pelo avaliador líder. A equipe de avaliação deve ser formada de uma amostra representativa de pessoal que possui o conhecimento e a experiência necessários nas áreas a serem avaliadas. É essencial que a equipe de avaliação tenha um entendimento excelente do

plano, dos procedimentos e a da distribuição de responsabilidades dentro da organização de emergência.

Os avaliadores, exceto o avaliador líder, podem liderar uma equipe pequena. Por exemplo, o avaliador líder pode pedir a um avaliador que avalie a resposta do abrigo. O avaliador do abrigo pode então liderar uma equipe de avaliadores que avaliem a logística, assuntos públicos, serviços sociais e outras funções do abrigo. Cada função requer avaliadores certos para aquela função. Uma equipe de técnicos da operadora deve ser avaliada por alguém com experiência em operação. As equipes de policiamento devem ser avaliadas por pessoas com experiência relevante em segurança pública. Isto é às vezes difícil devido à falta de recursos humanos capacitados. Entretanto, devem ser realizados esforços no começo do processo de planejamento para encontrar avaliadores adequados e confiáveis.

O manual de exercícios de emergência nuclear deve fornecer técnicas de avaliação que podem necessitar ser complementadas com o treinamento do avaliador. Estas técnicas incluiriam, por exemplo, a necessidade de registrar a hora de chegada dos participantes e observar suas ações, a identificação dos participantes, o registro da hora real dos principais eventos do roteiro, a observação de quantas vezes e com que frequência os participantes executam intervenções repetitivas, escutar e registrar ordens, instruções, informações e avisos dados por um participante a outro e observar as ações que se seguem, escutar o estímulo dado pelos controladores, e avaliar as doses individuais recebidas pelos trabalhadores de emergência.

APÊNDICE 3

INDICADORES E CRITÉRIOS DE DESEMPENHO VIGENTES PARA ANÁLISE DE EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR NO PLANEJAMENTO ATUAL

APÊNDICE 3

INDICADORES E CRITÉRIOS DE DESEMPENHO VIGENTES PARA ANÁLISE DE EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR NO PLANEJAMENTO ATUAL

Este Apêndice apresenta uma tabulação dos objetivos e atividades atualmente avaliadas nos exercícios de emergência nuclear no Brasil e países latino-americanos.

O seu formato original é representado no Anexo I deste trabalho.

Segundo seus autores, os indicadores descritos estão baseados na legislação que ampara o planejamento de resposta às situações de emergência, nos diversos planos de emergência aprovados, bem como nos documentos NUREG 0654 (U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1980) e o FEMA 15 (Federal Emergency Management Agency, 1991).

QUADRO AP.3.1 - CAPACIDADE DE NOTIFICAÇÃO

Objetivo	Descrição	Atividades
1	Capacidade de notificar as organizações envolvidas nas ações de resposta a uma situação de emergência nuclear.	<p>1.1 Havia uma relação com nome, endereço, telefone residencial, de trabalho ou celular dos representantes, possibilitando sua notificação em Qualquer circunstância e a qualquer tempo?</p> <p>1.2 Os meios de comunicação estavam em conformidade com os planos e procedimentos?</p> <p>1.3 As notificações foram realizadas com oportunidade?</p> <p>1.4 Foram previamente elaboradas mensagens para agilizar as ações de notificação?</p> <p>1.5 Havia mecanismos para acionamento em horário fora do expediente?</p> <p>1.6 Foi efetivada a confirmação da notificação?</p>

QUADRO AP.3.2 - CAPACIDADE DE MOBILIZAÇÃO

Objetivo	Descrição	Atividades
2	Capacidade de mobilizar pessoal e meios previstos nos Planos de Emergência.	<p>2.1 Conhecia os procedimentos previstos nos Planos de Emergência e outras normas para mobilização de pessoal e meio?</p> <p>2.2 O pessoal notificado apresentou-se prontamente no local?</p> <p>2.3 Os meios foram postos à disposição oportunamente?</p> <p>2.4 Foi possível contatar o responsável no órgão acionado ou notificado?</p> <p>2.5 Havia uma relação dos materiais que devem estar disponíveis, para realizar a atividade preconizada no plano?</p> <p>2.6 Se afirmativo, estes materiais estavam em condições de uso?</p>

QUADRO AP.3.3 - CAPACIDADE DE ATIVAÇÃO DOS CENTROS DE EMERGÊNCIA

Objetivo	Descrição	Atividades
3	Capacidade de ativar os Centros de Emergência previstos.	3.1 Possuía a documentação necessária para eventual consulta? 3.2 As comunicações funcionaram bem? 3.3 Todos os representantes foram acionados? 3.4 As mensagens foram transmitidas com oportunidade e acerto? 3.5 Os integrantes do Centro demonstraram conhecimento de suas atribuições? 3.6 Os operadores demonstraram conhecimento na operação dos equipamentos/instrumentos? 3.7 Os telefones estavam identificados? 3.8 Os integrantes do Centro estavam identificados por crachás?

QUADRO AP.3.4 - ADEQUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES E DOS RECURSOS HUMANOS

Objetivo	Descrição	Atividades
4	Adequação das instalações, dos equipamentos e dos recursos humanos/ materiais para atender à emergência.	4.1 O espaço era suficiente? 4.2 Havia controle de acesso à instalação? 4.3 Os meios de comunicação foram suficientes para atender à demanda de mensagens? 4.4 O "layout" da instalação era funcional? 4.5 Havia disponibilidade de meios para a produção de documentos? 4.6 Possuía material e equipamento para ser utilizado em emergência nuclear? 4.7 O material empregado era apropriado ao fim a que se destinava?

QUADRO AP.3.5 - CAPACIDADE DE COMUNICAÇÃO

Objetivo	Descrição	Atividades
5	Capacidade de comunicação entre as organizações e pessoas envolvidas, inclusive para as equipes de campo.	<p>5.1 Os equipamentos permitiram comunicações entre os diversos níveis de coordenação/comando dentro da organização?</p> <p>5.2 Os equipamentos permitiram comunicações entre as diversas organizações que participam da resposta à situação de emergência?</p> <p>5.3 O Coordenador de operações tinha comunicações com as organizações que atuavam na emergência, inclusive nas operações de campo?</p> <p>5.4 O pessoal estava familiarizado com o equipamento disponível?</p> <p>5.5 Havia normas e diretrizes disciplinando a exploração das comunicações?</p> <p>5.6 O pessoal envolvido estava familiarizado com as normas e diretrizes disciplinadoras da exploração das comunicações?</p> <p>5.7 Os equipamentos utilizados foram suficientes?</p> <p>5.8 Havia redundância de meios?</p> <p>5.9 Meios de comunicações disponíveis (quantifique):</p> <p>5.10 Existia backup de energia (no break, gerador auxiliar, etc.) para suportar as operações?</p>

QUADRO AP.3.6 - CAPACIDADE DE COMANDO, COORDENAÇÃO E CONTROLE

Objetivo	Descrição	Atividades
6	Capacidade de comando, coordenação e controle.	<p>6.1 Havia alguém efetivamente comandando e gerenciando as ações?</p> <p>6.2 Ele mantinha sua equipe permanentemente informada da evolução da situação?</p> <p>6.3 Mantinha seu órgão ou chefe imediato permanentemente informado das ações realizadas?</p> <p>6.4 Havia comunicação entre todos os níveis de controle e coordenação da operação?</p> <p>6.5 As decisões foram tomadas após discussão e avaliação com o grupo?</p> <p>6.6 Houve falha no apoio em algum setor por falta de coordenação?</p> <p>6.7 Houve acompanhamento da situação pelos meios de comunicação de massa (TV, rádio, etc.)?</p> <p>6.8 Existiam meios auxiliares (quadros de aviso, cartas topográficas e mapas) para dar suporte e fazer o acompanhamento da evolução da situação?</p> <p>6.9 Os meios auxiliares foram atualizados oportunamente?</p>

QUADRO AP.3.7 - CAPACIDADE DE REALIZAR, EM TEMPO, AS MEDIDAS DE PROTEÇÃO PREVISTAS

Objetivo	Descrição	Atividades
7	Capacidade de realizar, em tempo, as medidas de proteção previstas.	7.1 A população foi notificada oportunamente? 7.2 A evacuação das áreas foi realizada em tempo hábil? 7.3 A abrigagem da população evacuada foi realizada com sucesso? 7.4 A sirene foi acionada oportunamente? 7.5 Havia disponibilidade de iodeto de potássio para uma eventual distribuição? 7.6 As equipes de notificação foram constituídas em tempo hábil? 7.7 As ações de evacuação ocorreram de acordo com o plano detalhado de evacuação?

**QUADRO AP.3.8 - CAPACIDADE DE DETERMINAÇÃO DE CAMPOS DE
RADIAÇÃO**

Objetivo	Descrição	Atividades
8	Capacidade de uso apropriado de equipamentos e procedimentos para a determinação de campos de radiação.	<p>8.1 A equipe possuía instrumento para medir radiação beta-gama? Instrumento para alta faixa (>0.05 rem/h) de radiação gama? Acesso a instrumento de reserva? Equipamento com a calibração em dia?</p> <p>8.2 A equipe fez cheques de bateria e de fontes?</p> <p>8.3 As leituras de gama-beta foram realizadas, de acordo com o procedimento aplicável a cada situação?</p> <p>8.4 As equipes mantinham os equipamentos encapsulados em filme plástico para evitar contaminação? Se a resposta for negativa, explique por que a organização não Seguiu seu plano e procedimento</p> <p>8.5 Os componentes da equipe, em geral, apresentavam adequado treinamento e conhecimentos?</p> <p>8.6 Os integrantes destas equipes reportaram apropriadamente e prontamente os resultados das medidas?</p> <p>8.7 As leituras foram registradas de acordo com a localização, horário, data e o instrumento utilizado?</p> <p>8.8 As funções e atividades relevantes foram implementadas de maneira consistente com o Plano de Emergência da organização e seus procedimentos? Se a resposta for negativa, explique por que a organização não seguiu seu plano e procedimentos.</p>

QUADRO AP.3.9 - CAPACIDADE DE DESENVOLVER PROJEÇÕES DE DOSE.

Objetivo	Descrição	Atividades
9	Capacidade de desenvolver projeções de dose.	<p>9.1 Existia mais de um sistema disponível para projeção de dose?</p> <p>9.2 As informações sobre a situação da CNAAA foram prontamente fornecidas, de modo que as projeções de dose pudessem ser feitas?</p> <p>9.3 Novas projeções de dose foram realizadas, baseadas em dados de monitoração de campo?</p> <p>9.4 A localização da pluma projetada foi realizada e apresentada? Se a resposta for negativa, explique por que a organização não seguiu seu plano e procedimentos:</p> <p>9.5 As equipes de monitoração de campo foram propriamente direcionadas de modo a confirmar a pluma prognosticada? A pluma foi apropriadamente definida pelas equipes de campo?</p> <p>9.6 Os dados da equipe de monitoração de campo foram comparados com as taxas de doses projetadas?</p> <p>9.7 As mudanças de vento foram consideradas na determinação da área de interesse?</p> <p>9.8 As funções e atividades relevantes foram implementadas de acordo com o Plano de Emergência e seus procedimentos? Se a resposta for negativa, explique por que a organização não seguiu seu plano e procedimentos</p>

**QUADRO AP.3.10 - CAPACIDADE DE ALERTAR A POPULAÇÃO NAS
ZONAS DE PLANEJAMENTO DE EMERGÊNCIA**

Objetivo	Descrição	Atividades
10	Capacidade de alertar e notificar a população nas Zonas de Planejamento de Emergência.	<p>10.1 Possuíam os equipamentos e instrumentos adequados à notificação?</p> <p>10.2 Os equipamentos e instrumentos atendem plenamente aos propósitos a que se destinam?</p> <p>10.3 Os equipamentos/instrumentos estavam em condições de utilização?</p> <p>10.4 Havia operadores habilitados para a execução desta tarefa?</p> <p>10.5 Havia mensagens padronizadas para a divulgação?</p> <p>10.6 Havia planejamento para notificação dos moradores de áreas distantes?</p>

QUADRO AP.3.11 - CAPACIDADE DE COORDENAR INFORMAÇÕES AO PÚBLICO

Objetivo	Descrição	Atividades
11	Capacidade de coordenar a formulação e a disseminação de informações precisas para o público.	<p>11.1 As organizações envolvidas demonstraram a capacidade de disseminar um sinal de alerta e iniciar uma mensagem de instruções para o público, em 15 minutos, para as ZPE envolvidas?</p> <p>11.2 Tinham acesso às informações atualizadas, com exatidão e em tempo hábil?</p> <p>11.3 Existiam mensagens pré-escritas e/ou pré-gravadas? Se a resposta for negativa, descreva como estas mensagens eram desenvolvidas.</p> <p>11.4 A disseminação das informações foi efetivamente coordenada pelas organizações envolvidas?</p> <p>11.5 As liberações de informações para o público estavam formalmente autorizadas?</p> <p>11.6 Quem autorizava as liberações de informação para o público?</p> <p>11.7 Todas as liberações de informações para o público foram registradas?</p> <p>11.8- Foram feitas cópias das informações liberadas?</p> <p>11.9 Se positivo, estas informações eram acessíveis a todos integrantes da organização?</p>

QUADRO AP.3.12- CAPACIDADE DE COORDENAR A DISSEMINAÇÃO DE INFORMAÇÕES

Objetivo	Descrição	Atividades
12	Capacidade de coordenar o desenvolvimento e a disseminação de informações claras, precisas e em tempo para a imprensa.	<p>12.1 Havia uma pessoa, em cada reunião, designada para falar com a mídia?</p> <p>12.2 Foi realizado um “briefing” antes da apresentação à imprensa?</p> <p>12.3 Onde os “briefings” e as reuniões eram conduzidos?</p> <p>12.4 Quais as organizações que estavam responsáveis e participavam dos “briefings” e das reuniões?</p> <p>12.5 Havia registros das informações fornecidas para a mídia?</p> <p>12.6 O pessoal e os telefones estavam disponíveis para responder às perguntas provenientes da mídia?</p> <p>12.7 As apresentações ou “press releases” tinham as seguintes características?</p> <ul style="list-style-type: none"> - informações são corretas e atualizadas - linguagem clara e fácil de entender - conteúdo adequado (não alarmista) para ser transmitido ao público - informações coerentes com as decisões de ação protetoras - diferenciação clara entre as informações e instruções transmitidas anteriormente e as correntes

**QUADRO AP.3.13 - CAPACIDADE DE CONTROLAR O TRÁFEGO, ÀREAS
EVACUADAS E ABRIGOS.**

Objetivo	Descrição	Atividades
13	Capacidade organizacional e os meios necessários para controlar o tráfego e o acesso às áreas evacuadas e áreas de abrigo	<p>13.1 Havia pontos pré-determinados para controlar o trânsito?</p> <p>13.2 Havia acessos pré-determinados para as áreas de abrigo?</p> <p>13.3 Havia pessoal suficiente para cumprir a tarefa?</p> <p>13.4 O ponto de controle foi estabelecido oportunamente?</p> <p>13.5 Os controladores de trânsito tinham condições de se comunicar com a Coordenação Geral de Operações (CCCEN)?</p> <p>13.6 O pessoal empregado na tarefa conhecia suas atribuições?</p> <p>13.7 Havia disponibilidade de meios (guinchos, mecânicos, etc.) para desobstrução das vias de acesso?</p> <p>13.8 Havia um planejamento para atuação durante a noite ou permanência prolongada?</p>

**QUADRO AP.3.14 – ADEQUAÇÃO NOS PROCEDIMENTOS DE
MONITORAÇÃO RADIOLÓGICA, DESCONTAMINAÇÃO E REGISTRO DE
PESSOAS REMOVIDAS.**

Objetivo	Descrição	Atividades
14	Adequação de procedimentos, instalações, equipamentos e pessoal para monitoração radiológica, descontaminação e registro de pessoas removidas.	14.1 Os evacuados foram monitorados pelo Grupo de Triagem Radiológica? Se positivo, indique o número de pessoas no Grupo de Triagem, e descreva os equipamentos e procedimentos demonstrados.
		14.2 Quanto tempo foi necessário para monitorar uma pessoa?
		14.3 Qual foi, em média, o intervalo de tempo entre a monitoração de duas pessoas?
		14.4 Se foi encontrado alguém contaminado, ele foi descontaminado no local? Se não, para onde foi enviado para proceder-se a descontaminação?
		14.5 Existe uma área separada com chuveiros, para efetuar-se a descontaminação?
		14.6 Eram mantidos separados os evacuados contaminados, os não-contaminados e os não-monitorados?
		14.7 Descreva os procedimentos e equipamentos utilizados na descontaminação
		14.8 Para cada pessoa monitorada ou descontaminada foi providenciada a identificação apropriada, tal que ela pudesse ir para a recepção de evacuados?
		14.9 Para os evacuados que necessitaram de roupas, como estas foram obtidas?
		14.10 O que foi feito com as roupas e outros pertences contaminados?
		14.11 Os pertences foram manuseados de maneira a prevenir a disseminação da contaminação?
		14.12 Existe um estacionamento adequado disponível para os carros serem monitorados?

QUADRO AP.3.15 – ADEQUAÇÃO DOS ABRIGOS

Objetivo	Descrição	Atividades
15	Adequação das instalações, equipamentos, suprimentos e procedimentos nas áreas de abrigo.	<p>5.1 O Centro de Recepção de Evacuados (abrigo) ativado e colocado em condição de operação oportunamente?</p> <p>15.2 Os procedimentos para montagem e operação do abrigo são adequados?</p> <p>15.3 Havia alguém coordenando a montagem e a operação do abrigo?</p> <p>15.4 Que organizações estão representadas nos Centros de Recepção de Evacuados (abrigo) e quais as suas tarefas? As organizações participantes cumpriram suas tarefas?</p> <p>15.5 Existiam pessoas disponíveis e suficientes para registro e controle dos evacuados?</p> <p>15.6 Existiam formulários-padrão de registro?</p> <p>15.7 Havia disponibilidade de meios e equipamentos adequados e em quantidade suficiente para a acomodação dos evacuados? Colchões ou camas. Qual a quantidade? Água potável? Banheiros (pelo menos 1/40 pessoas?). Alimentação?</p> <p>15.8 Havia controle dos abrigados?</p> <p>15.9 Havia registro dos abrigados?</p> <p>15.10 Havia disponibilidade de enfermaria e médicos?</p> <p>15.11 Houve triagem radiológica dos abrigados?</p> <p>15.12 O pessoal empregado na administração do abrigo é suficiente?</p>

QUADRO AP.3.16 – ADEQUAÇÃO NO TRANSPORTE DE ACIDENTADOS

Objetivo	Descrição	Atividades
16	Adequação de veículos, equipamentos, procedimentos e pessoal para o transporte de indivíduos acidentados.	16.1 O veículo e os demais equipamentos para o transporte de acidentados e/ou contaminados estavam disponíveis? 16.2 Houve orientação adequada quanto ao destino do acidentado e/ou contaminado? 16.3 A operação de transporte/remoção ocorreu em tempo hábil? 16.4 O veículo estava devidamente preparado para o transporte de contaminados? 16.5 O pessoal envolvido na operação demonstrou conhecimento de suas atribuições?

QUADRO AP.3.17 – ADEQUAÇÃO DO SERVIÇO DE TRATAMENTO DE CONTAMINADOS OU ACIDENTADOS

Objetivo	Descrição	Atividades
17	Adequação de equipamentos, suprimentos e pessoal de instalações médicas responsáveis pelo tratamento de contaminados e/ou acidentados.	17.1 A equipe médica estava equipada para atender à situação de emergência nuclear? 17.2 A equipe médica estava treinada para o atendimento radiológico de emergência? 17.3 Existiam mecanismos de ligação com outros centros médicos mais avançados de atendimento radiológico? 17.4 Havia comprimidos de iodeto de potássio para atender à população evacuada? 17.5 Os comprimidos e/ou medicamentos existentes estavam dentro do prazo de validade?

**QUADRO AP.3.18 – CAPACIDADE DE ANÁLISAR DE AMOSTRAS
AMBIENTAIS.**

Objetivo	Descrição	Atividades
18	Capacidade de realizar medidas e análises de amostras ambientais.	<p>18.1 O grupo demonstrou a capacidade de medir a concentração de radionuclídeos na atmosfera?</p> <p>18.2 A equipe de coleta de amostras possuía um monitor para efetuar medidas de radiação?</p> <p>18.3 A equipe coletou amostras ambientais para análise em laboratório? Água? Solo? Sedimentos? Vegetação? Outros (especificar)</p> <p>18.4 O laboratório executou a análise nas amostras coletadas?</p>

**QUADRO AP.3.19 – ADEQUAÇÃO DE PROCEDIMENTOS PARA
ISOLAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS E DESCONTAMINAÇÃO DE
TRABALHADORES DE EMERGÊNCIA.**

Objetivo	Descrição	Atividades
19	Adequação de procedimentos para isolamento de áreas contaminadas, monitoração e descontaminação de trabalhadores de emergência.	<p>19.1 O isolamento de área foi demonstrado adequadamente?</p> <p>19.2 Foi demonstrada a instalação de pontos de controle?</p> <p>19.3 Os trabalhadores de emergência possuíam EPI apropriados?</p> <p>Dosímetros pessoais, Filmes, Canetas, TLD, Dosímetros de extremidades, Luvas, Sapatilhas, Macacão descartável, Máscara</p> <p>19.4 Os trabalhadores de emergência foram monitorados após a realização das tarefas?</p> <p>19.5 Os materiais retirados das áreas contaminadas foram monitorados?</p>

QUADRO AP.3.20 – CAPACIDADE DE SIMULAR A EVACUAÇÃO DA POPULAÇÃO DA AREA DE PROPRIEDADE DA ELETRONUCLEAR (OPERADORA DA CENTRAL NUCLEAR), ZONAS DE PLANEJAMENTO DE EMERGÊNCIA DE 3 E 5 QUILOMETROS.

