

GESTÃO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO EM INSTALAÇÕES NUCLEARES: FATOR DE FORTALECIMENTO DO SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADA - UM ESTUDO DE CASO

João Regis dos Santos, MSc., regis@ien.gov.br

Eduardo Linhares Qualharini, D.Sc., linhares@all.com.br

Universidade Federal Fluminense (UFF), Mestrado em Sistemas de Gestão
Niterói, RJ, Brasil

RESUMO

O presente estudo investigou e analisou a importância de um sistema de gestão integrado de segurança, meio ambiente e saúde numa instalação nuclear, tendo como perspectiva a gestão da proteção contra incêndio. A investigação foi feita utilizando uma pesquisa qualitativa envolvendo um estudo de caso, onde a ambiência considerada foram as Fábricas de Reconversão e Pastilhas de UO₂ das Indústrias Nucleares do Brasil, localizadas em Resende no Rio de Janeiro e a população estudada os gerentes e o pessoal de nível operacional diretamente envolvido com os aspectos relacionados à segurança do Complexo Industrial da referida empresa. A motivação para a pesquisa foi a busca de uma maior interação das questões relacionadas à segurança, meio ambiente e saúde na indústria nuclear, tendo como eixo da investigação a proteção contra incêndio. Como resultado, observou-se que numa instalação nuclear, embora lide-se com processos diversificados relacionados à segurança, a integração é possível e necessária, visto que existem mais razões para o compartilhamento do que para um eventual trabalho desintegrado.

Palavras-chave: Proteção contra incêndio, Segurança nuclear, Gestão integrada de segurança

1. INTRODUÇÃO

A importância da proteção contra incêndio numa instalação nuclear e a necessidade de uma maior integração com os demais processos de segurança, tem sido objeto de preocupações por parte dos órgãos reguladores, dos operadores dessas instalações e da comunidade. O setor nuclear tradicionalmente investe considerável parte de seus recursos em segurança, até porque uma falha neste sistema pode redundar em prejuízos significativos para os negócios da organização, para a sua imagem e para o uso pacífico da energia nuclear como o todo, considerando o impacto negativo que um acidente traduz nesse ramo para a sociedade. Não é por menos que a área nuclear possui uma diversificada matriz de processos relacionados à segurança.

Numa instalação nuclear são desenvolvidas atividades voltadas para a proteção dos sistemas, do material nuclear, das pessoas e do meio ambiente, cujas designações mais comuns, geralmente sob a forma de processos são: segurança nuclear, segurança radiológica, segurança do trabalhador, saúde do trabalhador, proteção física, proteção ambiental e proteção contra incêndio. A integração proposta deve abranger as áreas

citadas, o que nos remete a necessidade de melhor compreender os propósitos de cada uma.

2. CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

2.1 PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

Existem inúmeras definições para o que no presente estudo denomina-se de proteção contra incêndio, cada uma com maior ou menor abrangência de seu significado. Neste trabalho, entretanto, será considerada proteção contra incêndio o conjunto de ações que envolvem o projeto, as medidas passivas e ativas de proteção, as ações preventivas e o combate ao incêndio propriamente dito.

Não é comum em algumas culturas organizacionais referir-se a esta terminologia com o seu entendimento ampliado, mesmo porque, mormente em nosso país, é mais usual utilizar-se expressões como prevenção contra incêndio, prevenção de incêndios, segurança contra incêndio, prevenção e combate a incêndios etc, quando está se referindo ao que chamamos de proteção contra incêndio. Desse modo, proteção nos parece uma ação mais abrangente, que no campo da segurança contra incêndio quer dizer prevenir e combater.

Assim, proteger contra o incêndio é mais do que dispor dos recursos técnicos para coibir o incêndio ou de medidas antecipativas que evitem o surgimento do fogo. Envolve também aspectos construtivos, o arranjo do ambiente, as ações de ordem organizacionais, como os procedimentos, treinamentos e o combate efetivo. Na área nuclear, especialmente em usinas nucleares, o termo proteção contra incêndio tem esse significado abrangente. Isto pode ser constatado na própria definição dada pela CNEN em suas normas que tratam do tema: "proteção contra incêndio é um conjunto de atividades e itens relacionados com a prevenção, detecção, alarme, combate, confinamento e minimização de danos do incêndio". (CNEN, NN-2.03, 1999).