Objetivo	Descrição	Atividades
20	Adequação de procedimentos para isolamento de áreas contaminadas, monitoração e descontaminação de trabalhadores de emergência.	20.1 Havia um planejamento de evacuação da população?
		20.2 A população foi avisada dos procedimentos de evacuação?
		20.3 Os meios alocados foram suficientes?
		20.4 Foram disponibilizados meios alternativos de evacuação?
		20.5 A evacuação foi realizada de forma organizada?
		20.6 Havia planejamento para evacuação de grupos especiais (paraplégicos, doentes, idosos, etc.)?
		20.7 Este planejamento foi demonstrado?

QUADRO AP.3.21 – CAPACIDADE DO ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR

Objetivo	Descrição	Atividades
21	Capacidade de atendimento pré-hospitalar	21.1 Houve triagem médica das vítimas?
		21.2 Foi prestado atendimento prioritário as condições convencionais graves?
		21.3 Foram avaliados os sinais vitais?
		21.4 Foi feita verificação de possível contaminação?
		21.5 Em caso de contaminação, foram adotados cuidados de proteção em relação à vítima, ao ambiente e aos equipamentos?
		21.6 As vítimas foram tratadas com medicações específicas no local?
		21.7 Os rejeitos foram depositados numa área pré-estabelecida?
		21.8 A equipe estava devidamente paramentada?
		21.9 Houve comunicação com o nível secundário sobre a remoção de vítimas?
		21.10 Havia condições de transporte adequadas para a remoção de todas as vítimas?

**QUADRO AP.3.22 – CAPACIDADE DE O ATENDIMENTO NO AMBIENTE
HOSPITALAR**

Objetivo	Descrição	Atividades
22	Capacidade do atendimento em ambiente hospitalar convencional e/ou especializado em radioacidentado	22.1 Foi prestado atendimento prioritário as condições convencionais graves?
		22.2 Foram avaliados os sinais vitais?
		22.3 Foi feita verificação de possível contaminação?
		22.4 Em caso de contaminação foram tomados cuidados de proteção em relação à vítima, ao ambiente e aos equipamentos?
		22.5 A equipe estava devidamente paramentada?
		22.6 O local escolhido para a montagem do ponto de controle foi adequado.
		22.7 Os pontos de controle foram adequadamente providos e gerenciados?
		22.8 Havia EPI e instrumentação em número suficiente?
		22.9 A equipe hospitalar estava preparada para o atendimento a radioacidentados?
		22.10 Todos os trabalhadores de emergência foram registrados e devidamente monitorados?
		22.11 Todos os trabalhadores de serviços convencionais foram registrados e devidamente monitorados?
		22.12 Foi feita monitoração de tudo que saiu das áreas controlada e supervisionada?
		22.13 Os rejeitos foram depositados numa área pré-estabelecida?
		22.14 Houve gerenciamento de informações?
		22.15 Houve registro adequado de informações sobre cada vítima?
		22.16 As áreas utilizadas foram devidamente monitoradas e, se necessário, descontaminadas?
		22.17 Houve comunicação com o nível terciário sobre a remoção de vítimas?
		22.18 Houve apoio do sistema de infraestrutura?

APÊNDICE 4

INDICADORES DE DESEMPENHO PROPOSTOS

APÊNDICE 4

INDICADORES DESEMPENHO DESENVOLVIDOS PARA ANÁLISE DE EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

Este Apêndice apresenta uma tabulação das ações, atividades e indicadores de desempenho desenvolvidos neste trabalho, para a avaliação de exercícios de emergência nuclear.

O modelo proposto considera que a avaliação de exercícios de emergência nuclear deve ser realizada a partir da avaliação das estruturas de resposta, as estruturas de resposta avaliadas através de suas ações, as ações avaliadas através de suas atividades e finalmente, as atividades através de seus indicadores de desempenho.

Nos quadros descritos neste Apêndice, na coluna da esquerda são representados os códigos propostos para serem usados na representação do quesito a ser avaliado e a seguir a sua descrição.

O critério de avaliação de cada indicador de desempenho é apresentado no Apêndice 5.

QUADRO AP.4.1 INDICADORES DA AÇÃO ATIVAÇÃO

Código	Descrição
A1	Ação ativação
A11	Atividade notificação
A111	A estrutura de coordenação da emergência da operadora está composta no tempo previsto
A112	Todas as agências são comunicadas da necessidade de comparecer a estrutura de resposta no tempo previsto
A113	Todas as agências estão presentes na estrutura de resposta, no tempo previsto.
A12	Atividade comunicação
A121	As comunicações enviadas/recebidas pela estrutura de emergência são compreendidas
A122	Existe compartilhamento de informações sobre prioridades, questões e ações, entre a estrutura que está sendo avaliada e as demais estruturas de resposta.

**QUADRO AP.4.2 INDICADORES DA AÇÃO MEDIDAS DE PROTEÇÃO
URGENTE**

Código	Descrição
A2	Ação medidas de proteção urgente
A21	Atividade tomada de decisão
A211	A estrutura de emergência indica as ações de proteção urgente no tempo previsto
A212	A estrutura de emergência ajusta as medidas protetoras urgentes à medida que vai recebendo informação
A213	A estrutura de emergência destinada à monitoração radiológica local é criada no tempo previsto
A214	A monitoração ambiental dentro da Zona de Ações Preventivas é conduzida no tempo previsto
A215	A monitoração ambiental dentro da Zona de Proteção Urgente é conduzida no tempo previsto
A216	As medidas de taxa de dose ambiente dentro da(s) área(s) afetada(s) são atualizadas no tempo previsto
A22	Atividade alerta ao público
A221	O público da Zona de Ações Preventivas é alertado sobre a situação de emergência na Central Nuclear, de forma que ações protetoras urgentes possam ser implementadas no tempo previsto.
A222	O público da dentro da Zona de Proteção Urgente é alertado sobre a emergência na Central Nuclear de forma que ações protetoras urgentes possam ser implementadas no tempo previsto.
A23	Atividade evacuação
A231	O público da Zona de Ações Preventivas é evacuado no tempo previsto.
A232	A população da Zona de Proteção Urgente é evacuada no tempo previsto.
A233	O controle de entrada/saída das zonas de ação protetora está operando no tempo previsto após a ordem de evacuar.
A234	As medidas de controle de trânsito nas áreas externas a Zona de Proteção Urgente está operando no tempo previsto após a ordem de evacuar,
A235	Os centros de recepção/evacuação com capacidade suficiente e serviços essenciais (incluindo monitoração da radiação) estão operando no tempo previsto após a ordem de evacuar.
A24	Atividade Abrigagem
A241	Um abrigo substancial é fornecido para o público da Zona se Ações Preventivas por um tempo previsto, caso a evacuação não seja possível.
A242	A atividade de abrigagem é conduzida em todo o período previsto para a abrigagem
A243	A população abrigada é informada da duração esperada da abrigagem
A25	Atividade de administração de iodo estável
A251	Profilaxia de iodo estável é fornecida a população da Zona de Ações Preventivas no tempo previsto
A252	Profilaxia de iodo estável é fornecida a população da Zona de Proteção Urgente no tempo previsto.

Código	Descrição
A26	Atividade de controle de contaminação da população
A261	A população evacuada e a população abrigada exposta a uma liberação de como recebe instruções de como se descontaminar no tempo previsto.
A262	A população evacuada é monitorada em relação à contaminação radioativa, quando durante ou após uma evacuação é exposta a uma liberação atmosférica.
A263	As pessoas contaminadas são descontaminadas

**QUADRO AP.4.3 INDICADORES DA AÇÃO PROTEÇÃO DO
TRABALHADOR**

Código	Descrição
A3	Ação de proteção do trabalhador de emergência
A31	Atividade de controle de dose durante a resposta a emergência
A311	A estrutura de emergência avalia dinamicamente as guias de monitoração dos trabalhadores de emergência
A312	A estrutura de emergência controla doses pessoais dos trabalhadores de emergência externos a instalação que operam no site da instalação
A313	A estrutura de emergência cria um sistema contabilização de dose dos trabalhadores de emergência no tempo previsto
A314	A estrutura de emergência contabiliza a dose dos trabalhadores de emergência dentro do intervalo de tempo previsto
A315	A estrutura de emergência registra as leituras de dosímetro de todos os trabalhadores de emergência que saem da zona de ação protetora
A316	A estrutura de emergência informa as leituras e os alarmes de dosímetros às estruturas de coordenação da emergência no tempo previsto
A32	Controle geral de contaminação
A321	O equipamento, veículos e instalações de emergência são monitorados e, se necessário, descontaminados antes de deixar a zona de emergência.
A322	Os trabalhadores de emergência são monitorados e descontaminados, se necessário, antes de deixar a zona de emergência.

QUADRO AP.4.4 INDICADORES DA AÇÃO ATENÇÃO À SAÚDE

Código	Descrição
A4	Ação atenção à saúde
A41	Atividade cuidados médicos
A411	Os trabalhadores de emergência e membros do público feridos recebem tratamento inicial
A412	Os feridos são transportados para uma instalação médica rapidamente
A413	O tratamento médico para os feridos graves não é retardado devido à contaminação real ou potencial
A414	São aplicados critérios de triagem aos feridos
A415	As pessoas com sobre-exposição são identificadas no tempo previsto
A416	As pessoas com sobre-exposição são enviadas para uma instalação adequada para tratamento
A417	As Autoridades de Saúde Pública mantêm registro de cada pessoa que recebeu dose acima do critério pré-determinado para acompanhamento em longo prazo
A418	As Autoridades de Saúde Pública mantêm registro de cada trabalhador de emergência que recebeu dose acima do critério pré-determinado para acompanhamento em longo prazo
A42	Atividade de serviços de emergência
A421	Os Serviços de Emergência respondem dentro dos períodos de tempo especificados nas suas Diretrizes de Tempo de Resposta
A422	Os centros de recepção e triagem de emergência e de segurança estão operando nas instalações de emergência
A423	Os serviços de emergência (incêndio, médico e segurança) são mantidos na zona de emergência.
A424	As medidas para facilitar o ingresso dos serviços de emergência médica na zona de emergência são mantidas de modo a não prejudicar as evacuações em curso

**QUADRO AP.4.5 INDICADORES DA AÇÃO INFORMAÇÕES PARA A
POPULAÇÃO**

Código	Descrição
A5	Ação gerência de informações para a população
A51	Atividade informação à população
A511	Informação exata e em tempo é fornecida ao público durante toda a emergência
A512	O Centro de Informação a População é ativado no tempo previsto
A513	O Centro de Informação a População fornece briefings coordenados entre a área interna e área externa à instalação no tempo previsto.
A514	As organizações de resposta fornecem informações ao Centro de Informação a População
A515	Todas as informações de emergência são fornecidas ao público através do Centro de Informação a População
A516	Cada organização de resposta é representada por um único porta-voz
A517	As atividades do porta-voz das organizações de resposta são coordenadas pelo Centro de Informação a População
A518	Os “briefings” de mídia e conferências de imprensa são marcados, organizados e conduzidos pelo Centro de Informação a População.
A52	Atividade controle de Rumores
A521	O Centro de Informação a População monitora a transmissão e publicação de rumores, informações erradas e preocupação do público.
A522	O Centro de Informação a População comunica as estruturas de emergência externa a instalação nuclear a existência de rumores
A523	Informação para corrigir os rumores é fornecida ao Centro de Informação a População
A524	O Centro de Informação a População transmite a informação correta cada vez que surgirem rumores, corrigindo a informação propalada.

QUADRO AP.4.6 INDICADORES DA AÇÃO PROTEÇÃO DE LONGO PRAZO

Código	Descrição
A6	Proteção de Longo Prazo
A61	Atividade de tomada decisão
A611	São estabelecidos os níveis de taxa de dose em que são necessárias ações protetoras de longo prazo
A612	São estabelecidos os níveis de taxa de dose em que a amostragem é necessária
A613	É estabelecida a densidade de contaminação em que são necessárias as ações protetoras
A614	São estabelecidos os níveis genéricos de ação para contaminação de alimentos, leite e água.
A615	São estabelecidos os níveis genéricos de ação para ração animal
A616	Vistorias de contaminação de superfície do solo são conduzidas a uma distância prevista da central nuclear
A617	Análises isotópicas e amostras de solo são realizadas no tempo previsto
A618	Cada área afetada onde podem ser necessárias ações protetoras de longo prazo é definida, mapeada e informada a todas as estruturas de resposta.
A62	Atividade controle alimentar
A621	Contra medidas agrícolas são implementadas para controle de dose por ingestão, de acordo com níveis de referência estabelecidos.
A622	São implementadas medidas para impedir a saída de alimentos contaminados das áreas afetadas
A623	As contra medidas agrícolas são verificadas durante todo o período de implementação.
A63	Realocação e reassentamento
A631	A estrutura de coordenação da emergência da Agência Nacional de Energia Nuclear determina as diretrizes para reassentamento permanente em conjunto com o governo nacional
A632	São realizadas consultas apropriadas com pessoas potencialmente afetadas antes de iniciar programas de reassentamento permanente
A633	São fornecidas áreas temporárias, ou permanentes, adequadas para a acomodação.
A64	Atividade de minimização do impacto psicológico
A641	A população evacuada é mantida informada sobre o tempo provável para retorno a suas casas e/ ou lugares de trabalho e sobre as medidas para proteger suas propriedades
A642	A população evacuada e pessoas nas áreas afetadas são mantidas informadas sobre os impactos potenciais de curto e longo prazo sobre a saúde
A643	As organizações de resposta respondem através do Centro de Informações Públicas as perguntas relacionadas no tempo devido

**QUADRO AP.4.7 INDICADORES DA AÇÃO RECUPERAÇÃO DE ÁREAS
AFETADAS**

Código	Descrição
A7	Ação de recuperação de áreas afetadas
A71	Tomada de Decisão
A711	Os níveis operacionais de intervenção estão abaixo dos quais podem ser levantadas as instruções de ações protetoras estão claramente estipulados
A712	A organização de emergência externa ao determinar o final da emergência avalia se as condições do acidente estão sob controle, se as medidas estão abaixo dos níveis operacionais de intervenção para levantar as instruções de ações protetoras, se a preocupação do público é corretamente gerenciada e se minimizando a emergência não haverá um efeito adverso no gerenciamento de suas conseqüências.
A713	As ações protetoras são rescindidas no momento adequado
A72	Transição
A721	A estrutura de emergências externa estabelece um plano de recuperação
A722	O plano de recuperação leva em consideração a necessidade de continuar a operação na área afetada, na segurança dos trabalhadores de emergência e nas relações com a mídia.
A723	A organização de emergências externa informa rapidamente às organizações de resposta o fim da emergência e as medidas de recuperação a serem tomadas
A724	Os documentos relevantes e outras evidências são mantidos e reservados para investigações pós-emergência

APÊNDICE 5

CRITÉRIOS DE DESEMPENHO DESENVOLVIDOS PARA ANÁLISE DE EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

APÊNDICE 5

CRITÉRIOS DE DESEMPENHO DESENVOLVIDOS PARA ANÁLISE DE EXERCÍCIOS DE EMERGÊNCIA NUCLEAR

Este Apêndice apresenta uma tabulação dos critérios de avaliação de cada indicador de desempenho desenvolvido neste trabalho.

O modelo proposto considera que a avaliação de exercícios de emergência nuclear deve ser realizada a partir da avaliação das estruturas de resposta, as estruturas de resposta avaliadas através de suas ações, as ações avaliadas através de suas atividades e finalmente, as atividades através de seus indicadores de desempenho.

Nos quadros descritos neste Apêndice, na coluna da esquerda são representados os códigos propostos para serem usados na representação de cada indicador de desempenho a ser analisado e a seguir a sua descrição para avaliação máxima e mínima.

A tabulação das ações, atividades e indicadores de desempenho desenvolvidos neste trabalho para a avaliação de exercícios de emergência nuclear são apresentados no Apêndice 4.

**QUADRO AP.5.1 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DESEMPENHO DA AÇÃO
ATIVACÃO**

Codigo	Nota máxima (10.0)	Nota mínima (ZERO)
A111	Estrutura completa em cinco minutos da hora zero.	Estrutura completa em tempo maior ou igual 15 minutos da hora zero
A112	Todas as agências são notificadas em 60 minutos da hora zero.	Todas as agências são notificadas em tempo igual ou superior a 180 minutos da hora zero.
A113	Todas as agências estão presentes após três horas da hora zero	Todas as agências estão presentes em tempo igual ou superior a nove horas da hora zero.
A121	Todas as comunicações enviadas ou recebidas são compreendidas	Nenhuma comunicação enviada ou recebida é compreendida
A122	Existe compartilhamento de informações durante o tempo todo.	Não existe compartilhamento de informações em qualquer instante

**QUADRO AP.5.2 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA AÇÃO PROTEÇÃO
URGENTE**

Codigo	Nota máxima (10.0)	Nota mínima (ZERO)
A211	As ações de proteção são indicadas em 30 minutos da hora zero.	As ações de proteção são indicadas em tempo igual ou superior a noventa minutos da hora zero.
A212	O ajuste de medidas de proteção é realizado a cada 10 minutos da hora zero	O ajuste de medidas de proteção é realizado em tempo igual ou superior a trinta minutos da hora zero.
A213	A estação de trabalho local funcionamento em até 24 horas da hora zero	A estação de trabalho está funcionamento em tempo igual ou superior 72 horas da hora zero.
A214	A monitoração ambiental é conduzida em até 4 horas da hora zero.	A monitoração ambiental é conduzida em tempo igual ou superior 12 horas da hora zero.
A215	A monitoração ambiental é conduzida em até 8 horas da hora zero.	A monitoração ambiental é conduzida em tempo igual ou superior 24 horas da hora zero.
A216	As medidas de taxa de dose ambiente são atualizadas a cada quinze minutos.	As medidas de taxa de dose ambiente são atualizadas em intervalos de tempo igual ou superior 45 minutos
A221	As medidas de taxa de dose ambiente são atualizadas a cada quinze minutos.	As medidas de taxa de dose ambiente são atualizadas em intervalos de tempo igual ou superior 45 minutos
A222	O público é alertado em até 1 hora da hora zero.	O público é alertado em tempo igual ou superior 3 horas da hora zero.
A231	O público é evacuado em até 4 horas da hora zero.	O público é evacuado em tempo igual ou superior 12 horas da hora zero.
A232	O público é evacuado em até 4 horas da hora zero.	O público é evacuado em tempo igual ou superior 12 horas da hora zero.
A233	O controle de entrada/saída opera em até 1 hora após a hora zero	O controle de entrada/saída está operando em tempo igual ou superior 3 horas após a hora zero
A234	O controle de trânsito está operando em até 1 hora após a hora zero	O controle de trânsito está operando em tempo igual ou superior 3 horas após a hora zero
A235	O controle de recepção e evacuação está operando em até 1 hora após a hora zero	O controle de recepção/evacuação está operando em tempo igual ou superior 3 horas após a hora zero.
A241	O controle de recepção de evacuação está operando em até 1 hora após a hora zero	O controle de recepção de evacuação está operando em tempo igual ou superior 3 horas após a hora zero.
A242	O público pode ser abrigado por um tempo igual ou superior a 24 horas da hora zero.	Não existe abrigo substancial caso a evacuação não seja possível.

Codigo	Nota máxima (10.0)	Nota mínima (ZERO)
A243	Todo o abrigo mantém a sua população informada da duração esperada da abrigagem.	Nenhum dos abrigos mantém a sua população informada da duração esperada da abrigagem.
A251	Profilaxia de iodo estável é fornecida em 2 horas da hora zero.	Profilaxia de iodo estável é fornecida em tempo igual ou superior a 6 horas da hora zero.
A252	Profilaxia de iodo estável é fornecida em 4 horas da hora zero	Profilaxia de iodo estável é fornecida em tempo igual ou superior a 12 horas da hora zero.
A261	Todas as populações afetadas são instruídas em até 1 hora da hora zero	As populações afetadas são instruídas em tempo igual ou superior a 3 horas da hora zero.
A262	Todas as populações afetadas são monitoradas em até 1 hora da hora zero.	As populações afetadas são monitoradas em tempo igual ou superior a 3 horas da hora zero
A263	Todas as pessoas contaminadas são monitoradas em até 3 horas da hora zero.	Todas as pessoas contaminadas são monitoradas em tempo igual ou superior a 9 horas da hora zero.

**QUADRO AP.5.3 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA AÇÃO PROTEÇÃO AO
TRABALHADOR**

Código	Nota máxima (10.0)	Nota mínima (ZERO)
A311	As guias de monitoração são avaliadas periodicamente observando níveis de exposição e o limite determinado	As guias de monitoração não são avaliadas.
A312	Existe pelo menos uma pessoa da instalação designada para o controle de doses	Não existe nenhuma pessoa da instalação designada para o controle de doses
A313	O sistema está operando em 15 minutos da hora zero.	O sistema está operando em 45 minutos da hora zero.
A314	Sistematicamente durante toda a emergência.	Não são avaliadas.
A315	A todo o momento	Em nenhum momento
A316	As estruturas de coordenação da emergência recebem há informação 10 minutos após a detecção.	As estruturas de coordenação da emergência recebem a informação em tempo igual ou superior a 30 minutos após a detecção.
A321	A todo o momento	Em nenhum momento
A322	A todo o momento	Em nenhum momento

**QUADRO AP.5.4 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA AÇÃO ATENÇÃO À
SAÚDE**

Código	Nota máxima (10.0)	Nota mínima (ZERO)
A411	A todo o momento	Em nenhum momento
A412	A todo o momento	Em nenhum momento
A413	A todo o momento	Em nenhum momento
A414	A todo o momento	Em nenhum momento
A415	A identificação se faz em 5 minutos após do início da sobre-exposição.	A identificação se faz em 15 minutos ou mais, após do início da sobre-exposição
A416	A todo o momento	Em nenhum momento
A417	A todo o momento	Em nenhum momento
A418	A todo o momento	Em nenhum momento
A421	A todo o momento	Em nenhum momento
A422	A todo o momento	Em nenhum momento
A423	A todo o momento	Em nenhum momento
A424	A todo o momento	Em nenhum momento

**QUADRO AP.5.5 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA AÇÃO INFORMAÇÕES À
POPULAÇÃO**

Código	Nota máxima (10.0)	Nota mínima (ZERO)
A511	A todo o momento	Em nenhum momento
A512	O CIP é ativado em até 1 hora da hora zero.	O CIP é ativado em tempo igual ou superior a 3 horas da hora zero.
A513	O CIP fornece briefings coordenados à mídia a cada 4 horas	O CIP fornece briefings coordenados à mídia em tempo igual ou superior a 12 horas entre informações
A514	A cada 1 hora ou imediatamente no caso de um evento avaliado como de maior impacto	A cada 3 horas ou mais
A515	A todo o momento	Em nenhum momento
A516	A todo o momento	Em nenhum momento
A517	A todo o momento	Em nenhum momento
A518	A todo o momento	Em nenhum momento
A521	A todo o momento	Em nenhum momento
A522	A todo o momento	Em nenhum momento
A523	A todo o momento	Em nenhum momento
A524	A todo o momento	Em nenhum momento

**QUADRO AP.5.6 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA AÇÃO PROTEÇÃO DE
LONGO PRAZO**

Codigo	Nota máxima (10.0)	Nota mínima (ZERO)
A611	São estabelecidos os níveis de taxa de dose para cada uma das áreas afetadas	Não são estabelecidos os níveis de taxa de dose gerais ou específicos para as áreas afetadas.
A612	São estabelecidos os níveis de taxa de dose para cada uma das áreas afetadas	Não são estabelecidos os níveis de taxa de dose gerais ou específicos para as áreas afetadas.
A613	São estabelecidos densidade de contaminação para cada uma das áreas afetadas	Não são estabelecidos os níveis de taxa de dose gerais ou específicos para as áreas afetadas.
A614	São estabelecidos os níveis de ação para cada uma das áreas afetadas	Não são estabelecidos os níveis de ação para as áreas afetadas.
A615	São estabelecidos os níveis de ação para cada uma das áreas afetadas	Não são estabelecidos os níveis de ação para as áreas afetadas.
A616	Medições são realizadas até a distância 48 km (30 milhas)	Não são realizadas medições
A617	Análise concluída após 2 horas da coleta	Análise concluída em tempo igual ou superior a 6 horas da coleta
A618	A área afetada onde podem ser necessárias ações protetoras é informada após 5 minutos de sua classificação	A área afetada onde podem ser necessárias ações protetoras é informada em tempo igual ou superior a 15 minutos de sua classificação
A621	A área afetada onde podem ser necessárias ações protetoras é informada após 5 minutos de sua classificação	A área afetada onde podem ser necessárias ações protetoras é informada em tempo igual ou superior a 15 minutos de sua classificação
A622	Alimentos advindos de áreas afetadas são submetidos a barreiras sanitárias	Não existem barreiras sanitárias para alimentos advindos de áreas afetadas
A623	O nível de referência de contaminação e contramedidas agrícolas é reavaliado a cada 6 horas	O nível de referência de contaminação e contramedidas agrícolas é reavaliado em tempo igual ou superior a 18 horas
A631	São estabelecidos os critérios de classificação de áreas impróprias para habitação	Não são estabelecidos os critérios de classificação de áreas impróprias para habitação.
A632	Para toda a população potencialmente afetada	Não são realizadas consultas a população
A633	São estabelecidos os critérios de classificação de áreas impróprias	Não são estabelecidos os critérios de classificação de áreas impróprias para habitação.
A641	A informação é atualizada a cada 24 horas	A informação é atualizada em período igual ou superior a 72 horas da

		informação anterior
A642	A informação é atualizada a cada 24 horas	A informação é atualizada em período igual ou superior a 72 horas da informação anterior
A643	A informação é atualizada a cada 24 horas	A informação é atualizada em período igual ou superior a 72 horas da informação anterior

**QUADRO AP.5.7 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE RECUPERAÇÃO DE
ÁREAS AFETADAS**

Codigo	Nota máxima (10.0)	Nota mínima (ZERO)
A711	Os níveis operacionais de intervenção estão abaixo e existe margem de segurança de vinte por cento	Os níveis operacionais de intervenção não estão abaixo.
A712	Se todas as condições de determinação do final da emergência descritas indicador foram atendidas.	Se nenhuma das condições de determinação do final da emergência descritas neste indicador é atendida.
A713	Se a ordem de rescindir todas as ações protetoras é obedecida em até uma hora de sua emissão	Se a ordem de rescindir todas as ações protetoras é obedecida em três horas ou mais de sua emissão
A721	O Plano de recuperação prevê ações a curto médio e longo prazo	O Plano de recuperação não prevê ações a curto médio e longo prazo
A722	O plano considera todos os requisitos descritos no indicador de desempenho	O plano não considera nenhum dos requisitos descritos no indicador de desempenho.
A723	As organizações envolvidas na emergência são informadas pela organização de emergências externa da condição de final de emergência e das medidas de recuperação a serem tomadas em até 15 minutos da hora zero	As organizações envolvidas na emergência são informadas pela organização de emergências externa da condição de final de emergência e das medidas de recuperação a serem tomadas em tempo igual ou superior a 45 minutos da hora zero
A724	Todos os documentos são cuidadosamente armazenados e as evidências preservadas	Nenhum dos documentos é armazenado ou evidência é preservada.

APÊNDICE 6

DEPENDÊNCIA FUNCIONAL POR ESTRUTURA AVALIADA

APÊNDICE 6

DEPENDÊNCIA FUNCIONAL POR ESTRUTURA AVALIADA

Este Apêndice apresenta uma tabulação da dependência funcional proposta para cada estrutura de resposta a ser avaliada, ou seja, quais as ações, atividades e indicadores de desempenho a serem avaliada em cada uma das estruturas de resposta a emergência nuclear.

O modelo proposto considera que a avaliação de exercícios de emergência nuclear deve ser realizada a partir da avaliação das estruturas de resposta, as estruturas de resposta avaliadas através de suas ações, as ações avaliadas através de suas atividades e finalmente, as atividades através de seus indicadores de desempenho.

Nos quadros descritos neste Apêndice, na coluna da esquerda são representados os códigos propostos para serem usados na função avaliação, ao centro as variáveis que compõem esta função e na coluna da direita a referência aos quadros que descrevem as ações, atividades e indicadores no Apêndice 4.

QUADRO AP.6.1 DEPENDÊNCIA FUNCIONAL DO CENTRO DE EMERGÊNCIA LOCAL

Variável	Dependência funcional	Referência
A_cel	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7	Quadros AP.4.1 a AP.4.7
A_cel_A1	A11, A12	Quadro AP.4.1
A_cel_A2	A22, A23, A24, A25, A26	Quadro AP.4.2
A_cel_A3	A31	Quadro AP.4.3
A_cel_A4	A41, A42	Quadro AP.4.4
A_cel_A5	A51	Quadro AP.4.5
A_cel_A6	A61, A62, A63, A64	Quadro AP.4.6
A_cel_A7	A71, A72	Quadro AP.4.7
A_cel_A11	A112, A113	Quadro AP.4.1
A_cel_A12	A121, A122	Quadro AP.4.1
A_cel_A22	A221, A222	Quadro AP.4.2
A_cel_A23	A231, A232, A233, A234, A235	Quadro AP.4.2
A_cel_A24	A241, A242, A243	Quadro AP.4.1
A_cel_A25	A251, A252	Quadro AP.4.2
A_cel_A26	A261, A262, A263	Quadro AP.4.2
A_cel_A31	A311, A312, A313	Quadro AP.4.3
A_cel_A41	A412, A417, A418	Quadro AP.4.4
A_cel_A42	A421, A422, A423, A424	Quadro AP.4.4
A_cel_A51	A511, A512, A514, A515, A516	Quadro AP.4.5
A_cel_A61	A611, A612, A613, A614, A615, A616, A617, A618	Quadro AP.4.6
A_cel_A62	A621, A622, A623	Quadro AP.4.6
A_cel_A63	A631, A632, A633	Quadro AP.4.6
A_cel_A64	A641, A642, A643	Quadro AP.4.6
A_cel_A71	A711, A712, A713	Quadro AP.4.7
A_cel_A72	A721, A722, A723, A724	Quadro AP.4.7

**QUADRO AP.6.2 DEPENDÊNCIA FUNCIONAL DO CENTRO DE
EMERGÊNCIA REGIONAL**

Variável	Dependência funcional	Referência
A_cer	A1, A2, A4, A5, A6, A7	Quadro AP4.1 a A4.7
A_cer_A1	A11, A12	Quadro AP.4.1
A_cer_A2	A21	Quadro AP.4.2
A_cer_A4	A41, A42	Quadro AP.4.4
A_cer_A5	A51	Quadro AP.4.5
A_cer_A6	A61, A62, A63	Quadro AP.4.6
A_cer_A7	A71, A72	Quadro AP.4.7
A_cer_A11	A112, A113	Quadro AP.4.1
A_cer_A12	A121, A122	Quadro AP.4.1
A_cer_A21	A211, A212	Quadro AP.4.2
A_cer_A41	A412, A417, A418	Quadro AP.4.4
A_cer_A42	A421, A422	Quadro AP.4.4
A_cer_A51	A511, A514, A515, A516	Quadro AP.4.5
A_cer_A61	A611, A612, A613, A614, A615, A616, A617, A618	Quadro AP.4.6
A_cer_A62	A621, A622, A623	Quadro AP.4.6
A_cer_A63	A631, A633	Quadro AP.4.6
A_cer_A71	A711, A712, A713	Quadro AP.4.7
A_cer_A72	A721, A722, A723, A724	Quadro AP.4.7

**QUADRO AP.6.3 - DEPENDÊNCIA FUNCIONAL DO CENTRO DE
EMERGÊNCIA NACIONAL**

Variável	Dependência funcional	Referência
A_cen	A1, A2, A4, A6, A7	Quadro AP.4.1 a AP.1.7
A_cen_A1	A11, A12	Quadro AP.4.1
A_cen_A2	A21	Quadro AP.4.2
A_cen_A4	A41, A42	Quadro AP.4.4
A_cer_A5	A51	Quadro AP.4.5
A_cen_A6	A61, A62, A63	Quadro AP.4.6
A_cen_A7	A71, A72	Quadro AP.4.7
A_cen_A11	A112, A113	Quadro AP.4.1
A_cen_A12	A121, A122	Quadro AP.4.1
A_cen_A21	A211, A212	Quadro AP.4.2
A_cen_A41	A412, A417, A418	Quadro AP.4.4
A_cen_A42	A421, A422	Quadro AP.4.4
A_cer_A51	A511, A514, A515, A516	Quadro AP.4.5
A_cen_A61	A611, A612, A613, A614, A615, A616, A617, A618	Quadro AP.4.6
A_cen_A62	A621, A622, A623	Quadro AP.4.6
A_cen_A63	A631, A633	Quadro AP.4.6
A_cen_A71	A711, A712, A713	Quadro AP.4.7
A_cen_A72	A721, A722, A723, A724	Quadro AP.4.7

**QUADRO AP.6.4 - DEPENDÊNCIA FUNCIONAL DA ESTRUTURA CENTRO
DE INFORMAÇÕES**

Variável	Dependência funcional	Referência
A_cip	A1, A2, A5, A6, A7	Quadro AP.4.1 a AP.1.7
A_cip_A1	A11, A12	Quadro AP.4.1
A_cip_A2	A21	Quadro AP.4.2
A_cip_A5	A51, A52	Quadro AP.4.5
A_cip_A6	A64	Quadro AP.4.6
A_cip_A7	A72	Quadro AP.4.7
A_cip_A11	A112, A113	Quadro AP.4.1
A_cip_A12	A121, A122	Quadro AP.4.1
A_cip_A21	A211, A212	Quadro AP.4.2
A_cip_A51	A511, A512, A513, A514, A515, A516, A517, A518	Quadro AP.4.5
A_cip_A52	A521, A522, A523, A524	Quadro AP.4.5
A_cip_A64	A641, A642, A643	Quadro AP.4.6
A_cip_A72	A724	Quadro AP.4.7

APÊNDICE 7

PESOS APLICADOS NO MODELO DA MÉDIA PONDERADA

APÊNDICE 7

PESOS APLICADOS NO MODELO DA MÉDIA PONDERADA

Este Apêndice apresenta uma tabulação dos pesos aplicados no Modelo de Avaliação utilizando a Média Ponderada.

No Modelo de Avaliação utilizando a Média Ponderada são atribuídos pesos para as estruturas, ações, atividades e indicadores de desempenho. O modelo proposto considera que a avaliação de exercícios de emergência nuclear deve ser realizada a partir da avaliação ponderada das estruturas de resposta, as estruturas de resposta avaliadas através da ponderação de suas ações, as ações avaliadas através da ponderação de suas atividades e finalmente, as atividades através da ponderação de seus indicadores de desempenho.

Nos quadros descritos neste Apêndice, na coluna da esquerda são representados os códigos propostos para serem usados na função avaliação e a seguir a sua respectiva descrição.

QUADRO AP.7.1 PESO DE CADA ESTRUTURA NA AVALIAÇÃO DO EXERCÍCIO

Código	Descrição	Peso
CEL	Centro de Emergência Local	1
CER	Centro de Emergência Regional	1
CEN	Centro de Emergência Nacional	1
CIP	Centro de Informações à População	1

QUADRO AP.7.2 PESO DE CADA AÇÃO NA AVALIAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE RESPOSTA

Código	Descrição	Peso
A1	Ativação	4
A2	Promoção de Medidas de Proteção Urgente	4
A3	Proteção do Trabalhador de Emergência	3
A4	Atenção a Saúde	3
A5	Gerência de informações para a população	4
A6	Proteção de Longo Prazo	2
A7	Recuperação de Áreas Afetadas	1

**QUADRO AP.7.3 PESOS DE CADA ATIVIDADE NA AVALIAÇÃO DE UMA
AÇÃO**

Código	Descrição	Peso
A11	Atividade notificação	4
A12	Atividade comunicação	4
A21	Atividade tomada de decisão na proteção urgente	4
A22	Atividade alerta ao público	3
A23	Atividade evacuação	3
A24	Atividade Abrigagem	3
A25	Atividade de administração de iodo estável	1
A26	Atividade de controle de contaminação da população	4
A31	Atividade de controle de dose durante a resposta a emergência	3
A32	Controle geral de contaminação	3
A41	Atividade de cuidados médicos	3
A42	Atividade de serviços de emergência	3
A51	Atividade informação à população	4
A52	Atividade controle de Rumores	4
A61	Atividade tomada de decisão	4
A62	Atividade controle alimentar	3
A63	Realocação e reassentamento	2
A64	Atividade de minimização do impacto psicológico	2
A71	Tomada de Decisão	4
A72	Transição	1

**QUADRO AP.7.4 PESOS DE CADA INDICADOR DE DESEMPENHO NA
AVALIAÇÃO DE UMA ATIVIDADE**

Código	Descrição	Peso
A111	A estrutura de coordenação da emergência da operadora está composta no tempo previsto	1
A112	Todas as agências são comunicadas da necessidade de comparecer a estrutura de resposta no tempo previsto	1
A113	Todas as agências estão presentes na estrutura de resposta, no tempo previsto.	1
A121	As comunicações enviadas/recebidas pela estrutura de emergência são compreendidas	1
A122	Existe compartilhamento de informações sobre prioridades, questões e ações, entre a estrutura que está sendo avaliada e as demais estruturas de resposta.	1
A211	A estrutura de emergência indica as ações de proteção urgente no tempo previsto	1
A212	A estrutura de emergência ajusta as medidas protetoras urgentes à medida que vai recebendo informação	1
A213	A estrutura de emergência destinada à monitoração radiológica local é criada no tempo previsto	1
A214	A monitoração ambiental dentro da Zona de Ações Preventivas é conduzida no tempo previsto	1
A215	A monitoração ambiental dentro da Zona de Proteção Urgente é conduzida no tempo previsto	1
A216	As medidas de taxa de dose ambiente dentro da(s) área(s) afetada(s) são atualizadas no tempo previsto	1
A221	O público da Zona de Ações Preventivas é alertado sobre a situação de emergência na Central Nuclear, de forma que ações protetoras urgentes possam ser implementadas no tempo previsto.	1
A222	O público da dentro da Zona de Proteção Urgente é alertado sobre a emergência na Central Nuclear de forma que ações protetoras urgentes possam ser implementadas no tempo previsto.	1
A231	O público da Zona de Ações Preventivas é evacuado no tempo previsto.	1
A232	A população da Zona de Proteção Urgente é evacuada no tempo previsto.	1
A233	O controle de entrada/saída das zonas de ação protetora está operando no tempo previsto após a ordem de evacuar.	1
A234	As medidas de controle de trânsito nas áreas externas a Zona de Proteção Urgente está operando no tempo previsto após a ordem de evacuar,	1
A235	Os centros de recepção/evacuação com capacidade suficiente e serviços essenciais (incluindo monitoração da radiação) estão operando no tempo previsto após a ordem de evacuar.	1

Código	Descrição	Peso
A241	Um abrigo substancial é fornecido para o público da Zona se Ações Preventivas por um tempo previsto, caso a evacuação não seja possível.	1
A242	A atividade de abrigagem é conduzida em todo o período previsto para a abrigagem	1
A243	A população abrigada é informada da duração esperada da abrigagem	1
A251	Profilaxia de iodo estável é fornecida a população da Zona de Ações Preventivas no tempo previsto	1
A252	Profilaxia de iodo estável é fornecida a população da Zona de Proteção Urgente no tempo previsto.	1
A261	A população evacuada e a população abrigada exposta a uma liberação de como recebe instruções de como se descontaminar no tempo previsto.	1
A262	A população evacuada é monitorada em relação à contaminação radioativa, quando durante ou após uma evacuação é exposta a uma liberação atmosférica.	1
A263	As pessoas contaminadas são descontaminadas	1
A311	A estrutura de emergência avalia dinamicamente as guias de monitoração dos trabalhadores de emergência	1
A312	A estrutura de emergência controla doses pessoais dos trabalhadores de emergência externos a instalação que operam no site da instalação	1
A313	A estrutura de emergência cria um sistema contabilização de dose dos trabalhadores de emergência no tempo previsto	1
A314	A estrutura de emergência contabiliza a dose dos trabalhadores de emergência dentro do intervalo de tempo previsto	1
A315	A estrutura de emergência registra as leituras de dosímetro de todos os trabalhadores de emergência que saem da zona de ação protetora	1
A316	A estrutura de emergência informa as leituras e os alarmes de dosímetros às estruturas de coordenação da emergência no tempo previsto	1
A321	O equipamento, veículos e instalações de emergência são monitorados e, se necessário, descontaminados antes de deixar a zona de emergência.	1
A322	Os trabalhadores de emergência são monitorados e descontaminados, se necessário, antes de deixar a zona de emergência.	1
A411	Os trabalhadores de emergência e membros do público feridos recebem tratamento inicial	1
A412	Os feridos são transportados para uma instalação médica rapidamente	1
A413	O tratamento médico para os feridos graves não é retardado devido à contaminação real ou potencial	1
A414	São aplicados critérios de triagem aos feridos	1
A415	As pessoas com sobre-exposição são identificadas no tempo previsto	
A416	As pessoas com sobre-exposição são enviadas para uma instalação adequada para tratamento	1
A417	As Autoridades de Saúde Pública mantém registro de cada pessoa que recebeu dose acima do critério pré-determinado	1

Código	Descrição	Peso
A418	As Autoridades de Saúde Pública mantém registro de cada trabalhador de emergência que recebeu dose acima do critério pré-determinado para acompanhamento em longo prazo	1
A421	Os Serviços de Emergência respondem dentro dos períodos de tempo especificados nas suas Diretrizes de Tempo de Resposta	1
A422	Os centros de recepção e triagem de emergência e de segurança estão operando nas instalações de emergência	1
A423	Os serviços de emergência (incêndio, médico e segurança) são mantidos na zona de emergência.	1
A424	As medidas para facilitar o ingresso dos serviços de emergência médica na zona de emergência são mantidas de modo a não prejudicar as evacuações em curso	1
A511	Informação exata e em tempo é fornecida ao público durante toda a emergência	1
A512	O Centro de Informação a População é ativado no tempo previsto	1
A513	O Centro de Informação a População fornece briefings coordenados entre a área interna e área externa à instalação no tempo previsto.	1
A514	As organizações de resposta fornecem informações ao Centro de Informação a População	1
A515	Todas as informações de emergência são fornecidas ao público através do Centro de Informação a População	1
A516	Cada organização de resposta é representada por um único porta-voz	1
A517	As atividades do porta-voz das organizações de resposta são coordenadas pelo Centro de Informação a População	1
A518	Os “briefings” de mídia e conferências de imprensa são marcados, organizados e conduzidos pelo Centro de Informação a População.	1
A521	O Centro de Informação a População monitora a transmissão e publicação de rumores, informações erradas e preocupação do público.	1
A522	O Centro de Informação a População comunica as estruturas de emergência externa a instalação nuclear a existência de rumores	1
A523	Informação para corrigir os rumores é fornecida ao Centro de Informação a População	1
A524	O Centro de Informação a População transmite a informação correta cada vez que surgirem rumores, corrigindo a informação propalada.	1
A611	São estabelecidos os níveis de taxa de dose em que são necessárias ações protetoras de longo prazo	1
A612	São estabelecidos os níveis de taxa de dose em que a amostragem é necessária	1
A613	É estabelecida a densidade de contaminação em que são necessárias as ações protetoras	1
A614	São estabelecidos os níveis genéricos de ação para contaminação de alimentos, leite e água.	1
A615	São estabelecidos os níveis genéricos de ação para ração animal	1
A616	Vistorias de contaminação de superfície do solo são conduzidas a uma distância prevista da central nuclear	1