Os objetivos da proteção contra incêndio podem ser representados graficamente conforme sugere CARRASCO (1999) nos diagramas apresentados na Figura 1.

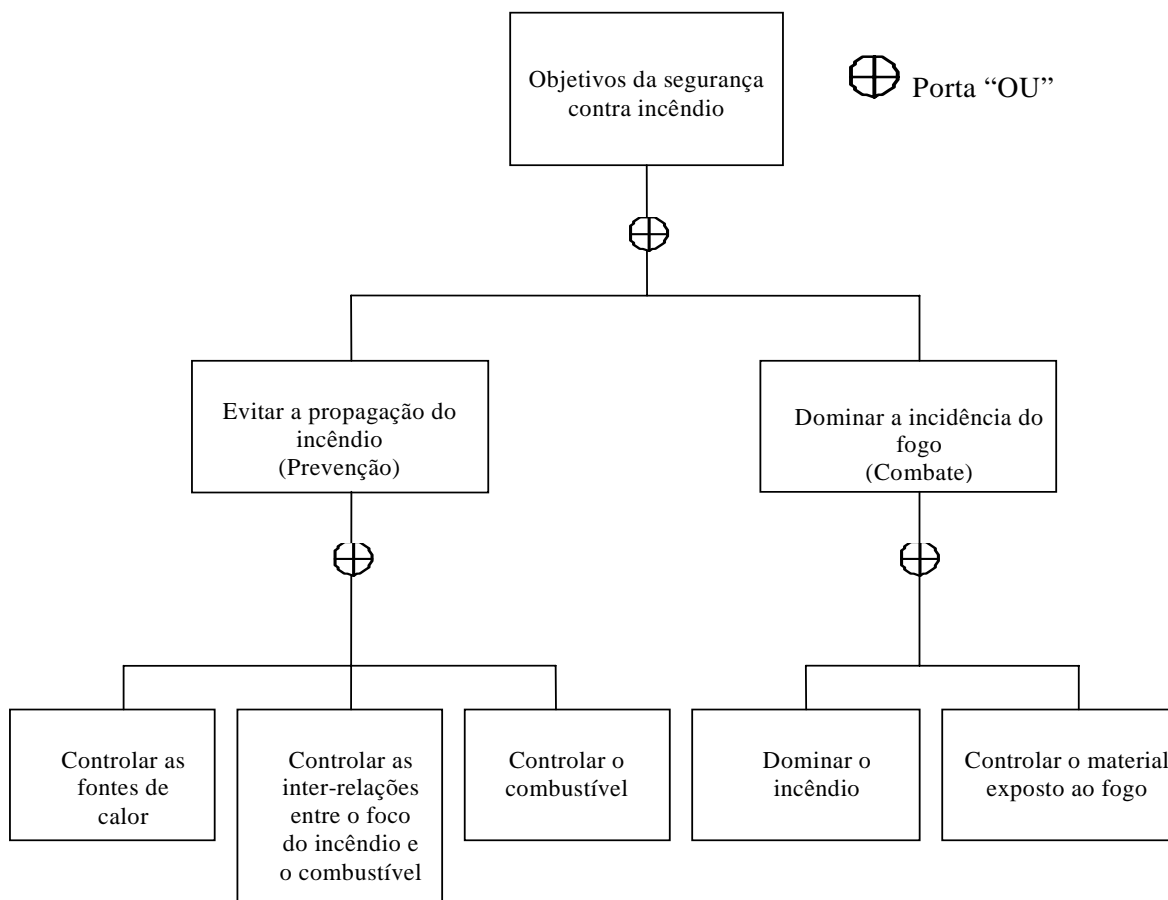


Figura 1: Objetivos da proteção contra incêndio

Fonte: CARRASCO, adaptado (1999)

Esta estruturação proposta por CARRASCO (1999) permite perceber de forma sistêmica e lógica o entendimento do problema, como uma árvore de decisões, com etapas claramente definidas, onde cada objetivo deve expressar o grau de proteção que o edifício há de proporcionar aos seus ocupantes, aos seus objetos e aos seus vizinhos.

2.2. SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO

A gestão integrada adveio da necessidade das organizações de padronizarem seus processos para tornarem-se mais competitivas. O sistema de gestão integrado assegura, de maneira planejada, a satisfação das partes interessadas visto que envolve a implementação do Sistema de Gestão de Qualidade, com o objetivo de atender os interesses dos clientes, o interesse da sociedade com a implementação do Sistema de Gestão Ambiental e dos colaboradores com a implementação do sistema de Gestão da segurança e Saúde no Trabalho.

Cada um desses sistemas possui referências normativas específicas, mas que guardam estreita semelhança o que permite a sua integração. A melhoria contínua do processo é uma meta perseguida e para isso aplica-se o modelo PDCA, que permite a gestão das fases de planejamento, execução, verificação e melhoria.

A visão sistêmica e integrada da segurança numa organização que lida com processos perigosos, como a nuclear, tem sido inspirada nos modelos desenvolvidos para as áreas de segurança, saúde e higiene ocupacional de outras organizações não nucleares, elaborados por organismos independentes de certificação, baseado nas normas ISO 9001 e ISO 14001, inicialmente restritas à qualidade e a gestão ambiental. Este modelo, ao qual posteriormente foram incluídas as questões relacionadas à responsabilidade social através de norma específica, é atualmente respaldado pela norma OHSAS 18.001, emitida pela Occupational Health and Safety Assessment Series com o apoio da Organização Internacional do Trabalho (OHSAS, 1999). A evolução natural da certificação do produto para o processo, inclui a segurança como um dos mais importantes pilares de sustentação, em especial em organizações em que a ocorrência de um acidente, além dos prejuízos humanos, materiais e ambientais, envolvem questões relacionadas à imagem do próprio negócio, como é o caso da indústria nuclear, fortemente impactada pela opinião pública e pela aceitabilidade da sociedade.

Por isso, o planejamento estratégico dessas organizações deve incluir perspectiva relacionada à segurança, não tão somente pelas obrigações legais, mas principalmente pela necessidade de sobrevivência da organização no ambiente competitivo e globalizado que ela está inserida. Sobreviver no mundo competitivo passa a ser a principal função das organizações e segurança um dos seus sustentáculos, como bem demonstra a Figura 2.2 proposta por VIEGAS (2004).



Figura 2: Inter-relação entre segurança e o objetivo das organizações

Fonte: VIEGAS (2004)

3. PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO EM INSTALAÇÕES NUCLEARES

3.1. OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM INSTALAÇÕES NUCLEARES

O mais significativo evento que demonstrou a vulnerabilidade de uma instalação nuclear aos efeitos do fogo ocorreu na usina nuclear Browns Ferry (1975), nos EUA. Este incêndio, de vilão dos incêndios em instalações nucleares, se tornaria pouco tempo depois na principal referência para a melhoria dos requisitos de segurança contra incêndio nessas instalações, de modo particular usinas nucleares. A proteção contra incêndio deixou de ser tratada de forma isolada em relação aos demais sistemas relacionados à segurança

nuclear, preocupação maior numa instalação deste tipo. Embora não tenha causado vítimas ou danos ambientais, o incêndio causou prejuízos enormes. Milhares de metros de cabos e sistemas elétricos foram danificados, produzindo perdas diretas em torno de 10 milhões de dólares e aproximadamente a mesma quantia por mês por falta de faturamento devido a energia que deixou-se de fornecer aos consumidores durante o período de um ano, tempo em que ficou fora de operação para reparos. Por conta deste episódio, várias modificações nos critérios de projeto e operação das usinas foram introduzidas, primeiramente nos EUA e, posteriormente, em outros países, com a publicação pela AIEA em 1979 do Safety Series nº 50 - SG -D2 - Fire Protection in Nuclear Power Plants.