Código	Descrição	Peso
A621	Contramedidas agrícolas são implementadas para controle de dose por ingestão, de acordo com níveis de referência estabelecidos.	1
A622	São implementadas medidas para impedir a saída de alimentos contaminados das áreas afetadas	1
A623	As contramedidas agrícolas são verificadas durante todo o período de implementação.	1
A631	A estrutura de coordenação da emergência da Agência Nacional de Energia Nuclear determina as diretrizes para reassentamento permanente em conjunto com o governo nacional	1
A632	São realizadas consultas apropriadas com pessoas potencialmente afetadas antes de iniciar programas de reassentamento permanente	1
A633	São fornecidas áreas temporárias, ou permanentes, adequadas para a acomodação.	1
A641	A população evacuada é mantida informada sobre o tempo provável para retorno a suas casas e/ ou lugares de trabalho e sobre as medidas para proteger suas propriedades	1
A642	A população evacuada e pessoas nas áreas afetadas são mantidas informadas sobre os impactos potenciais de curto e longo prazo sobre a saúde	1
A643	As organizações de resposta respondem através do Centro de Informações Públicas as perguntas relacionadas no tempo devido	1
A711	Os níveis operacionais de intervenção estão abaixo dos quais podem ser levantadas as instruções de ações protetoras estão claramente estipulados	1
A712	A organização de emergência externa ao determinar o final da emergência avalia se as condições do acidente estão sob controle, se as medidas estão abaixo dos níveis operacionais de intervenção para levantar as instruções de ações protetoras, se a preocupação do público é corretamente gerenciada e se minimizando a emergência não haverá um efeito adverso no gerenciamento de suas conseqüências.	1
A713	As ações protetoras são rescindidas no momento adequado	1
A721	A estrutura de emergências externa estabelece um plano de recuperação	1
A722	O plano de recuperação leva em consideração a necessidade de continuar a operação na área afetada, na segurança dos trabalhadores de emergência e nas relações com a mídia.	1
A723	A organização de emergências externa informa rapidamente às organizações de resposta o fim da emergência e as medidas de recuperação a serem tomadas	1
A724	Os documentos relevantes e outras evidências são mantidos e reservados para investigações pós-emergência	1

APÊNDICE 8

LÓGICA NEBULOSA E SISTEMAS NEBULOSOS

APÊNDICE 8

LÓGICA NEBULOSA E SISTEMAS NEBULOSOS

AP.8.1 LÓGICA NEBULOSA

Formalmente, um conjunto nebuloso “A” do universo de discurso “ Ω ” é definido pela função de pertinência $\mu_A : \Omega \rightarrow [0, 1]$. Essa função associa o cada elemento “x” de “ Ω ” ao grau “ $\mu_A(x)$ ”, com o qual “x” pertence a “A”. A função de pertinência “ $\mu_A(x)$ ” indica o grau de compatibilidade entre “x” e o conceito expresso por “A”:

- i. $\mu_A(x) = 1$; indica que “x” é completamente compatível com “A”;
- ii. $\mu_A(x) = 0$; indica que “x” é completamente incompatível com “A”;
- iii. $0 < \mu_A(x) < 1$; indica que “x” é parcialmente compatível com “A”, com $\mu_A(x)$.

Um conjunto “A” da teoria dos conjuntos clássica pode ser visto como um conjunto nebuloso específico, denominado usualmente de “crisp”, para o qual $\mu_A : \Omega \rightarrow \{0, 1\}$, ou seja, a pertinência é do tipo “tudo ou nada”, “sim ou não”, e não gradual como para os conjuntos nebulosos.

A diferença entre estes conceitos em relação à variável idade é ilustrada na figura AP.8.1(a) e na figura AP.8.1(b), que descrevem respectivamente a representação do conceito “adolescente” através de um conjunto “crisp” e de um conjunto nebuloso. O conjunto “crisp” A não exprime completamente o conceito de “adolescente”, pois uma pessoa com 12 anos e 11 meses seria considerada completamente incompatível com este conceito.

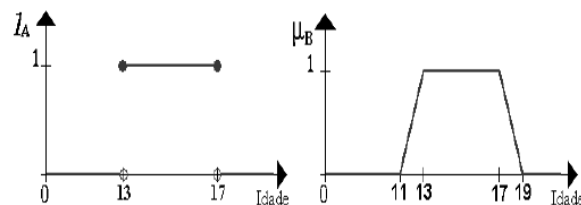


Figura AP.8.1 (a) Função “crisp” adolescente. (b) Função nebulosa adolescente.

A cardinalidade de um conjunto nebuloso “A” é expressa como:

i. Para Ω discreto

$$|A| = \sum_{x \in \Omega} \mu_A(x) \quad \text{Equação AP.8.1;}$$

ii. Para Ω contínuo

$$|A| = \int_{\Omega} \mu_A(x) \quad \text{Equação AP.8.2}$$

Pode-se obter a representação aproximada de um conjunto nebuloso “A” em “ Ω ” através de conjuntos “crisp” em “ Ω ”. Estes subconjuntos, denotados por “ A_α ” e denominados de cortes de nível ou corte α , são definidos como:

$$A_\alpha = \{x \in \Omega / \mu_A(x) \geq \alpha\} \quad \text{Equação AP.8.3;}$$

Os casos extremos destes conjuntos é o suporte de “A”, denotado “Su (A)”, que agrupa elementos de “ Ω ” que são de algumas formas compatíveis com o conceito expresso por “A”, e o núcleo de “A”, denotado por “Nu (A)”, que agrupam os elementos de “A” que são completamente compatíveis com o conceito expresso por A.

$$Su(A) = \{x \in \Omega / \mu_A(x) > 0\} = \lim_{\alpha \rightarrow 0} A_\alpha \quad \text{Equação AP.8.4;}$$

$$Nu(A) = \{x \in \Omega / \mu_A(x) = 1\} = A_1 \quad \text{Equação AP.8.5;}$$

A altura de “A” representa o maior grau de compatibilidade dos elementos de em relação ao conceito expresso por “A”:

$$Al(A) = \sup_{x \in \Omega} \mu_A(x) \quad \text{Equação AP.8.6;}$$

Um conjunto nebuloso “A” está normalizado se e somente se $Al(A) = 1$. A figura AP.8.2 ilustra a cardinalidade, a altura, o suporte, o núcleo e o corte de nível 0.5 de um conjunto nebuloso “A”.

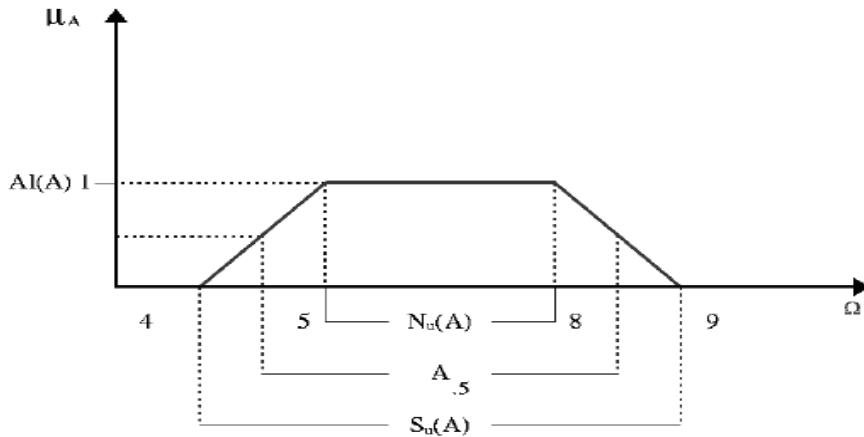


Figura AP.8.2: Cardinalidade do conjunto nebuloso “A”

Um conjunto nebuloso “A” é dito ser convexo em “ Ω ” se e somente se, seus cortes- α são convexos, i.e. se e somente se:

$$\forall x, y \in \Omega, \forall \lambda \in [0, 1], \mu_A(\lambda x + (1 - \lambda)y) \geq \min(\mu_A(x), \mu_A(y)) \quad \text{Equação AP.8.7;}$$

Seja “A” um conjunto nebuloso convexo, com $Su(A) = [s_{inf}; s_{sup}]$ e $Nu(A) = [n_{inf}; n_{sup}]$. Um intervalo nebuloso é um conjunto nebuloso normalizado e convexo em “ \mathbb{R} ” tal que a função que descreve “ $\mu_A(x)$ ” entre s_{inf} e n_{inf} é aquela entre n_{sup} e s_{sup} são estritamente monotônicas (respectivamente crescente e decrescente). O conjunto nebuloso “A” da figura AP.8.2 é um intervalo nebuloso.

Similarmente às operações nos conjuntos “crisp”, existe a necessidade de proceder às operações de intersecção, união e negação, entre outras, nos conjuntos nebulosos.

AP.8.1.1 Operadores de Intersecção, União e Complemento.

Sejam “A” e “B” conjuntos nebulosos definidos em “ Ω ”. Pode-se expressar a intersecção destes conjuntos, como outro conjunto $E = A \cap B$. Da mesma forma, pode-se expressar a união como um conjunto $F = A \cup B$.

Na teoria dos conjuntos nebulosos, a intersecção é representada por uma família de operadores denominados de t – normas e a união são representadas por uma família de operadores denominados de t – conormas ou s-normas (DUBOIS, 1988).

Uma função $\nabla : [0, 1]^2 \rightarrow [0, 1]$ são ditas comutativa, associativa e monotônica se ∇ satisfaz as seguintes propriedades, respectivamente, para $\forall a, b \in [0,1]$:

- i. Comutatividade: $\nabla (a, b) = \nabla (b, a)$;
- ii. Associatividade: $\nabla (a, \nabla (b, c)) = \nabla (\nabla (a, b), c)$;
- iii. Monotonicidade: $\nabla (a, b) \leq \nabla (c, d)$ se $a \leq c$ e $b \leq d$

Um operador $T : [0, 1]^2 \rightarrow [0, 1]$ somos denominados de t - norma se “T” é comutativo, associativo e monotônico e verifica esta propriedade para $\forall a \in [0, 1]$.

Da mesma maneira, uma t – conorma se \perp é uma função comutativa, associativa e monotônica e verifica esta propriedade para $\forall a \in [0, 1]$.

Uma T - norma e uma T - conorma \perp são duais em relação a uma operação de negação $\neg : [0, 1]^2 \rightarrow [0, 1]$ satisfazem as relações de Morgan para $\forall a \in [0, 1]$, dadas por:

$$\begin{aligned}\neg(T(a, b)) &= \perp(\neg a, \neg b); \\ \neg(\perp(a, b)) &= T(\neg a, \neg b).\end{aligned}\quad \text{Equação AP.8.8;}$$

O principal operador de negação é dado por $\neg a = 1 - a$, mas outros operadores podem ser encontrados na literatura (KLIR, 1988). É importante notar que as T-normas e T-conormas se reduzem aos operadores clássicos de união e intersecção quando os conjuntos são “crisp”.

O quadro AP.8.1 indica as T-normas e T-conormas mais utilizadas e as figura AP8.3 e figura AP8.4 ilustram alguns destes operadores, em relação a dois conjuntos nebulosos A e B. Estes operadores satisfazem às leis de Morgan em relação ao operador de negação $\neg a = 1 - a$.

Quadro AP.8.1: Principais T-normas e T-conormas duais.

T - norma	T - conorma	Nome
$\min(a, b)$	$\max(a, b)$	Zadeh
$a \cdot b$	$a + b - a \cdot b$	probabilista
$\max(a + b - 1, 0)$	$\min(a + b; 1)$	Lukasiewicz
a, se $b = 1$ b, se $a = 1$ 0, se não	a, se $b = 0$ b, se $a = 0$ 1, se não	Weber

AP.8.1.2 Operadores de Implicação

Os operadores de implicação $I: [0, 1]^2 \rightarrow [0, 1]$ são usados para modelar regras de inferência do tipo se <premissa> então <conclusão>. Considerando “A” e “B” dados por $\mu_A: X \rightarrow [0, 1]$, $\mu_B: Y \rightarrow [0, 1]$, a relação $A \rightarrow B$ é expressa como:

$$\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = I(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad \text{Equação AP.8.9}$$

Existem três grandes classes de implicações propriamente ditas: As implicações S, que são da forma $I_S(a, b) = \mathbf{1}(\neg a, b)$, as implicações R, que são tais que $I_R(a, b) = \text{Sup} \{ c \in [0, 1] / T(a, c) \leq b \}$, e as implicações QM, que são da forma $I_{QM}(a, b) = \mathbf{1}(\neg a, T(a, b))$, onde T é uma t - norma, $\mathbf{1}$ é uma t - conorma e \neg é uma negação.

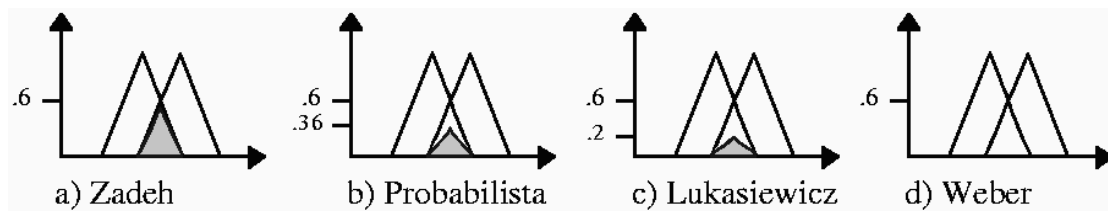


Figura AP.8.3: Ilustração das principais T-normas.

As T-normas não são implicações propriamente ditas, mas são muito empregadas na prática como implicações em aplicações de sistemas nebulosos. Um estudo mais detalhado pode ser encontrado em (GOMIDE, 1995).

Quadro AP.8.2: Principais operadores de implicação.

Implicação	Nome
$\max(1 - a, b)$	Kleene-Dienes
$\min(1 - a + b, 1)$	Lukasiewicz
$1, \text{ se } a \leq b; B, \text{ senão}$	Brower - Godel
$\min(b / a), \text{ se } a \neq b; 1, \text{ senão}$	Goguen
$\min(a, b)$	Mamdani
$\max(1 - a, \min(a, b));$	Zadeh-Wilmott
$1 - a + ab$	Reichenbach; Estocástica"
$\max(1 - a; \min(a; b)).$	Zadeh - Wilmott
$1, \text{ se } a \leq b; 0, \text{ senão}$	Rescher - Gaines "Sharp"
$a \cdot b$	Larsen

O quadro AP.8.2 mostra os principais operadores de implicação e a Figura AP8.4 ilustram o uso de alguns destes operadores.

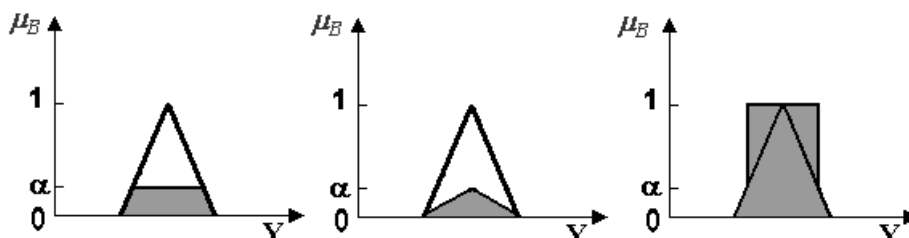


Figura AP.8.4 Implicações $I(\alpha, \mu_B(y))$: a. Mamdani, b. Larsen, c. Goedel.

AP.8.2 Sistemas Nebulosos

As técnicas de sistemas nebulosos originaram-se com as pesquisas e projetos de E. H. Mamdani em 1976 (MANDANI, 1976), tornando-se área de estudo em diversas instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento no mundo.

Ao contrário dos sistemas convencionais em que o algoritmo do sistema é descrito analiticamente por equações algébricas ou diferenciais, em um sistema nebuloso são utilizadas regras lógicas em seu algoritmo, com a intenção de descrever uma rotina com base na experiência humana, na intuição e na heurística para gerenciar o processo (CASTRO, 1996).

Uma variável lingüística pode ser definida por uma quádrupla $(X, \Omega, T(X) \text{ e } M)$, onde X é o nome da variável, Ω é o universo de discurso de X , $T(X)$ é um conjunto de nomes para valores de X , e M é uma função que associa uma função de pertinência a cada elemento de $T(X)$. Consideram-se aqui termos lingüísticos, tanto os elementos de $T(X)$ quanto suas funções de pertinência (KLIR, 1988).

A Figura AP.8.5 ilustra a variável lingüística velocidade com os conceitos nebulosos dado por {Negativa Alta, Negativa Baixa, Zero, Positiva Baixa e Positiva Alta}.

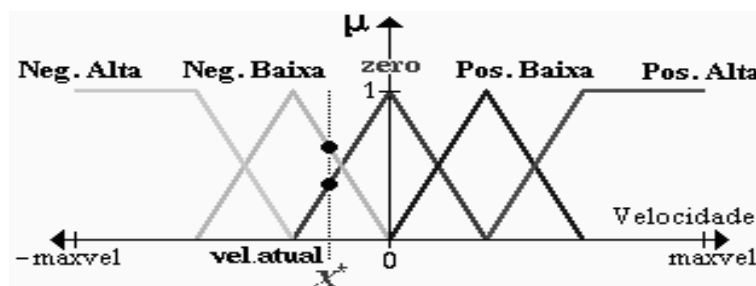


Figura AP.8.5 Termos lingüística mapeia a variável velocidade. Figura adaptada de Bauer (BAUER, 1998).

O grau com que um valor x^* em Ω satisfaz o termo lingüístico A é a pertinência de x^* em A , dada por $\mu_A(x^*)$.

Os sistemas nebulosos possuem grande adaptabilidade, incorporando conhecimento que outros sistemas nem sempre conseguem acomodar (LARSEN, 1981). Na figura AP.8.6 são representados os elementos que compõem um Sistema Nebuloso.

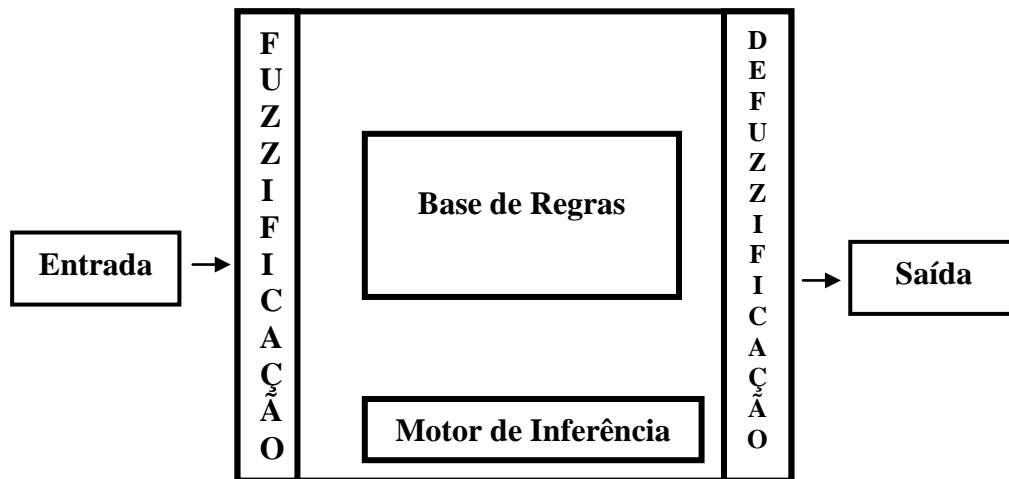


Figura AP.8.6: Diagrama de um Sistema nebuloso

AP.8.2.1 Fuzzificação

Esta interface faz a identificação dos valores das variáveis de entrada, as quais caracterizam o estado do sistema (variáveis de estado), e as normaliza em um universo de discurso padronizado. Estes valores são então fuzzificados, com a transformação da entrada numérica em conjuntos nebulosos para que possam se tornar instâncias de variáveis lingüísticas.

AP.8.2.2 Base de Conhecimento

A base de conhecimento consiste de uma base de dados e uma base de regras, de maneira a caracterizar a estratégia do sistema projetado e as suas metas. Na base de dados ficam armazenadas as definições sobre discretização e normalização dos universos de discurso, e as definições das funções de pertinência dos termos nebulosos.

A base de regras é formada por estruturas do tipo “se <premissa> então <conclusão>”, como por exemplo:

Se <erro é negativo grande > e <erro é positivo pequeno> então <velocidade é positiva pequena>.

Estas regras, juntamente com os dados de entrada, são processadas pelo procedimento de inferência, o qual infere as ações de resposta de acordo com o estado do sistema, aplicando o operador de implicação.