De acordo com SCOTT (1976), o incêndio iniciou-se quando operários, utilizando-se uma vela, testavam a fuga de pressão no edifício de contenção. O teste consistia em verificar, observando-se a inclinação da chama da vela, a direção do fluxo de ar e, conseqüentemente, se havia fuga. A chama da vela fez entrar em ignição a espuma de poliuretano utilizada como selante da abertura para passagem de bandejas de cabos elétricos. O incêndio demorou cerca de 7 horas para ser completamente debelado.

Além do incêndio da usina nuclear de Browns Ferry (1975), vários outros eventos de incêndio em instalações nucleares são relatados. Alguns deles ocorreram numa época em que a divulgação de acidentes envolvendo instalações nucleares era considerado um tabu, pois em muitas situações envolviam projetos secretos, relacionados ao desenvolvimento de armas, por isso os relatos não possuem um nível de detalhamento esperado. Um exemplo foi o incêndio ocorrido em setembro de 1957 na usina de Rocky Flats em Denver, Colorado, nos Estados Unidos, incêndio este devido a combustão espontânea de plutônio existente numa caixa de luvas utilizada para o processamento do material, atingindo ainda os filtros utilizados para evitar que resíduo de plutônio fosse lançado no ambiente. A usina fazia parte do programa americano de produção de armas nucleares, e portanto protegida pelo segredo militar. Em 1969, outro incêndio de maiores proporções aconteceu nas mesmas condições na citada instalação, de igual modo lançando para o ambiente quantidade desconhecida de material nuclear (ALBRIGHT e O'NEILL, 1999).

Em 10 de outubro de 1957 ocorreu um incêndio na pilha número 1 do reator moderado a grafite e refrigerado a gás operado pelo governo Britânico em Windscale, atualmente Sellafield. O reator de Windscale, era uma instalação utilizada para produzir plutônio para o programa de armas do governo britânico e também para a produção de polônio (Po-210).

Outro incêndio envolvendo instalação nuclear aconteceu na sala de turbinas da unidade 2 do complexo nuclear de Chernobil, na Ucrânia em 11 de outubro de 1991. A unidade 2 da central nuclear de Chernobil integrava um conjunto de quatro reatores, cada uma com dois turbos-geradores geminados instalados numa única sala de turbinas. A usina de Chernobil 2 era do tipo RBMK desenvolvido pela União Soviética, tinha a potência de 1.000 MW(e) e no dia do acidente estava operando a 70 % de sua capacidade para que fosse feito um serviço de manutenção no turbo-gerador 4. A usina foi descomissionada.

Um dos mais importantes incêndios ocorridos em usinas nucleares aconteceu em 19 de outubro de 1989, na unidade um da central nuclear de Vandellos, Espanha. A usina nuclear de Vandellos I era uma usina operada pelo consórcio franco-espanhol HIFRENSA, cujo reator do tipo refrigerado a gás e moderado a grafite, era idêntico a um reator francês da GCR Saint-Laurent-des-Eaux. Sua construção foi iniciada em junho de 1967 e sua primeira criticidade aconteceu em fevereiro de 1972. O incêndio afetou seriamente o turbo-gerador número dois e cabos elétricos, que causaram a parada do turbo-ventilador número quatro e a perda de funcionalidade de um dos dois trens de alimentação das bombas auxiliares de refrigeração do circuito. Durante as primeiras duas horas do incêndio, os operadores da usina tiveram dificuldade de controlar o fluxo de alimentação de água para manter aquecido os trocadores de calor número um e dois porque a válvula ficou inoperante devido a perda de suprimento de ar comprimido. Este incêndio foi classificado como incidente sério, de nível 3 na escala INES (International Nuclear Event Scale) da AIEA, que vai de 0 à 7, utilizada para comunicar ao público dos acidentes nucleares e teve como conseqüência o descomissionamento da usina.