Em um sistema nebuloso é importante que existam tantas regras quantas forem necessárias para mapear totalmente as combinações dos termos das variáveis, isto é, que a base seja completa, garantindo que exista sempre ao menos uma regra a ser disparada para qualquer entrada.

As premissas são relacionadas pelos conectivos lógicos, dados pelo operador de conjunção (e) ou pelo operador de disjunção (ou). Em geral a regra tem a forma de um sistema de múltiplas entradas e múltiplas saídas (MIMO), mas que pode ser transformado em vários sistemas com múltiplas entradas e uma saída (MISO). Por exemplo, a regra MIMO:

Se x_1 é A_1 e . . . e x_n é A_n ; então y_1 é C_1 e. e y_m é C_m Equação AP.8.10;

É equivalente a m regras MISO:

Se x_1 é A_1 e . . . e x_n é A_n ; então y_j é C_j Equação AP.8.11;

AP.8.2.3 Procedimento de Inferência

Um sistema nebuloso é um sistema especialista simplificado onde a consequência de uma regra não é aplicada como antecedente de outra (DRIANKOV, 1993). Assim, o processo de inferência consiste em:

- i. Verificação do grau de compatibilidade entre os fatos e as cláusulas nas premissas das regras;
- ii. Determinação do grau de compatibilidade global da premissa de cada regra;
- iii. Determinação do valor da conclusão, em função do grau de compatibilidade da regra com os dados e a ação de resposta constante na conclusão (precisa ou

não);

iv. Agregação dos valores obtidos como conclusão nas várias regras, obtendo-se uma ação de resposta global.

Os principais tipos de sistemas nebulosos encontrados na literatura são os modelos clássicos, compreendendo o modelo de Mamdani e o de Larsen, e os modelos de interpolação, compreendendo o modelo de Takagi-Sugeno e o de Tsukamoto (LEE, 1990).

AP.8.2.4 Sistema Nebuloso Clássico

Dado um conjunto de valores para as variáveis de estado, o sistema obtém um conjunto nebuloso (muitas vezes sub-normalizado), como o valor da variável de resposta. Este conjunto nebuloso representa uma ordenação no conjunto de ações de um sistema aceitáveis naquele momento. Finalmente, uma ação global é selecionada dentre aquelas aceitáveis em um processo conhecido como defuzificação.

Sejam as regras R_j codificadas como:

R_j : Se x_1 é $A_{1,j}$ e ... e x_n é $A_{n,j}$; então y_j é C_j Equação AP.8.12;

No modelo clássico, o processamento de inferência é feito da seguinte maneira:

i. Seja x_i uma variável de estado, definida no universo X_i , a realização de x_i é definida como o valor $x_i^* \in X_i$, que esta assume em X_i em um dado momento;

ii. A compatibilidade da i -ésima premissa da j -ésima regra com x_i^* , ou seja, a compatibilidade de x_i^* , $1 \leq i \leq n$, com $A_{i,j}$ da regra R_j , $1 \leq j \leq m$ é definida por:

$$\alpha_{i,j} = \mu_{A_{i,j}}(x_i^*), \quad 1 \leq i \leq n, \quad 1 \leq j \leq m \quad \text{Equação AP.8.13;}$$

iii. Com as premissas de uma dada regra avaliadas, a compatibilidade global α_j da regra R_j , $1 \leq j \leq m$ com os x_i^* é determinado como uma t -norma

$$\alpha_j = \top(\alpha_{1,j}, \dots, \alpha_{n,j}), \quad 1 \leq j \leq m \quad \text{Equação AP.8.14;}$$

iv. O α_j assim obtido é relacionado com o respectivo conjunto nebuloso C_j do conseqüente da regra R_j , dando origem a um conjunto C'_j , $1 \leq j \leq m$, através de um operador de implicação I:

$$\mu_{C'_j}(y) = I(\alpha_j, \mu_{C_j}(y)), \quad \forall y \in Y \quad \text{Equação AP.8.15;}$$

v. Um operador ∇ faz a agregação das contribuições das várias regras acionadas C'_j em um único conjunto C' :

$$\mu_{C'}(y) = \nabla(\mu_{C'_1}(y), \dots, \mu_{C'_m}(y)), \quad \forall y \in Y \quad \text{Equação AP.8.16;}$$

Os modelos clássicos seguem estritamente os passos mostrados acima, sendo que no modelo de Mamdani tem-se $T(a, b) = \min(a, b)$, $I = \min(a, b)$ e $\nabla(a, b) = \max(a, b)$ e no modelo de Larsen tem-se $T(a, b) = a * b$, $I = a * b$ e $\nabla(a, b) = \max(a, b)$.

As figuras AP.8.7 e AP.8.8 ilustram o processo de raciocínio do modelo de Mamdani e do modelo de Larsen, respectivamente.

Os sistemas Mamdani e Larsen necessitam da utilização de uma interface de defuzzificação para gerar a ação de resposta, isto é, escolher um único valor no suporte de C' .

AP.8.2.5 Sistema Nebuloso por Interpolação

Nos modelos de interpolação, cada conclusão é dada através de uma função estritamente monotônica, usualmente diferente para cada regra.

No modelo de Takagi-Sugeno, a função é uma combinação linear das entradas, tendo como parâmetros um conjunto de constantes.

No modelo de Tsukamoto, a função é geralmente não linear, tendo como domínio os possíveis graus de compatibilidade entre cada premissa e as entradas.

Em ambos os modelos, obtêm-se, para cada regra, um único valor para a variável de saída. Finalmente, uma ação global é obtida fazendo-se uma média

ponderada dos valores individuais obtidos, onde cada peso é o próprio grau de compatibilidade entre a premissa da regra e as entradas, normalizado. As etapas i, ii e iii da divisão AP.8.2.4 são comuns aos sistemas nebulosos clássicos e por interpolação.

AP.8.2.5.1 Modelo de Tsukamoto

O modelo de Tsukamoto exige que pelo menos os conjuntos nebulosos C_j , que estão associados com os consequentes das regras, sejam funções monotônicas (DRIANKOV, 1993). Na etapa iv da divisão 5.1.4.4, o método de interpolação obtém um valor preciso y'_j relativo à ação de resposta da regra R_j , que é dado por:

$$y'_j = \mu_{C_j}(\alpha_j) \quad \text{Equação AP.8.17;}$$

Por sua vez, na etapa v da seção AP.8.2.4, os valores obtidos como conclusões nas várias regras são agregados em uma única ação de resposta precisa y' , através de uma média ponderada, dada por:

$$y' = \frac{\sum_{j=1}^n (\alpha_j \cdot y'_j)}{\sum_{j=1}^n \alpha_j} \quad \text{Equação AP.8.18;}$$

Neste caso, a interface de defuzificação não é utilizada. A figura AP.8.10 representa uma interpretação gráfica do modelo de interpolação de Tsukamoto.

AP.8.2.5.2 Modelo de Takagi-Sugeno

O modelo de Takagi e Sugeno exige que todos os termos nebulosos $A_{i,j}$ na premissa sejam funções monotônicas e que as conclusões das regras sejam dadas por funções:

$$f_j(x_1, \dots, x_m) = d_{0,j} + d_{1,j} \cdot x_1 + \dots + d_{m,j} \cdot x_m \quad \text{Equação AP.8.19;}$$

A ação de resposta obtida por cada regra R_j é dada por:

$$y'_j = f_j(x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*) \quad \text{Equação AP.8.20;}$$

A ação de resposta y' é então obtida pela Equação AP8.14, como no modelo de Tsukamoto. Na Figura AP.8.11, ilustram-se a inferência através do método de Takagi e Sugeno de duas regras MISO.

AP.8.2.6 Interface de Defuzificação

Nos sistemas nebulosos do tipo clássico, a interface de defuzificação é utilizada para obter uma única ação de resposta precisa, a partir do conjunto nebuloso C' obtido na etapa v da seção AP.8.2.4.

O procedimento compreende a identificação do domínio das variáveis de saída em um correspondente universo de discurso e com a ação de resposta nebulosa inferida evolui-se uma ação de resposta não nebulosa. Os métodos de defuzificação mais utilizados são:

- i. Máximo (SOM): obtém o valor de saída através do ponto em que o grau de pertinência da distribuição da ação de resposta atinge o primeiro valor máximo;
- ii. Método da Média dos Máximos (MOM): Encontra-se o ponto médio entre os valores que têm o maior grau de pertinência inferido pelas regras;
- iii. Método do Centro da Área (COA): O valor de saída é o centro de gravidade da função de distribuição de possibilidade da ação de resposta. A Figura AP.8.12 é um exemplo para o método do centro da área.

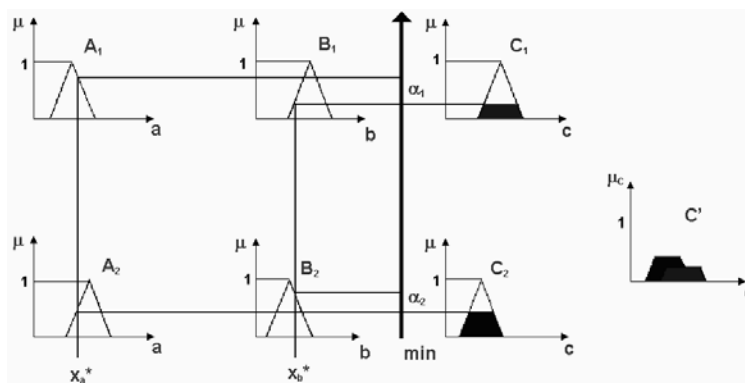


Figura AP.8.7: Modelo Clássico de Mamdani (DUBOIS, 1980)

A seleção do método está relacionada diretamente com as características do

sistema e o comportamento da resposta esperado.

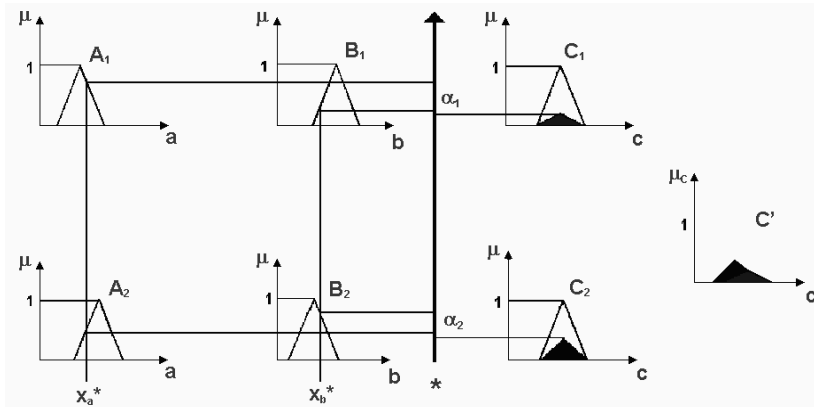


Figura AP.8.8: Modelo Clássico de Larsen (DUBOIS, 1980)

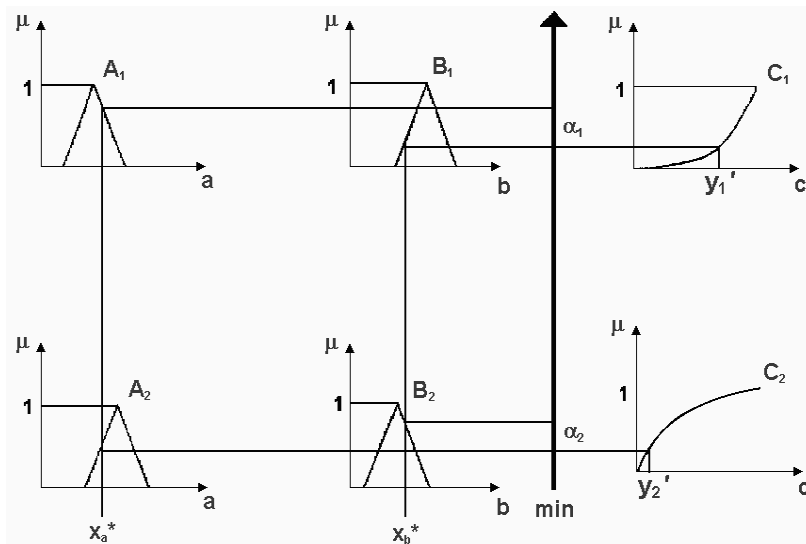


Figura AP.8.9: Modelo de Interpolação de Tsukamoto (DUBOIS, 1980)

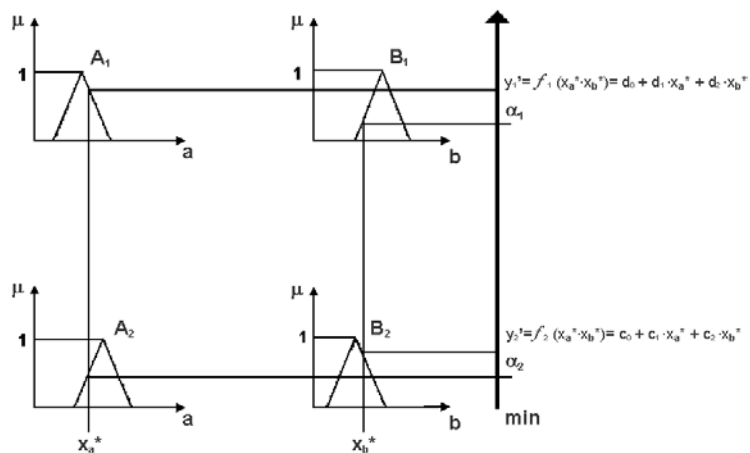


Figura AP.8.10: Modelo de Interpolação de Takagi-Sugeno (DUBOIS, 1980)

AP.8.3 Projeto de Sistemas Nebulosos

As etapas da construção de um Sistema Nebuloso, de uma maneira geral, podem ser assim descritas (DUBOIS, 1980):

- i. Definição do modelo e das características operacionais;
- ii. Definição dos termos nebulosos de cada variável;
- iii. Definição do comportamento do sistema, que envolve a descrição das regras que atrelam as variáveis de entrada às propriedades de saída do modelo.

AP.8.3.1 Parâmetros Estruturais

No projeto de sistemas nebulosos é necessária a definição de alguns parâmetros, obtidos a partir da experiência do projetista ou através de experimentos.

- a. Número de variáveis de entrada e saída;
- b. Variáveis lingüísticas;
- c. Funções de pertinência parametrizadas;
- d. Intervalos de discretização e normalização;
- e. Estrutura da base de regras;
- f. Conjunto básico de regras;
- g. Recursos de operação sobre os dados de entrada.

AP.8.3.2 Parâmetros de Ajuste

- a. Universo de discurso das variáveis;
- b. Parâmetros das funções de pertinência (p.ex. núcleo e suporte);

Propriedades da base de regras como a completude, consistência, interação e robustez precisam ser testadas. A robustez relaciona-se com a sensibilidade do sistema frente a ruídos ou algum comportamento incomum não modelado.

O ajuste é uma tarefa complexa devido à flexibilidade que decorre da existência de muitos parâmetros, exigindo esforço do projetista na obtenção do melhor desempenho do sistema.

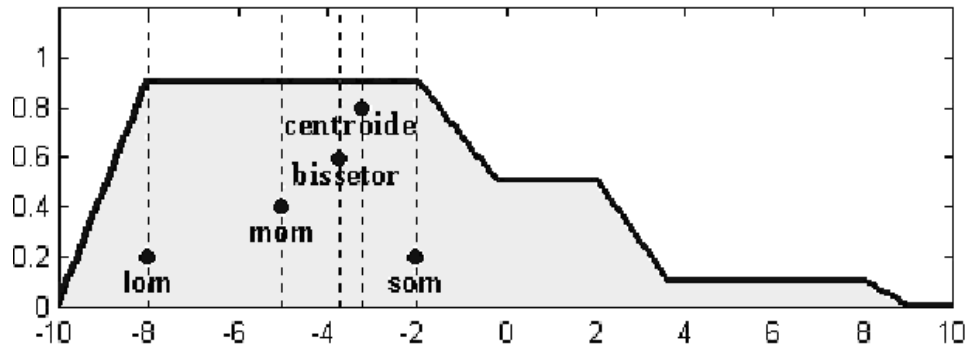


Figura AP.8.11: Métodos de defuzzificação. Figura adaptada de Bauer (BAUER, 1998).

APÊNDICE 9

QUESTIONÁRIO DO MODELO CLÁSSICO DE AVALIAÇÃO

QUESTIONÁRIO DO MODELO CLÁSSICO DE AVALIAÇÃO

AVALIAÇÃO DA AÇÃO ATIVAÇÃO

A111 - A estrutura de coordenação da emergência da operadora está composta no tempo previsto		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
Estrutura completa em cinco minutos da hora zero.	Estrutura completa em tempo maior ou igual 15 minutos da hora zero		
A112- Todas as agências são comunicadas da necessidade de comparecer a estrutura de resposta no tempo previsto		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
Todas as agências são notificadas em 60 minutos da hora zero.	Todas as agências são notificadas em tempo igual ou superior a 180 minutos da hora zero.		
A113 - Todas as agências estão presentes na estrutura de resposta, no tempo previsto.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
Todas as agências estão presentes após três horas da hora zero	Todas as agências estão presentes em tempo igual ou superior a nove horas da hora zero.		
A121 - As comunicações enviada ou recebidas pela estrutura de emergência são compreendidas		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
Todas as comunicações enviadas ou recebidas são compreendidas	Nenhuma comunicação enviada ou recebida é compreendida		
A122 - Existe compartilhamento de informações sobre prioridades, questões e ações, entre a estrutura que está sendo avaliada e as demais estruturas de resposta.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
Existe compartilhamento de informações durante o tempo todo.	Não existe compartilhamento de informações em qualquer instante		

AVALIAÇÃO DA AÇÃO PROTEÇÃO URGENTE

A211 - A estrutura de emergência indica as ações de proteção urgente no tempo previsto		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
As ações de proteção são indicadas em 30 minutos da hora zero.		As ações de proteção são indicadas em tempo igual ou superior a noventa minutos da hora zero.	
A212 - A estrutura de emergência ajusta as medidas protetoras urgentes à medida que vai recebendo informação		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
O ajuste de medidas de proteção é realizado a cada 10 minutos da hora zero		O ajuste de medidas de proteção é realizado em tempo igual ou superior a trinta minutos da hora zero.	
A213 - A estrutura de emergência destinada à monitoração radiológica local é criada no tempo previsto.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
A estação de trabalho local funcionamento em até 24 horas da hora zero		A estação de trabalho está funcionamento em tempo igual ou superior 72 horas da hora zero.	
A214 - A monitoração ambiental dentro da Zona de Ações Preventivas é conduzida no tempo previsto		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
A monitoração ambiental é conduzida em até 4 horas da hora zero.		A monitoração ambiental é conduzida em tempo igual ou superior 12 horas da hora zero.	
A215 - A monitoração ambiental dentro da Zona de Proteção Urgente é conduzida no tempo previsto		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
A monitoração ambiental é conduzida em até 8 horas da hora zero.		A monitoração ambiental é conduzida em tempo igual ou superior 24 horas da hora zero.	
A216 - As medidas de taxa de dose ambiente dentro da(s) área(s) afetada(s) são atualizadas no tempo previsto		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
As medidas de taxa de dose ambiente são atualizadas a cada quinze minutos.		As medidas de taxa de dose ambiente são atualizadas em intervalos de tempo igual ou superior 45 minutos	
A221 - O público da Zona de Ações Preventivas é alertado sobre a situação de emergência na Central Nuclear, de forma que ações protetoras urgentes possam ser implementadas no tempo previsto.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
As medidas de taxa de dose ambiente são atualizadas a cada quinze minutos.		As medidas de taxa de dose ambiente são atualizadas em intervalos de tempo igual ou superior 45 minutos	
A222 - O público da dentro da Zona de Proteção Urgente é alertado sobre a emergência na Central Nuclear de forma que ações protetoras urgentes possam ser implementadas no tempo previsto.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
O público é alertado em até 1 hora da hora zero.		O público é alertado em tempo igual ou superior 3 horas da hora zero.	
A231 - O público da Zona de Ações Preventivas é evacuado no tempo previsto.		Nota	

Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
O público é evacuado em até 4 horas da hora zero.	O público é evacuado em tempo igual ou superior 12 horas da hora zero.		
A232 - A população da Zona de Proteção Urgente é evacuada no tempo previsto.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
O público é evacuado em até 4 horas da hora zero.	O público é evacuado em tempo igual ou superior 12 horas da hora zero.		
A233 - O controle de entrada ou saída da zona de ação protetora está operando no tempo previsto após a ordem de evacuar.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
O controle de entrada ou saída opera em até 1 hora após a hora zero	O controle de entrada ou saída está operando em tempo igual ou superior 3 horas após a hora zero		
A234 - As medidas de controle de trânsito nas áreas externas a Zona de Proteção Urgente está operando no tempo previsto após a ordem de evacuar,		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
O controle de trânsito está operando em até 1 hora após a hora zero	O controle de trânsito está operando em tempo igual ou superior 3 horas após a hora zero		
A235 - Os centros de recepção ou evacuação com capacidade suficiente e serviços essenciais (incluindo monitoração da radiação) estão operando no tempo previsto após a ordem de evacuar		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
O controle de recepção e evacuação está operando em até 1 hora após a hora zero	O controle de recepção e evacuação está operando em tempo igual ou superior 3 horas após a hora zero.		
A241 - Um abrigo substancial é fornecido para o público da Zona se Ações Preventivas por um tempo previsto, caso a evacuação não seja possível		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
O controle de recepção de evacuação está operando em até 1 hora após a hora zero	O controle de recepção de evacuação está operando em tempo igual ou superior 3 horas após a hora zero.		
A242 - A atividade de abrigagem é conduzida em todo o período previsto para a abrigagem		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
O público pode ser abrigado por um tempo igual ou superior a 24 horas da hora zero.	Não existe abrigo substancial caso a evacuação não seja possível.		
A243 - A população abrigada é informada da duração esperada da abrigagem		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
Todo o abrigo mantém a sua população informada da duração esperada da abrigagem.	Nenhum dos abrigos mantém a sua população informada da duração esperada da abrigagem.		
A251 - Profilaxia de iodo estável é fornecida a população da Zona de Ações Preventivas no tempo previsto		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
Profilaxia de iodo estável é fornecida em 2 horas da hora zero.	Profilaxia de iodo estável é fornecida em tempo igual ou superior a 6 horas da hora zero.		
A252 - Profilaxia de iodo estável é fornecida a população da Zona de Proteção Urgente no tempo previsto.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		

Profilaxia de iodo estável é fornecida em 4 horas da hora zero	Profilaxia de iodo estável é fornecida em tempo igual ou superior a 12 horas da hora zero.		
A261 - A população evacuada e a população abrigada exposta a uma liberação de como recebe instruções de como se descontaminar no tempo previsto.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
Todas as populações afetadas são instruídas em até 1 hora da hora zero	As populações afetadas são instruídas em tempo igual ou superior a 3 horas da hora zero.		
A262 - A população evacuada é monitorada em relação à contaminação radioativa, quando durante ou após uma evacuação é exposta a uma liberação atmosférica.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
Todas as populações afetadas são monitoradas em até 1 hora da hora zero.	As populações afetadas são monitoradas em tempo igual ou superior a 3 horas da hora zero		
A263 - As pessoas contaminadas são descontaminadas		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
Todas as pessoas contaminadas são monitoradas em até 3 horas da hora zero.	Todas as pessoas contaminadas são monitoradas em tempo igual ou superior a 9 horas da hora zero.		