3.2. EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO EM INSTALAÇÕES NUCLEARES

Até a ocorrência do acidente de Browns Ferry (1975), não existia claramente estabelecida uma correlação entre a proteção contra incêndio e a segurança nuclear de uma instalação. Os princípios gerais de proteção contra incêndio eram aplicados, mas seus requisitos não eram sistematicamente relacionados quando da elaboração do projeto que tinha como preocupação a manutenção da operacionalidade dos sistemas importantes para a segurança nuclear. O evento incêndio não era considerado um evento base-de-projeto das usinas nucleares.

Com o aumento da consciência de que deveria existir uma correlação entre os riscos de incêndio e a segurança nuclear, a revisão dos requisitos de proteção contra incêndio teve início e em várias usinas em operação modificações foram implementadas, inclusive em Angra I, com a implantação de melhorias na rede de hidrantes, proteção das bandejas de cabos elétricos, dentre outras. As lições aprendidas com a ocorrência de incêndios em usinas nucleares, em especial o de Browns Ferry, promoveu o desenvolvimento de novos requisitos de proteção contra incêndio aplicáveis às instalações nucleares, com a adoção de regulamentos em que se passou a enxergar as questões relacionadas a proteção contra incêndio como fator diretamente vinculado a segurança nuclear, passível de desencadear o acidente máximo postulado para uma usina, qual seja a perda do controle da refrigeração do núcleo, o conhecido Loss Coolen Accident (LOCA).

Em 1976, ainda sob os efeitos de Browns Ferry, foi publicado nos EUA pela Nuclear Regulatory Commission (NRC), o órgão regulador americano das questões nucleares, o documento BTP 9.5-1 (Branch Technical Position). Este documento é um marco dessa nova abordagem, pois estabelece critérios em que claramente vincula o evento incêndio à segurança nuclear.

Posteriormente ainda nos EUA, em 1980, foi publicado o Appendix R integrante do documento 10 CFR parte 50. Em 1982, na França, foi publicado o documento RCC-I e em 1985, na Alemanha, o documento KTA 2101. Todos esses documentos têm o mesmo objetivo: tornar a proteção contra incêndio algo de interesse para a segurança nuclear.

O Brasil também adotou seu padrão normativo sobre o assunto, publicando em 1988 a Norma CNEN-NE-2.03 - Proteção Contra Incêndio em Usinas Nucleoelétricas e em 1997 a Norma CNEN-NE-2.04 - Proteção Contra Incêndio em Instalações Nucleares do Ciclo do Combustível. Posteriormente a norma CNEN-NE-2.03 foi revisada, deixando de ser uma norma experimental.

As lições aprendidas com os incêndios ocorridos e a experiência adquirida com a operação das instalações nucleares, indicaram que incêndios nestas instalações poderiam comprometer a segurança nuclear e que sua importância ia além da problemática dos incêndios convencionais. Nas usinas nucleares, a proteção contra incêndio tem como premissa atender as funções de segurança nuclear. Para atender estes pressupostos, a proteção contra incêndio adota os seguintes requisitos de proteção, também chamados de função de segurança, de acordo com a Norma CNEN-NN-2.03 (1999):

1. Assegurar a parada segura do reator, bem como mantê-lo em condições de desligamento seguro durante a operação normal ou durante e após a condição de acidente.
2. Remover o calor residual do núcleo após o desligamento, inclusive na condição de acidente.
3. Reduzir o potencial de liberação de material radiativo e garantir que, caso ocorra alguma liberação, fique abaixo dos limites previstos para operação normal da usina, bem como abaixo dos limites aceitáveis para condição de acidente.

4. CAMPO DO ESTUDO DE CASO E METODOLOGIA EMPREGADA

As instalações para beneficiamento de urânio (fabricação de pó e pastilhas de dióxido de urânio) pertencente às Indústrias Nucleares do Brasil (INB), localizada em Resende no Rio de Janeiro, integra um complexo de instalações daquela empresa de economia mista que inclui ainda o enriquecimento isotópico do urânio e a montagem do elemento combustível nuclear utilizado para abastecer as usinas nucleares brasileiras.