AVALIAÇÃO DA AÇÃO PROTEÇÃO AO TRABALHADOR

A311 - A estrutura de emergência avalia dinamicamente as guias de monitoração dos trabalhadores de emergência		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
As guias de monitoração são avaliadas periodicamente observando níveis de exposição e o limite determinado		As guias de monitoração não são avaliadas.	
A312 - A estrutura de emergência controla doses pessoais dos trabalhadores de emergência externos a instalação que operam no sítio da instalação		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
Existe pelo menos uma pessoa da instalação designada para o controle de doses		Não existe nenhuma pessoa da instalação designada para o controle de doses	
A313 - A estrutura de emergência cria um sistema contabilização de dose dos trabalhadores de emergência no tempo previsto		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
O sistema está operando em 15 minutos da hora zero.		O sistema está operando em 45 minutos da hora zero.	
A314 - A estrutura de emergência contabiliza a dose dos trabalhadores de emergência dentro do intervalo de tempo previsto		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
Sistematicamente durante toda a emergência.		Não são avaliadas.	
A315 - A estrutura de emergência registra as leituras de dosímetro de todos os trabalhadores de emergência que saem da zona de ação protetora		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
A todo o momento		Em nenhum momento	
A316 - A estrutura de emergência informa as leituras e os alarmes de dosímetros às estruturas de coordenação da emergência no tempo previsto		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
As estruturas de coordenação da emergência recebem há informação 10 minutos após a detecção.		As estruturas de coordenação da emergência recebem a informação em tempo igual ou superior a 30 minutos após a detecção.	
A321 - O equipamento, veículos e instalações de emergência são monitorados e, se necessário, descontaminados antes de deixar a zona de emergência.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
A todo o momento		Em nenhum momento	
A322 - Os trabalhadores de emergência são monitorados e descontaminados, se necessário, antes de deixar a zona de emergência.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
		A todo o momento	Em nenhum momento

AVALIAÇÃO DA AÇÃO ATENÇÃO À SAÚDE

A411 - Os trabalhadores de emergência e membros do público feridos recebem tratamento inicial		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
A todo o momento	Em nenhum momento		
A412 - Os feridos são transportados para uma instalação médica rapidamente		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
A todo o momento	Em nenhum momento		
A413 - O tratamento médico para os feridos graves não é retardado devido à contaminação real ou potencial		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
A todo o momento	Em nenhum momento		
A414 - São aplicados critérios de triagem aos feridos		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
A todo o momento	Em nenhum momento		
A415 - As pessoas com sobre-exposição são identificadas no tempo previsto		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
A identificação se faz em 5 minutos após do início da sobre-exposição.	A identificação se faz em 15 minutos ou mais, após do início da sobre-exposição		
A416 - As pessoas com sobre-exposição são enviadas para uma instalação adequada para tratamento		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
A todo o momento	Em nenhum momento		
A417 - As Autoridades de Saúde Pública mantém registro de cada pessoa que recebeu dose acima do critério pré-determinado para acompanhamento em longo prazo		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
A todo o momento	Em nenhum momento		
A418 - As Autoridades de Saúde Pública mantém registro de cada trabalhador de emergência que recebeu dose acima do critério pré-determinado para acompanhamento em longo prazo		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
A todo o momento	Em nenhum momento		
A421 - Os Serviços de Emergência respondem dentro dos períodos de tempo especificados nas suas Diretrizes de Tempo de Resposta		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		

A todo o momento	Em nenhum momento		
A422 - Os centros de recepção e triagem de emergência e de segurança estão operando nas instalações de emergência		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
A todo o momento	Em nenhum momento		
A423 - Os serviços de emergência (incêndio, médico e segurança) são mantidos na zona de emergência.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
A todo o momento	Em nenhum momento		
A424 - As medidas para facilitar o ingresso dos serviços de emergência médica na zona de emergência são mantidas de modo a não prejudicar as evacuações em curso		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
A todo o momento	Em nenhum momento		

AVALIAÇÃO DA AÇÃO INFORMAÇÕES À POPULAÇÃO

A511 - Informação exata e em tempo é fornecida ao público durante toda a emergência		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
A todo o momento		Em nenhum momento	
A512 - O Centro de Informação a População é ativado no tempo previsto		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
O CIP é ativado em até 1 hora da hora zero.		O CIP é ativado em tempo igual ou superior a 3 horas da hora zero.	
A513 - O Centro de Informação a População fornece briefings coordenados entre a área interna e área externa à instalação no tempo previsto.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
O CIP fornece briefings coordenados à mídia a cada 4 horas		O CIP fornece briefings coordenados à mídia em tempo igual ou superior a 12 horas entre informações	
A514 - As organizações de resposta fornecem informações ao Centro de Informação a População		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
A cada 1 hora ou imediatamente no caso de um evento avaliado como de maior impacto		A cada 3 horas ou mais	
A515 - Todas as informações de emergência são fornecidas através do Centro de Informação a População ao público.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
A todo o momento		Em nenhum momento	
A516 - Cada organização de resposta é representada por um único porta-voz		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
A todo o momento		Em nenhum momento	
A517 - As atividades do porta-voz das organizações de resposta são coordenadas pelo Centro de Informação a População		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
A todo o momento		Em nenhum momento	
A518 - Os “briefings” de mídia e conferências de imprensa são marcados, organizados e conduzidos pelo Centro de Informação a População.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
A todo o momento		Em nenhum momento	

A521 - O Centro de Informação a População monitora a transmissão e publicação de rumores, informações erradas e preocupação do público.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
A todo o momento		Em nenhum momento	
A522 - O Centro de Informação a População comunica as estruturas de emergência externa a instalação nuclear a existência de rumores		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
A todo o momento		Em nenhum momento	
A523 - Informação para corrigir os rumores é fornecida ao Centro de Informação a População		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
A todo o momento		Em nenhum momento	
A524 - O Centro de Informação a População transmite a informação correta cada vez que surgirem rumores, corrigindo a informação propalada.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)		Critério de nota mínima (nota zero)	
A todo o momento		Em nenhum momento	

AVALIAÇÃO DA AÇÃO PROTEÇÃO EM LONGO PRAZO

A611 - São estabelecidos os níveis de taxa de dose em que são necessárias ações protetoras de longo prazo		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
São estabelecidos os níveis de taxa de dose para cada uma das áreas afetadas	Não são estabelecidos os níveis de taxa de dose gerais ou específicos para as áreas afetadas.		
A612 - São estabelecidos os níveis de taxa de dose em que a amostragem é necessária		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
São estabelecidos os níveis de taxa de dose para cada uma das áreas afetadas	Não são estabelecidos os níveis de taxa de dose gerais ou específicos para as áreas afetadas.		
A613 - É estabelecida a densidade de contaminação em que são necessárias as ações protetoras		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
São estabelecidas densidades de contaminação para cada uma das áreas afetadas	Não são estabelecidos os níveis de taxa de dose gerais ou específicos para as áreas afetadas.		
A614 - São estabelecidos os níveis genéricos de ação para contaminação de alimentos, leite e água.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
São estabelecidos os níveis de ação para cada uma das áreas afetadas	Não são estabelecidos os níveis de ação para as áreas afetadas.		
A615 - São estabelecidos os níveis genéricos de ação para ração animal		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
São estabelecidos os níveis de ação para cada uma das áreas afetadas	Não são estabelecidos os níveis de ação para as áreas afetadas.		
A616 - Vistorias de contaminação de superfície do solo são conduzidas a uma distância prevista da central nuclear		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
Medições são realizadas até a distância 48 km (30 milhas)	Não são realizadas medições		
A617 - Análises isotópicas e amostras de solo são realizadas no tempo previsto		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
Análise concluída após 2 horas da coleta	Análise concluída em tempo igual ou superior a 6 horas da coleta		

A618 - Cada área afetada onde podem ser necessárias ações protetoras de longo prazo é definida, mapeada e informada a todas as estruturas de resposta.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
A área afetada onde podem ser necessárias ações protetoras é informada após 5 minutos de sua classificação	A área afetada onde podem ser necessárias ações protetoras é informada em tempo igual ou superior a 15 minutos de sua classificação		
A621 - Contramedidas agrícolas são implementadas para controle de dose por ingestão, de acordo com níveis de referência estabelecidos.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
A área afetada onde podem ser necessárias ações protetoras é informada após 5 minutos de sua classificação	A área afetada onde podem ser necessárias ações protetoras é informada em tempo igual ou superior a 15 minutos de sua classificação		
A622 - São implementadas medidas para impedir a saída de alimentos contaminados das áreas afetadas		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
Alimentos advindos de áreas afetadas são submetidos a barreiras sanitárias	Não existem barreiras sanitárias para alimentos advindos de áreas afetadas		
A623 - As contramedidas agrícolas são verificadas durante todo o período de implementação.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
O nível de referência de contaminação e contramedidas agrícolas é reavaliado a cada 6 horas	O nível de referência de contaminação e contramedidas agrícolas é reavaliado em tempo igual ou superior a 18 horas		
A631 - A estrutura de coordenação da emergência da Agência Nacional de Energia Nuclear determina as diretrizes para reassentamento permanente em conjunto com o governo nacional		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
São estabelecidos os critérios de classificação de áreas impróprias para habitação	Não são estabelecidos os critérios de classificação de áreas impróprias para habitação.		
A632 - São realizadas consultas apropriadas com pessoas potencialmente afetadas antes de iniciar programas de reassentamento permanente		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
Para toda a população potencialmente afetada	Não são realizadas consultas a população		
A633 - São fornecidas áreas temporárias, ou permanentes, adequadas para a acomodação.		Nota	

Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
São estabelecidos os critérios de classificação de áreas impróprias	Não são estabelecidos os critérios de classificação de áreas impróprias para habitação.		
A641 - A população evacuada e pessoas nas áreas afetadas são mantidas informadas sobre os impactos potenciais de curto e longo prazo sobre a saúde		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
A informação é atualizada a cada 24 horas	A informação é atualizada em período igual ou superior a 72 horas da informação anterior		
A642 - A população evacuada e pessoas nas áreas afetadas são mantidas informadas sobre os impactos potenciais de curto e longo prazo sobre a saúde		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
A informação é atualizada a cada 24 horas	A informação é atualizada em período igual ou superior a 72 horas da informação anterior		
A643 - As organizações de resposta respondem através do Centro de Informações Públicas as perguntas relacionadas no tempo devido		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
A informação é atualizada a cada 24 horas	A informação é atualizada em período igual ou superior a 72 horas da informação anterior		

AVALIAÇÃO DA AÇÃO RECUPERAÇÃO DE ÁREAS AFETADAS

A711 - Os níveis operacionais de intervenção estão abaixo dos quais podem ser levantadas às instruções de ações protetoras estão claramente estipulados		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
Os níveis operacionais de intervenção estão abaixo e existe margem de segurança de vinte por cento	Os níveis operacionais de intervenção não estão abaixo.		
A712 - A organização de emergência externa ao determinar o final da emergência avalia se as condições do acidente estão sob controle, se as medidas estão abaixo dos níveis operacionais de intervenção para levantar as instruções de ações protetoras, se a preocupação do público é corretamente gerenciada e se minimizando a emergência não haverá um efeito adverso no gerenciamento de suas conseqüências.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
Se todas as condições de determinação do final da emergência descritas neste indicador foram atendidas.	Se nenhuma das condições de determinação do final da emergência descritas neste indicador é atendida.		
A713 - As ações protetoras são rescindidas no momento adequado		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
Se a ordem de rescindir todas as ações protetoras é obedecida em até uma hora de sua emissão	Se a ordem de rescindir todas as ações protetoras é obedecida em três horas ou mais de sua emissão		
A721 - A estrutura de emergências externa estabelece um plano de recuperação.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
O Plano de recuperação prevê ações a curto médio e longo prazo	O Plano de recuperação não prevê ações a curto médio e longo prazo		
A722 - O plano de recuperação leva em consideração a necessidade de continuar a operação na área afetada, na segurança dos trabalhadores de emergência e nas relações com a mídia.		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
O plano considera todos os requisitos descritos no indicador de desempenho	O plano não considera nenhum dos requisitos descritos no indicador de desempenho.		
A723 - A organização de emergências externa informa rapidamente às organizações de resposta o fim da emergência e as medidas de recuperação a serem tomadas		Nota	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)		
As organizações envolvidas na	As organizações envolvidas na		

emergência são informadas pela organização de emergências externa da condição de final de emergência e das medidas de recuperação a serem tomadas em até 15 minutos da hora zero	emergência são informadas pela organização de emergências externa da condição de final de emergência e das medidas de recuperação a serem tomadas em tempo igual ou superior a 45 minutos da hora zero
A724 - Os documentos relevantes e outras evidências são mantidos e reservados para investigações pós-emergência	
Critério de nota máxima (nota dez)	Critério de nota mínima (nota zero)
Todos os documentos são cuidadosamente armazenados e as evidências preservadas	Nenhum dos documentos é armazenado ou evidência é preservada.

APÊNDICE 10

**AVALIAÇÃO DOS INDICADORES EXERCÍCIOS EMERGÊNCIA
NUCLEAR 2007, 2009 E 2011**

APÊNDICE 10
AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO DOS CENTROS
DE EMERGÊNCIA 2007, 2009 E 2011

Este Apêndice apresenta uma tabulação dos resultados da avaliação dos indicadores de desempenho de quatro estruturas do plano de emergência nuclear: o Centro de Emergência Local (CEL), o Centro de Emergência Regional (CER), o Centro de Emergência de Nacional (CEN) e o Centro de Informações à População (CIP), observado durante os exercícios de emergência nuclear da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto durante os anos de 2007, 2009 e 2011.

**TABELA AP.10.1 AVALIAÇÃO DE INDICADORES DO CENTRO DE
EMERGÊNCIA LOCAL**

ID	2007	2009	2011
A112	10	10	10
A113	8	9	10
A121	6	8	10
A122	6	6	8
A221	3	5	6
A222	10	10	10
A231	10	10	10
A232	10	10	10
A233	2	4	10
A234	2	4	10
A235	4	4	5
A241	4	4	8
A242	8	8	8
A243	2	2	2
A251	0	0	9
A252	0	0	9
A261	0	0	0
A262	4	4	8
A263	2	4	8
A311	0	0	0
A312	0	0	0
A313	0	0	0
A412	10	10	10
A417	10	0	0
A418	0	0	0
A421	9	9	9
A422	2	10	0
A423	10	10	10
A424	8	8	10
A511	6	6	10
A512	8	9	10
A514	6	6	10
A515	6	6	10
A516	10	10	10
A611	2	2	2
A612	0	0	0
A613	0	0	0
A614	0	0	0
A615	0	0	0
A616	0	0	0
A617	0	0	0
A618	0	0	0
A621	0	0	0
A622	0	0	0

A623	0	0	0
A631	0	0	0
A632	0	0	0
A633	0	0	0
A641	0	0	0
A642	0	0	0
A643	10	10	10
A711	0	0	0
A712	0	0	0
A713	8	8	10
A721	0	0	0
A722	10	0	0
A723	10	10	10
A724	10	10	10

**TABELA AP.10.2 AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO
DO CENTRO DE EMERGÊNCIA REGIONAL**

ID	2007	2009	2011
A112	10	10	10
A113	8	8	10
A121	10	8	10
A122	10	6	10
A211	10	10	10
A212	10	10	10
A412	10	10	10
A417	0	0	0
A418	0	0	0
A421	10	10	10
A422	0	0	0
A511	6	6	10
A514	0	0	0
A515	6	6	10
A516	10	10	10
A611	0	0	0
A612	0	0	0
A613	0	0	0
A614	0	0	0
A615	0	0	0
A616	0	0	0
A617	0	0	0
A618	0	0	0
A621	0	0	0
A622	0	0	0
A623	0	0	0
A631	0	0	0
A633	0	0	0
A711	0	0	0
A712	0	0	0
A713	10	10	10
A721	0	0	0
A722	0	0	0
A723	10	10	10
A724	10	10	10

**TABELA AP.10.3 AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO DO
CENTRO DE EMERGÊNCIA NACIONAL**

ID	2007	2009	2011
A112	6	6	10
A113	4	4	10
A121	6	8	10
A122	4	4	10
A211	10	10	10
A212	10	10	10
A412	10	10	10
A417	0	0	0
A418	0	0	0
A421	10	10	10
A422	0	4	0
A511	10	10	10
A514	0	0	0
A515	10	10	10
A516	10	10	10
A611	0	0	0
A612	0	0	0
A613	0	0	0
A614	0	0	0
A615	0	0	0
A616	0	0	0
A617	0	0	0
A618	0	0	0
A621	0	0	0
A622	0	0	0
A623	0	0	0
A631	0	0	0
A633	0	0	0
A711	0	0	0
A712	0	0	0
A713	0	0	10
A721	0	0	0
A722	0	0	0
A723	0	0	10
A724	10	10	10

**TABELA AP.10.4 AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO DO
CENTRO DE INFORMAÇÕES À POPULAÇÃO**

ID	2007	2009	2011
A112	10	10	10
A113	8	8	10
A121	8	8	10
A122	4	6	10
A221	8	8	10
A222	8	8	10
A511	6	7	10
A512	7	9	10
A513	6	7	10
A514	2	4	10
A515	6	8	10
A516	10	10	10
A517	5	6	10
A518	2	3	10
A521	0	2	10
A522	0	1	10
A523	0	0	10
A524	0	0	10
A641	0	0	10
A642	0	0	0
A643	2	4	10
A724	10	10	10

ANEXO 1
TRANSCRIÇÃO DO DOCUMENTO ATUAL DE AVALIAÇÃO DE
EXERCÍCIOS EMERGÊNCIA NUCLEAR

ANEXO 1
TRANSCRIÇÃO DO DOCUMENTO ATUAL DE AVALIAÇÃO DE
EXERCÍCIOS EMERGÊNCIA NUCLEAR

No Anexo I é reproduzido o Modelo Atual de avaliação de exercícios de emergência nuclear da Central Almirante Álvaro Alberto na Cidade de Angra dos Reis, Brasil.

MANUAL DE AVALIAÇÃO DE EXERCÍCIO DE PLANEJAMENTO DE RESPOSTA A SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA NUCLEAR NA CENTRAL NUCLEAR ALMIRANTE ÁLVARO ALBERTO - REVISÃO 01

1 INTRODUÇÃO

1.1 Generalidades

A segurança das usinas nucleares e a preservação do meio ambiente e a segurança da população em geral nas áreas de influência das usinas, sempre foi uma das prioridades da indústria nuclear.

A construção e operação da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) - Unidades 1 e 2 obedecem aos mais elevados padrões de segurança, nacionais e internacionais. Procedimentos rigorosos de acompanhamento, verificação e controle cobrem todas as fases, desde o início do projeto básico até às diversas etapas de fabricação dos componentes, da construção civil, da montagem e dos testes dos equipamentos e sistemas, culminando na operação, por meio dos procedimentos operacionais que visam garantir a segurança do reator.

A probabilidade de ocorrência de um acidente com liberação de grande quantidade de radioatividade é muito baixa, mas não pode ser desconsiderada. Em consequência, foi estabelecida pela NG-02 - Norma Geral para o Planejamento da Resposta a Situações de Emergência - o planejamento global de emergência, combinando ações técnicas, para restabelecer a normalidade no reator, com medidas de proteção, para proteger a população, o meio ambiente e os trabalhadores da CNAAA.

A sistemática operacional do planejamento de resposta à situação de emergência baseia-se na municipalização das ações, ficando o Governo Estadual e a União com as tarefas de complementar os recursos locais na medida em que for necessário. O planejamento de emergência envolve organizações públicas e privadas nos níveis federal, estadual e municipal, exigindo, portanto, coordenação e sincronismo de ações para ser bem executado.

Periodicamente, são realizados exercícios, a fim de testar os principais

componentes do planejamento de emergência, o grau de prontidão das organizações envolvidas, a eficiência e exequibilidade das ações ou a combinação de ações planejadas e, ainda, para dar conhecimento à população envolvida dos procedimentos a serem adotados em caso de uma emergência nuclear.

1.2 Estrutura do manual

Este manual apresenta uma série de recomendações e cuidados que devem ser tomados na organização da avaliação de um exercício de planejamento de resposta a uma situação de emergência e um anexo com listas de verificação dos objetivos que devem ser alcançados na execução de um exercício. Esses objetivos obedecem ao prescrito nas normas gerais, diretrizes e planos que constituem o planejamento global de emergência.

2 REFERÊNCIAS

Na avaliação do exercício de planejamento de resposta a uma situação de emergência nuclear deve ser considerada a legislação que ampara o planejamento de resposta às situações de emergência e os diversos planos de emergência aprovados.

Além disso, a NUREG – 0654⁽¹⁾ e o FEMA – 15⁽²⁾ oferecem idéias que podem ser adaptadas para os exercícios realizados no Brasil.

3 OBJETIVOS

- Orientar a organização de uma equipe de avaliação de exercícios ; e
- Estabelecer uma metodologia básica para avaliar exercícios do planejamento de emergência, que forneça informações e sugestões que subsidiem a análise crítica para propor modificações nas estruturas e procedimentos operacionais adotados.

¹⁰ NUREG-0654 - "Criteria for Preparation and Evaluation of Radiological Emergency Response and Preparedness in Support of Nuclear Power Plants"

²⁰ FEMA - 15 - "Radiological Emergency Preparedness Exercises Evaluation Methodology"

4 ORGANIZAÇÃO

4.1 Constituição da Equipe de Avaliação

A equipe de avaliação deve ser constituída por um coordenador-Geral, por um subcoordenador para cada organização participante e por avaliadores, um para cada atividade ou instalação a ser avaliada.

O Coordenador-Geral será o responsável pelo estabelecimento de ligação com o Comitê de Planejamento de Resposta a Situações de Emergência Nuclear no Município de Angra dos Reis (COPREN/AR). Este Comitê é o responsável pelo planejamento, montagem e execução do exercício, e pela emissão das diretrizes de avaliação, contendo orientações, restrições, medidas de coordenação, apoio logístico e outros aspectos que julgar conveniente.

Cada organização participante do exercício deverá designar um Subcoordenador, que coordenará seu grupo de avaliadores. Os Subcoordenadores deverão ser profissionais perfeitamente familiarizados com a estrutura organizacional, as normas internas e as peculiaridades técnico-administrativas da organização a que pertencem, para viabilizar a atuação dos avaliadores postos sob sua coordenação.

Os avaliadores deverão, sempre que possível, ser designados para avaliar uma única atividade ou local. Além disso, os elementos da organização envolvidos na avaliação não deverão ter outra atribuição no exercício.

4.2 Critérios de seleção dos avaliadores.

Poderão ser selecionados como avaliadores: técnicos das organizações, auditores independentes, universitários e profissionais com especialidades afins.

Cabe ressaltar que alguns objetivos exigem conhecimento técnico para sua avaliação. Portanto, é necessário que o avaliador tenha acesso às informações que lhe permitam avaliar a atividade ou instalação que lhe foi designada. Entretanto, em qualquer situação, se faz necessário que toda equipe de avaliação receba treinamento para dirimir dúvidas, verificar a exequibilidade da avaliação planejada e, se for o caso, sugerir ajustes no planejamento de emergência.

4.3 Atuação dos Avaliadores

Os avaliadores não deverão interferir no exercício, devendo observar a execução das ações, a adequação do local e do equipamento utilizado e o grau de preparação do pessoal envolvido na atividade. O quadro de eventos do exercício, que orienta a execução das ações, será o auxílio que o avaliador disporá para acompanhar a evolução das ações executadas dentro dos objetivos propostos.

Nos casos em que uma falha ou a não execução da ação prejudique o andamento do exercício, o avaliador deverá manter contato com o seu Subcoordenador de avaliação, que comunicará o fato ao Coordenador-Geral e ao COPREN/AR.

Para cada atividade ou instalação avaliada, o responsável pela avaliação deverá apresentar um relatório detalhado, contendo uma apreciação geral do trabalho realizado e sua avaliação sobre o cumprimento ou não dos objetivos previstos.

Os avaliadores dos Centros deverão conhecer as normas de instalação e o funcionamento dos mesmos. Para isso, o Subcoordenador de cada organização deverá providenciar as mencionadas normas, visando à preparação da equipe de avaliação.

Os avaliadores terão movimentos irrestritos dentro de sua área de atuação, definida pelo seu subcoordenador com informações sobre os locais de acesso proibido por necessidade de proteção radiológica, restrições por segurança industrial ou por exigência de segurança de proteção física da instalação.

5 MEDIDAS DE COORDENAÇÃO

Uma reunião de coordenação deverá ser realizada, com a presença do Coordenador-Geral, dos Subcoordenadores, dos representantes das organizações participantes e da direção do exercício, onde será feita uma familiarização preliminar do evento e sanadas as possíveis dúvidas. Em consequência, os Subcoordenadores serão os responsáveis pela preparação e treinamento de sua equipe, inclusive, pelo reconhecimento do local de avaliação.

Para evitar desencontros, deverão ser traçadas rotas para deslocamentos dentro da área do exercício, se possível com um croqui apresentando os locais das principais atividades do evento.

Outro aspecto importante é a identificação dos avaliadores, dos coordenadores do exercício e das equipes de apoio. Cada avaliador deve saber perfeitamente quem avaliará ou acompanhará durante o exercício.

A alimentação, o transporte e os meios de comunicações para a equipe de avaliação deverão ser definidos pelo Coordenador-Geral e Subcoordenadores de avaliação, de forma que não haja qualquer interferência no quadro horário do exercício.

6 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Para cada objetivo a ser avaliado haverá um formulário dividido em duas partes: a primeira, com uma série de dados e informações que proporcionarão uma visão geral do desempenho da atividade ou instalação avaliada; a segunda, destinada a uma apreciação geral do trabalho realizado, contendo considerações gerais e sugestões. Normalmente, para cada atividade ou instalação o avaliador deverá observar mais de um objetivo.

A primeira parte do formulário apresenta para cada informação ou dado as alternativas “Sim” (S), “Não” (N), “Não Aplicável” (NA) e “Não Observado” (NO), que deverão ser escolhidas obedecendo aos seguintes critérios:

- **Sim** - quando o avaliador considerar que a atividade foi realizada de forma satisfatória;

- **Não** - quando o avaliador considerar que a atividade não foi realizada de forma satisfatória;

- **Não Aplicável** - quando o item não se aplicar à atividade ou não for da responsabilidade da organização avaliada; e

- **Não Observado** - quando o item deve ser avaliado, mas não for por motivos alheios à vontade do avaliador.

Na segunda parte do formulário, o avaliador fará uma apreciação sintética da atividade ou instalação, destacando os aspectos “positivos” e “a melhorar” e concluindo se o objetivo foi “atingido”, “não atingido” ou “parcialmente atingido”.

7 RELATÓRIO FINAL DE AVALIAÇÃO

Antes do exercício, o coordenador geral deverá fornecer aos subcoordenadores uma lista de aspectos a melhorar referentes ao último exercício realizado, para que tomem conhecimento das deficiências apontadas. Desta forma, pode-se, também, verificar a eficácia das medidas tomadas.

Ao final do exercício, o coordenador geral e os subcoordenadores deverão reunir os relatórios de cada organização e anotar as observações dos avaliadores sobre o exercício e sobre a avaliação, num prazo máximo de 30 (trinta) dias. A divulgação do relatório final deve ser feita num prazo máximo de 50 (cinquenta) dias, após ter sido aprovado pelo COPREN/AR. Os relatórios deverão ser encaminhados por meio magnético, preferencialmente correio eletrônico.

Os relatórios deverão conter os aspectos positivos e a melhorar. Os ensinamentos colhidos e julgados relevantes devem ser destacados e propostos para divulgação entre os participantes do exercício. A equipe de avaliação deverá, também, emitir sugestões e recomendar ações para melhorar o desempenho da atividade/instalação.

O documento poderá ser elaborado por instalação ou atividades, por objetivos ou por organização. O relatório por objetivos é o mais adequado para exercícios que definem um número pequeno de objetivos e se deseja ter uma visão pontual de determinado aspecto dentro do todo; por organização, é o mais adequado para ser empregado em exercícios parciais de equipes ou grupos dentro da organização, semelhante a uma auditoria interna; por instalação ou atividades, é o mais adequado para ser empregado em exercícios que envolvem mais de uma organização desempenhando atividades coordenadas e simultâneas, onde o resultado é um somatório de esforços.

Os seguintes tópicos deverão estar presentes no relatório:

- Generalidades

- Aspectos positivos
- Aspectos a melhorar
- Conclusão

O relatório final, depois de consolidadas todas as observações, deve ser apresentado à equipe de avaliação e a seguir ao diretor do exercício.

Anexo ao Manual de Avaliação de Exercício

LISTAS DE VERIFICAÇÃO

Organização	Local	Data												
Objetivo 1: Capacidade de notificar as organizações envolvidas nas ações de resposta a uma situação de emergência nuclear.		S	N	NA	NO									
1.1 Havia uma relação com nome, endereço, telefone residencial, de trabalho ou celular dos representantes, possibilitando sua notificação em Qualquer circunstância e a qualquer tempo? 1.2 Os meios de comunicação estavam em conformidade com os planos e procedimentos? 1.3 As notificações foram realizadas com oportunidade? 1.4 Foram previamente elaboradas mensagens para agilizar as ações de notificação? 1.5 Havia mecanismos para acionamento em horário fora do expediente? 1.6 Foi efetivada a confirmação da notificação?														
Considerações Gerais: <hr/> <div style="text-align: right;">Sugestões:</div> <hr/>														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 40%; text-align: center;">Atingido</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Objetivo foi:</td> <td></td> <td style="text-align: center;">Parcialmente atingido</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Não atingido</td> </tr> </table>								Atingido	Objetivo foi:		Parcialmente atingido			Não atingido
		Atingido												
Objetivo foi:		Parcialmente atingido												
		Não atingido												
Legenda: <p style="text-align: center;">S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO</p>														
Avaliador:			Assinatura:											

Organização	Local	Data												
Objetivo 2: Capacidade de mobilizar pessoal e meios previstos nos Planos de Emergência.		S	N	NA	NO									
2.1 Conhecia os procedimentos previstos nos Planos de Emergência e outras normas para mobilização de pessoal e meios? 2.2 O pessoal notificado apresentou-se prontamente no local? 2.3 Os meios foram postos à disposição oportunamente? 2.4 Foi possível contatar o responsável no órgão acionado ou notificado? 2.5 Havia uma relação dos materiais que devem estar disponíveis, para realizar a atividade preconizada no plano? 2.6 Se afirmativo, estes materiais estavam em condições de uso?														
Considerações Gerais:														

Sugestões:														

<table border="1" data-bbox="603 1218 1297 1328"> <tr> <td data-bbox="603 1218 788 1254">Objetivo foi:</td> <td data-bbox="788 1218 938 1254"></td> <td data-bbox="938 1218 1297 1254">Atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="603 1254 788 1290"></td> <td data-bbox="788 1254 938 1290"></td> <td data-bbox="938 1254 1297 1290">Parcialmente atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="603 1290 788 1328"></td> <td data-bbox="788 1290 938 1328"></td> <td data-bbox="938 1290 1297 1328">Não atingido</td> </tr> </table>						Objetivo foi:		Atingido			Parcialmente atingido			Não atingido
Objetivo foi:		Atingido												
		Parcialmente atingido												
		Não atingido												
Legenda:														
S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO														
Avaliador:			Assinatura:											

Organização	Local	Data												
Objetivo 3: Capacidade de ativar os Centros de Emergência previstos.		S	N	NA	NO									
3.1 Possuía a documentação necessária para eventual consulta? 3.2 As comunicações funcionaram bem? 3.3 Todos os representantes foram acionados? 3.4 As mensagens foram transmitidas com oportunidade e acerto? 3.5 Os integrantes do Centro demonstraram conhecimento de suas atribuições? 3.6 Os operadores demonstraram conhecimento na operação dos equipamentos/instrumentos? 3.7 Os telefones estavam identificados? 3.8 Os integrantes do Centro estavam identificados por crachás?														
Considerações Gerais:														
<hr/> <hr/> <hr/>														
Sugestões: _____														
<hr/> <hr/>														
<table border="1" data-bbox="608 1178 1305 1290"> <tr> <td data-bbox="608 1178 798 1216"></td> <td data-bbox="798 1178 949 1216"></td> <td data-bbox="949 1178 1305 1216">Atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="608 1216 798 1254">Objetivo foi:</td> <td data-bbox="798 1216 949 1254"></td> <td data-bbox="949 1216 1305 1254">Parcialmente atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="608 1254 798 1290"></td> <td data-bbox="798 1254 949 1290"></td> <td data-bbox="949 1254 1305 1290">Não atingido</td> </tr> </table>								Atingido	Objetivo foi:		Parcialmente atingido			Não atingido
		Atingido												
Objetivo foi:		Parcialmente atingido												
		Não atingido												
Legenda:														
S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO														
Avaliador:			Assinatura:											

Organização	Local	Data									
Objetivo 4: Adequação das instalações, dos equipamentos e dos recursos humanos e materiais para atender à emergência.		S	N	NA	NO						
4.1 O espaço era suficiente? 4.2 Havia controle de acesso à instalação? 4.3 Os meios de comunicação foram suficientes para atender à demanda de mensagens? 4.4 O "layout" da instalação era funcional? 4.5 Havia disponibilidade de meios para a produção de documentos? 4.6 Possuía material e equipamento para ser utilizado em emergência nuclear? 4.7 O material empregado era apropriado ao fim a que se destinava?											
Considerações Gerais: <hr/> <hr/>											
Sugestões: <hr/> <hr/>											
		Objetivo foi:		<table border="1"> <tr><td data-bbox="807 1178 954 1216"></td><td data-bbox="954 1178 1337 1216">Atingido</td></tr> <tr><td data-bbox="807 1216 954 1254"></td><td data-bbox="954 1216 1337 1254">Parcialmente atingido</td></tr> <tr><td data-bbox="807 1254 954 1290"></td><td data-bbox="954 1254 1337 1290">Não atingido</td></tr> </table>			Atingido		Parcialmente atingido		Não atingido
	Atingido										
	Parcialmente atingido										
	Não atingido										
Legenda: S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO											
Avaliador:			Assinatura:								

Organização	Local	Data										
Objetivo 5: Capacidade de comunicação entre as organizações e pessoas envolvidas, inclusive para as equipes de campo.		S	N	NA	NO							
<p>5.1 Os equipamentos permitiram comunicações entre os diversos níveis de coordenação/comando dentro da organização?</p> <p>5.2 Os equipamentos permitiram comunicações entre as diversas organizações que participam da resposta à situação de emergência?</p> <p>5.3 O Coordenador de operações tinha comunicações com as organizações que atuavam na emergência, inclusive nas operações de campo?</p> <p>5.4 O pessoal estava familiarizado com o equipamento disponível?</p> <p>5.5 Havia normas e diretrizes disciplinando a exploração das comunicações?</p> <p>5.6 O pessoal envolvido estava familiarizado com as normas e diretrizes disciplinadoras da exploração das comunicações?</p> <p>5.7 Os equipamentos utilizados foram suficientes?</p> <p>5.8 Havia redundância de meios?</p> <p>5.9 Meios de comunicações disponíveis (quantifique): Fax: _____ Telefone: _____ Celular: _____ Mensageiro: _____ Rádio: _____ Rede (computador): _____ Hot line: _____ Pager: _____ Outros _____ (especificar): _____</p> <p>5.10 Existia back up de energia (no break, gerador auxiliar, etc.) para suportar as operações?</p>												
Considerações Gerais:												

Sugestões:												

<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td rowspan="3" style="padding: 5px;">Objetivo foi:</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;">Atingido</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;">Parcialmente atingido</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;">Não atingido</td> </tr> </table>						Objetivo foi:		Atingido		Parcialmente atingido		Não atingido
Objetivo foi:		Atingido										
		Parcialmente atingido										
		Não atingido										
Legenda: S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO Avaliador: _____ Assinatura: _____												

Organização	Local	Data			
Objetivo 6: Capacidade de comando, coordenação e controle.		S	N	NA	NO
<p>6.1 Havia alguém efetivamente comandando e gerenciando as ações?</p> <p>6.2 Ele mantinha sua equipe permanentemente informada da evolução da situação?</p> <p>6.3 Mantinha seu órgão ou chefe imediato permanentemente informado das ações realizadas?</p> <p>6.4 Havia comunicação entre todos os níveis de controle e coordenação da operação?</p> <p>6.5 As decisões foram tomadas após discussão e avaliação com o grupo?</p> <p>6.6 Houve falha no apoio em algum setor por falta de coordenação?</p> <p>6.7 Houve acompanhamento da situação pelos meios de comunicação de massa (TV, rádio, etc.)?</p> <p>6.8 Existiam meios auxiliares (quadros de aviso, cartas topográficas e mapas) para dar suporte e fazer o acompanhamento da evolução da situação?</p> <p>6.9 Os meios auxiliares foram atualizados oportunamente?</p>					
<p>Considerações Gerais:</p> <hr/> <hr/>					
<p>Sugestões:</p> <hr/> <hr/> <hr/>					
		Objetivo foi:		Atingido	
				Parcialmente atingido	
				Não atingido	
<p>Legenda:</p>					
<p>S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO</p>					
<p>Avaliador:</p>			<p>Assinatura:</p>		

Organização	Local	Data										
Objetivo 7: Capacidade de realizar, em tempo, as medidas de proteção previstas.		S	N	NA	NO							
7.1 A população foi notificada oportunamente? 7.2 A evacuação das áreas foi realizada em tempo hábil? 7.3 A abrigagem da população evacuada foi realizada com sucesso? 7.4 A sirene foi acionada oportunamente? 7.5 Havia disponibilidade de iodeto de potássio para uma eventual distribuição? 7.6 As equipes de notificação foram constituídas em tempo hábil? 7.7 As ações de evacuação ocorreram de acordo com o plano detalhado de evacuação?												
<p>Considerações Gerais:</p> <hr/> <hr/> <hr/> <p>Sugestões:</p> <hr/> <hr/> <table border="1" data-bbox="427 1326 1286 1473"> <tr> <td data-bbox="427 1326 564 1473" rowspan="3">Objetivo foi:</td> <td data-bbox="564 1326 1075 1361"></td> <td data-bbox="1075 1326 1286 1361">Atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="564 1361 1075 1438"></td> <td data-bbox="1075 1361 1286 1438">Parcialmente atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="564 1438 1075 1473"></td> <td data-bbox="1075 1438 1286 1473">Não atingido</td> </tr> </table> <p>Legenda:</p> <p>S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO</p> <p>Avaliador: _____ Assinatura: _____</p>						Objetivo foi:		Atingido		Parcialmente atingido		Não atingido
Objetivo foi:		Atingido										
		Parcialmente atingido										
		Não atingido										

Organização	Local	Data										
Objetivo 8: Capacidade de uso apropriado de equipamentos e procedimentos para a determinação de campos de radiação.		S	N	NA	NO							
<p>8.1 A equipe possuía,</p> <ul style="list-style-type: none"> - Instrumento para medir radiação beta-gama? - Instrumento para alta faixa (>0.05 rem/h) de radiação gama? - Acesso a instrumento de reserva? - Equipamento com a calibração em dia? <p>8.2 A equipe fez cheques de bateria e de fontes?</p> <p>8.3 As leituras de gama-beta foram realizadas, de acordo com o procedimento aplicável a cada situação?</p> <p>8.4 As equipes mantinham os equipamentos encapsulados em filme plástico para evitar contaminação?</p> <p>Se a resposta for negativa, explique por que a organização não seguiu seu plano e procedimento:</p> <p>8.5 Os componentes da equipe, em geral, apresentavam adequado treinamento e conhecimentos?</p> <p>8.6 Os integrantes das equipes reportaram apropriadamente e prontamente os resultados das medidas?</p> <p>8.7 As leituras foram registradas de acordo com a localização, horário, data e o instrumento utilizado?</p> <p>8.8 As funções e atividades relevantes foram implementadas de maneira consistente com o Plano de Emergência da organização e seus procedimentos?</p> <p>Se a resposta for negativa, explique por que a organização não seguiu seu plano e procedimentos:</p>												
Considerações Gerais:												
Sugestões: _____												
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td data-bbox="584 1529 799 1608" rowspan="3">Objetivo foi:</td> <td data-bbox="799 1529 986 1608"></td> <td data-bbox="986 1529 1374 1608">Atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="799 1608 986 1664"></td> <td data-bbox="986 1608 1374 1664">Parcialmente atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="799 1664 986 1720"></td> <td data-bbox="986 1664 1374 1720">Não atingido</td> </tr> </table>						Objetivo foi:		Atingido		Parcialmente atingido		Não atingido
Objetivo foi:		Atingido										
		Parcialmente atingido										
		Não atingido										
Legenda:												
S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO												
Avaliador:			Assinatura:									

Organização	Local	Data												
Objetivo 9: Capacidade de desenvolver projeções de dose.		S	N	NA	NO									
<p>9.1 Existia mais de um sistema disponível para projeção de dose?</p> <p>9.2 As informações sobre a situação da CNAAA foram prontamente fornecidas, de modo que as projeções de dose pudessem ser feitas?</p> <p>9.3 Novas projeções de dose foram realizadas, baseadas em dados de monitoração de campo?</p> <p>9.4 A localização da pluma projetada foi realizada e apresentada? Realizada e Apresentada Se a resposta for negativa, explique por que a organização não seguiu seu plano e procedimentos:</p> <p>9.5 As equipes de monitoração de campo foram propriamente direcionadas de modo a confirmar a pluma prognosticada? A pluma foi apropriadamente definida pelas equipes de campo?</p> <p>9.6 Os dados da equipe de monitoração de campo foram comparados com as taxas de doses projetadas?</p> <p>9.7 As mudanças de vento foram consideradas na determinação da área de interesse?</p> <p>9.8 As funções e atividades relevantes foram implementadas de acordo com o Plano de Emergência e seus procedimentos? Se a resposta for negativa, explique por que a organização não seguiu seu plano e procedimentos:</p>														
Considerações Gerais:														
Sugestões: _____														
<table border="1" data-bbox="582 1435 1374 1547"> <tr> <td data-bbox="582 1435 801 1473">Objetivo foi:</td> <td data-bbox="801 1435 986 1473"></td> <td data-bbox="986 1435 1374 1473">Atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="582 1473 801 1512"></td> <td data-bbox="801 1473 986 1512"></td> <td data-bbox="986 1473 1374 1512">Parcialmente atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="582 1512 801 1547"></td> <td data-bbox="801 1512 986 1547"></td> <td data-bbox="986 1512 1374 1547">Não atingido</td> </tr> </table>						Objetivo foi:		Atingido			Parcialmente atingido			Não atingido
Objetivo foi:		Atingido												
		Parcialmente atingido												
		Não atingido												
Legenda:														
S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO														
Avaliador:			Assinatura:											

Organização	Local	Data			
Objetivo 10: Capacidade de alertar e notificar a população nas Zonas de Planejamento de Emergência.		S	N	NA	NO
10.1 Possuíam os equipamentos e instrumentos adequados à notificação? 10.2 Os equipamentos/instrumentos atendem plenamente aos propósitos a que se destinam? 10.3 Os equipamentos/instrumentos estavam em condições de utilização? 10.4 Havia operadores habilitados para a execução desta tarefa? 10.5 Havia mensagens padronizadas para a divulgação? 10.6 Havia planejamento para notificação dos moradores de áreas distantes?					
Considerações Gerais:					

Sugestões: _____					

		Objetivo foi:		Atingido	
				Parcialmente atingido	
				Não atingido	
Legenda:					
S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO					
Avaliador:			Assinatura:		

Organização	Local	Data									
Objetivo 11: Capacidade de coordenar a formulação e a disseminação de informações precisas para o público.		S	N	NA	NO						
<p>11.1 As organizações envolvidas demonstraram a capacidade de disseminar um sinal de alerta e iniciar uma mensagem de instruções para o público, em 15 minutos, para as ZPE envolvidas?</p> <p>11.2 Tinham acesso às informações atualizadas, com exatidão e em tempo hábil?</p> <p>11.3 Existiam mensagens pré-escritas e/ou pré-gravadas? Se a resposta for negativa, descreva como estas mensagens eram desenvolvidas. _____</p> <p>11.4 A disseminação das informações foi efetivamente coordenada pelas organizações envolvidas?</p> <p>11.5 As liberações de informações para o público estavam formalmente autorizadas?</p> <p>11.6 Quem autorizava as liberações de informação para o público?</p> <p>11.7 Todas as liberações de informações para o público foram registradas?</p> <p>11.8 Foram feitas cópias das informações liberadas?</p> <p>11.9 Se positivo, estas informações eram acessíveis a todos integrantes da organização?</p> <p>11.10 Os integrantes da organização acompanhavam pelo rádio e TV as informações transmitidas ao público?</p>											
<p>Considerações Gerais:</p> <p>_____</p>											
<p>Sugestões: _____</p> <p>_____</p>											
		Objetivo foi:		<table border="1"> <tr><td></td><td>Atingido</td></tr> <tr><td></td><td>Parcialmente atingido</td></tr> <tr><td></td><td>Não atingido</td></tr> </table>			Atingido		Parcialmente atingido		Não atingido
	Atingido										
	Parcialmente atingido										
	Não atingido										
<p>Legenda:</p>											
<p>S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO</p>											
Avaliador:			Assinatura:								

Organização	Local	Data			
Objetivo 12: Capacidade de coordenar o desenvolvimento e a disseminação de informações claras, precisas e em tempo para a imprensa.		S	N	NA	NO
<p>12.1 Havia uma pessoa, em cada reunião, designada para falar com a mídia?</p> <p>12.2 Foi realizado um “briefing” antes da apresentação à imprensa?</p> <p>12.3 Onde os “briefings” e as reuniões eram conduzidas?</p> <hr/> <p>12.4 Quais as organizações que estavam responsáveis e participavam dos “briefings” e das reuniões?</p> <hr/> <p>12.5 Havia registros das informações fornecidas para a mídia?</p> <p>12.6 O pessoal e os telefones estavam disponíveis para responder às perguntas provenientes da mídia?</p> <p>12.7 As apresentações ou “press releases” tinham as seguintes características?</p> <ul style="list-style-type: none"> - informações corretas e atualizadas - linguagem clara e fácil de entender - conteúdo adequado (não alarmista) para ser transmitido ao público - informações coerentes com as decisões de ação protetoras - diferenciação clara entre as informações e instruções transmitidas anteriormente e as correntes 					
<p>Considerações Gerais:</p> <hr/>					
<p>Sugestões: _____</p> <hr/>					
		Objetivo foi:		Atingido	
				Parcialmente atingido	
				Não atingido	
<p>Legenda:</p>					
<p>S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO</p>					
Avaliador:			Assinatura:		

Organização	Local	Data												
Objetivo 13: Capacidade organizacional e os meios necessários para controlar o tráfego e o acesso às áreas evacuadas e áreas de abrigo.		S	N	NA	NO									
13.1 Havia pontos pré-determinados para controlar o trânsito? 13.2 Havia acessos pré-determinados para as áreas de abrigo? 13.3 Havia pessoal suficiente para cumprir a tarefa? 13.4 O ponto de controle foi estabelecido oportunamente? 13.5 Os controladores de trânsito tinham condições de se comunicar com a Coordenação Geral de Operações (CCCEN)? 13.6 O pessoal empregado na tarefa conhecia suas atribuições? 13.7 Havia disponibilidade de meios (guinchos, mecânicos, etc.) para desobstrução das vias de acesso? 13.8 Havia um planejamento para atuação durante a noite ou permanência prolongada?														
Considerações Gerais:														
Sugestões: _____														
<table border="1" data-bbox="584 1070 1374 1182"> <tr> <td data-bbox="584 1070 801 1106">Objetivo foi:</td> <td data-bbox="801 1070 991 1106"></td> <td data-bbox="991 1070 1374 1106">Atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="584 1106 801 1142"></td> <td data-bbox="801 1106 991 1142"></td> <td data-bbox="991 1106 1374 1142">Parcialmente atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="584 1142 801 1182"></td> <td data-bbox="801 1142 991 1182"></td> <td data-bbox="991 1142 1374 1182">Não atingido</td> </tr> </table>						Objetivo foi:		Atingido			Parcialmente atingido			Não atingido
Objetivo foi:		Atingido												
		Parcialmente atingido												
		Não atingido												
Legenda:														
S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO														
Avaliador:			Assinatura:											

Organização	Local	Data												
Objetivo 14: Adequação de procedimentos, instalações, equipamentos e pessoal para monitoração radiológica, descontaminação e registro de pessoas removidas.		S	N	NA	NO									
<p>14.1 Os evacuados foram monitorados pelo Grupo de Triagem Radiológica?</p> <p>14.2 Quanto tempo foi necessário para monitorar uma pessoa?</p> <p>14.3 Qual foi, em média, o intervalo de tempo entre a monitoração de duas pessoas? _____</p> <p>14.4 Se foi encontrado alguém contaminado, ele foi descontaminado no local? Se não, para onde foi enviado para proceder-se a descontaminação? _____</p> <p>14.5 Existe uma área separada com chuveiros, para efetuar-se a descontaminação?</p> <p>14.6 Eram mantidos separados os evacuados contaminados, os não-contaminados e os não-monitorados?</p> <p>14.7 Descreva os procedimentos e equipamentos utilizados na descontaminação. _____</p> <p>14.8 Para cada pessoa monitorada ou descontaminada foi providenciada a identificação apropriada, tal que ela pudesse ir para a recepção de evacuados?</p> <p>14.9 Para os evacuados que necessitaram de roupas, como estas foram obtidas? _____</p> <p>14.10 O que foi feito com as roupas e outros pertences contaminados? _____</p> <p>14.11 Os pertences foram manuseados de maneira a prevenir a disseminação da contaminação?</p> <p>14.12 Existe um estacionamento adequado disponível para os carros serem monitorados?</p>														
<p>Considerações Gerais:</p> <p>_____</p> <p>Sugestões: _____</p> <table border="1" data-bbox="584 1621 1374 1733"> <tr> <td data-bbox="584 1621 799 1659">Objetivo foi:</td> <td data-bbox="799 1621 987 1659"></td> <td data-bbox="987 1621 1374 1659">Atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="584 1659 799 1697"></td> <td data-bbox="799 1659 987 1697"></td> <td data-bbox="987 1659 1374 1697">Parcialmente atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="584 1697 799 1733"></td> <td data-bbox="799 1697 987 1733"></td> <td data-bbox="987 1697 1374 1733">Não atingido</td> </tr> </table> <p>Legenda:</p> <p>S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO</p> <p>Avaliador: _____ Assinatura: _____</p>						Objetivo foi:		Atingido			Parcialmente atingido			Não atingido
Objetivo foi:		Atingido												
		Parcialmente atingido												
		Não atingido												

Organização	Local	Data			
Objetivo 15: Adequação das instalações, equipamentos, suprimentos e procedimentos nas áreas de abrigo.		S	N	NA	NO
<p>15.1 O Centro de Recepção de Evacuados (abrigo) ativado foi mobilizado e colocado em condição de operação oportunamente?</p> <p>15.2 Os procedimentos para montagem e operação do abrigo são adequados?</p> <p>15.3 Havia alguém coordenando a montagem e a operação do abrigo?</p> <p>15.4 Que organizações estão representadas nos Centros de Recepção de Evacuados (abrigo) e quais as suas tarefas? As organizações participantes cumpriram suas tarefas?</p> <p>15.5- Existiam pessoas disponíveis e suficientes para registro e controle dos evacuados?</p> <p>15.6 Existiam formulários-padrão de registro?</p> <p>15.7 Havia disponibilidade de meios e equipamentos adequados e em quantidade suficiente para a acomodação dos evacuados? Colchões ou camas. Qual a quantidade?</p> <p>Água potável</p> <p>Banheiros (pelo menos 1/40 pessoas)</p> <p>Alimentação</p> <p>15.8 Havia controle dos abrigados?</p> <p>15.9 Havia registro dos abrigados?</p> <p>15.10 Havia disponibilidade de enfermaria e médicos?</p> <p>15.11 Houve triagem radiológica dos abrigados?</p> <p>15.12 O pessoal empregado na administração do abrigo é suficiente?</p>					
Considerações Gerais:					

Sugestões: _____					

Objetivo foi:			Atingido		
			Parcialmente atingido		
			Não atingido		
Legenda:					
S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO					
Avaliador:			Assinatura:		

Organização	Local	Data												
Objetivo 17: Adequação de equipamentos, suprimentos e pessoal de instalações médicas responsáveis pelo tratamento de contaminados e/ou acidentados.		S	N	NA	NO									
17.1 A equipe médica estava equipada para atender à situação de emergência nuclear? 17.2 A equipe médica estava treinada para o atendimento radiológico de emergência? 17.3 Existiam mecanismos de ligação com outros centros médicos mais avançados de atendimento radiológico? 17.4 Havia comprimidos de iodeto de potássio para atender à população evacuada? 17.5 Os comprimidos e/ou medicamentos existentes estavam dentro do prazo de validade?														
<p>Considerações Gerais:</p> <p>_____</p> <p>Sugestões: _____</p> <p>_____</p> <table border="1" data-bbox="584 1032 1374 1144"> <tr> <td data-bbox="584 1032 799 1070"></td> <td data-bbox="799 1032 986 1070"></td> <td data-bbox="986 1032 1374 1070">Atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="584 1070 799 1108">Objetivo foi:</td> <td data-bbox="799 1070 986 1108"></td> <td data-bbox="986 1070 1374 1108">Parcialmente atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="584 1108 799 1144"></td> <td data-bbox="799 1108 986 1144"></td> <td data-bbox="986 1108 1374 1144">Não atingido</td> </tr> </table> <p>Legenda:</p> <p>S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO</p> <p>Avaliador: _____ Assinatura: _____</p>								Atingido	Objetivo foi:		Parcialmente atingido			Não atingido
		Atingido												
Objetivo foi:		Parcialmente atingido												
		Não atingido												

Organização	Local	Data												
Objetivo 18: Capacidade de realizar medidas e análises de amostras ambientais.		S	N	NA	NO									
<p>18.1 O grupo demonstrou a capacidade de medir a concentração de radionuclídeos na atmosfera?</p> <p>18.2 A equipe de coleta de amostras possuía um monitor para efetuar medidas de radiação?</p> <p>18.3 A equipe coletou amostras ambientais para análise em laboratório?</p> <p>Água Solo Sedimentos Vegetação Outros (especificar) _____</p> <p>_____</p> <p>18.4 O laboratório executou a análise nas amostras coletadas? Se positivo, descreva os resultados.</p> <p>_____</p>														
<p>Considerações Gerais:</p> <p>_____</p> <p>Sugestões: _____</p> <p>_____</p> <table border="1" data-bbox="584 1218 1374 1330"> <tr> <td data-bbox="584 1218 801 1254">Objetivo foi:</td> <td data-bbox="801 1218 987 1254"></td> <td data-bbox="987 1218 1374 1254">Atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="584 1254 801 1290"></td> <td data-bbox="801 1254 987 1290"></td> <td data-bbox="987 1254 1374 1290">Parcialmente atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="584 1290 801 1330"></td> <td data-bbox="801 1290 987 1330"></td> <td data-bbox="987 1290 1374 1330">Não atingido</td> </tr> </table> <p>Legenda:</p> <p>S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO</p> <p>Avaliador: _____ Assinatura: _____</p>						Objetivo foi:		Atingido			Parcialmente atingido			Não atingido
Objetivo foi:		Atingido												
		Parcialmente atingido												
		Não atingido												

Organização	Local	Data												
Objetivo 19: Adequação de procedimentos para isolamento de áreas contaminadas, monitoração e descontaminação de trabalhadores de emergência.		S	N	NA	NO									
19.1 O isolamento de área foi demonstrado adequadamente? 19.2 Foi demonstrada a instalação de pontos de controle? 19.3 Os trabalhadores de emergência possuíam EPI apropriados? - Dosímetros pessoais. - Filmes - Canetas - TLD - Dosímetros de extremidades. - Luvas - Sapatilhas - Macacão descartável - Máscara 19.4 Os trabalhadores de emergência foram monitorados após a realização das tarefas? 19.5 Os materiais retirados das áreas contaminadas foram monitorados? 19.6 As instalações para descontaminação de trabalhadores de emergência foram adequadas?														
<p>Considerações Gerais:</p> <p>_____</p> <p>Sugestões: _____</p> <p>_____</p> <table border="1" data-bbox="584 1364 1374 1476"> <tr> <td data-bbox="584 1364 801 1402">Objetivo foi:</td> <td data-bbox="801 1364 987 1402"></td> <td data-bbox="987 1364 1374 1402">Atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="584 1402 801 1440"></td> <td data-bbox="801 1402 987 1440"></td> <td data-bbox="987 1402 1374 1440">Parcialmente atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="584 1440 801 1476"></td> <td data-bbox="801 1440 987 1476"></td> <td data-bbox="987 1440 1374 1476">Não atingido</td> </tr> </table> <p>Legenda:</p> <p>S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO</p> <p>Avaliador: _____ Assinatura: _____</p>						Objetivo foi:		Atingido			Parcialmente atingido			Não atingido
Objetivo foi:		Atingido												
		Parcialmente atingido												
		Não atingido												

Organização	Local	Data												
Objetivo 20 : Capacidade de simular a evacuação da população da Área de Propriedade da Eletronuclear (APE), Zona de Planejamento de Emergência de 3 e 5 quilômetros (ZPE 3 e ZPE 5, respectivamente).		S	N	NA	NO									
20.1 Havia um planejamento de evacuação da população? 20.2 A população foi avisada dos procedimentos de evacuação? 20.3 Os meios alocados foram suficientes? 20.4 Foram disponibilizados meios alternativos de evacuação? 20.5 A evacuação foi realizada de forma organizada? 20.6 Havia planejamento para evacuação de grupos especiais (paraplégicos, doentes, idosos, etc.)? 20.7 Este planejamento foi demonstrado?														
<p>Considerações Gerais:</p> <hr/> <p>Sugestões: _____</p> <hr/> <table border="1" data-bbox="584 1070 1374 1182" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td data-bbox="584 1070 801 1106">Objetivo foi:</td> <td data-bbox="801 1070 991 1106"></td> <td data-bbox="991 1070 1374 1106">Atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="584 1106 801 1142"></td> <td data-bbox="801 1106 991 1142"></td> <td data-bbox="991 1106 1374 1142">Parcialmente atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="584 1142 801 1182"></td> <td data-bbox="801 1142 991 1182"></td> <td data-bbox="991 1142 1374 1182">Não atingido</td> </tr> </table> <p>Legenda:</p> <p>S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO</p> <p>Avaliador: _____ Assinatura: _____</p>						Objetivo foi:		Atingido			Parcialmente atingido			Não atingido
Objetivo foi:		Atingido												
		Parcialmente atingido												
		Não atingido												

Organização	Local	Data												
Objetivo 21: Capacidade do atendimento pré-hospitalar		S	N	NA	NO									
21.1 Houve triagem médica das vítimas? 21.2 Foi prestado atendimento prioritário as condições convencionais graves? 21.3 Foram avaliados os sinais vitais? 21.4 Foi feita verificação de possível contaminação? 21.5 Em caso de contaminação, foram adotados cuidados de proteção em relação à vítima, ao ambiente e aos equipamentos? 21.6 As vítimas foram tratadas com medicações específicas no local? 21.7 Os rejeitos foram depositados numa área pré-estabelecida? 21.8 A equipe estava devidamente paramentada? 21.9 Houve comunicação com o nível secundário sobre a remoção de vítimas? 21.10 Havia condições de transporte adequadas para a remoção de todas as vítimas?														
Considerações Gerais: <hr/>														
Sugestões: _____ <hr/>														
<table border="1" data-bbox="582 1176 1372 1288"> <tr> <td data-bbox="582 1176 801 1216">Objetivo foi:</td> <td data-bbox="801 1176 987 1216"></td> <td data-bbox="987 1176 1372 1216">Atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="582 1216 801 1256"></td> <td data-bbox="801 1216 987 1256"></td> <td data-bbox="987 1216 1372 1256">Parcialmente atingido</td> </tr> <tr> <td data-bbox="582 1256 801 1288"></td> <td data-bbox="801 1256 987 1288"></td> <td data-bbox="987 1256 1372 1288">Não atingido</td> </tr> </table>						Objetivo foi:		Atingido			Parcialmente atingido			Não atingido
Objetivo foi:		Atingido												
		Parcialmente atingido												
		Não atingido												
Legenda:														
S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO														
Avaliador: _____			Assinatura: _____											

Organização	Local	Data						
Objetivo 22: Capacidade do atendimento em ambiente hospitalar convencional e/ou especializado em radioacidentado		S	N	NA	NO			
22.1 Foi prestado atendimento prioritário as condições convencionais graves? 22.2 Foram avaliados os sinais vitais? 22.3 Foi feita verificação de possível contaminação? 22.4 Em caso de contaminação foram tomados cuidados de proteção em relação à vítima, ao ambiente e aos equipamentos? 22.5 A equipe estava devidamente paramentada? 22.6 O local escolhido para a montagem do ponto de controle foi adequado. 22.7 Os pontos de controle foram adequadamente providos e gerenciados? 22.8 Havia EPI e instrumentação em número suficiente? 22.9 A equipe hospitalar estava preparado para o atendimento a radioacidentados? 22.10 Todos os trabalhadores de emergência foram registrados e devidamente monitorados? 22.11 Todos os trabalhadores de serviços convencionais foram registrados e devidamente monitorados? 22.12 Foi feita monitoração de tudo que saiu das áreas controlada e supervisionada? 22.13 Os rejeitos foram depositados numa área pré-estabelecida? 22.14 Houve gerenciamento de informações? 22.15 Houve registro adequado de informações sobre cada vítima? 22.16 As áreas utilizadas foram devidamente monitoradas e, se necessário, descontaminadas? 22.17 Houve comunicação com o nível terciário sobre a remoção de vítimas? 22.18 Houve apoio do sistema de infraestrutura?								
Considerações Gerais: <hr/>								
Sugestões: _____ <hr/>								
		Objetivo foi:		<table border="1"> <tr><td>Atingido</td></tr> <tr><td>Parcialmente atingido</td></tr> <tr><td>Não atingido</td></tr> </table>		Atingido	Parcialmente atingido	Não atingido
Atingido								
Parcialmente atingido								
Não atingido								
Legenda:								
S- SIM N- NÃO NA- NÃO APLICÁVEL NO- NÃO OBSERVADO								
Avaliador:			Assinatura:					