A escolha dessas unidades para referendar esta pesquisa se deveu às características peculiares das Fábricas de Pó e Pastilhas da INB, onde pelas características das atividades ali desenvolvidas, o risco nuclear, radiológico e de incêndio estão presentes, além dos problemas ambientais e de proteção física que igualmente devem ser considerados.

Naturalmente os riscos relacionados à proteção contra incêndio serão objetos de considerações especiais, pela natureza deste trabalho.

A metodologia empregada nesse estudo foi o uso de questionário fechado, confeccionado com a escala Likert aplicado junto aos empregados que atuam mais diretamente com as questões relacionadas à segurança na instalação e entrevistas semi-estruturadas com os principais gestores das áreas de segurança do complexo.

Iniciou-se o trabalho fazendo-se uma revisão da literatura básica a ser utilizada como referência, em especial literatura especializada em proteção contra incêndio, segurança, meio ambiente e saúde, bem como as normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear. Passou-se, em seguida, a estudar o sistema de gestão da organização, no caso as Indústrias Nucleares do Brasil (INB), complexo industrial de Resende no Rio de Janeiro, com enfoque para as questões de segurança do trabalho, saúde, meio ambiente, qualidade e responsabilidade social. Foram consultados os documentos e manuais da empresa que trata dos temas mencionados dos processos relacionados.

A fabricação do combustível nuclear é uma das etapas do ciclo do combustível nuclear que começa com a prospecção e beneficiamento do minério contendo urânio, etapa esta que vem sendo desenvolvida pela INB em Caetité, estado da Bahia. Após esta fase, o concentrado de urânio é transformado em hexafluoreto de urânio (UF₆), fase esta ainda não feita comercialmente no Brasil. A etapa seguinte, o enriquecimento, consiste do aumento da concentração do isótopo de urânio 235, normalmente na natureza encontrado numa taxa de 0,7%, para uma concentração de, aproximadamente 3,5%, necessária para a utilização em reatores de potências de usinas nucleoeletrônicas, como é o caso das Usinas Angra I e Angra II.

A etapa de enriquecimento isotópico é a tecnicamente mais complexa, está em vias de ser implementada comercialmente no Brasil pela INB em Resende, com tecnologia desenvolvida pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), e a Marinha do Brasil, através do Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP).

Na seqüência, para a fabricação do elemento combustível, etapa final do processo, é necessário que o urânio enriquecido, sob a forma de UF₆, seja reconvertido em dióxido de urânio (UO₂), pó do qual, após compactado, são fabricadas as pastilhas, que encapsuladas em tubos de liga de zircaloy, constituem o arranjo final do elemento combustível nuclear.

O complexo industrial da INB em Resende possui quatro unidades de produção integrantes do ciclo do combustível nuclear, sendo três já em operação e uma em fase de testes. As unidades integram dois conjuntos de construções denominados Fábrica do Combustível Nuclear (FCN) – Unidade I e Fábrica do Combustível Nuclear (FCN) – Unidade II. Na FCN – Unidade I ocorre a montagem do elemento combustível, já em pleno funcionamento desde 1982 e na FCN-Unidade II ocorre a reconversão do UF₆ em pó de UO₂ e a fabricação de pastilhas de UO₂, de igual modo em pleno funcionamento. Ainda no mesmo prédio, em fase final de conclusão, abriga a primeira fase da unidade da INB para enriquecer o urânio, a Fábrica do Combustível Nuclear (FCN) - Enriquecimento, pelo processo de ultracentrifugação.

As instalações objeto de análise para o presente estudo foram as unidades da Fábrica do Combustível Nuclear (FCN)-Reconversão e a Fábrica do Combustível Nuclear (FCN)-Pastilhas, ambas integradas num mesmo prédio, adaptadas no edifício originalmente construído para abrigar a Usina de Enriquecimento de Urânio pelo processo jato centrífugo, processo este descontinuado.

As instalações da FCN-Reconversão e FCN-Pastilhas integram assim o complexo de instalações no site da INB em Resende, que conta, além das instalações da FCN-Unidade I, com instalações onde abrigam as atividades administrativas, tais como gerência de segurança, qualidade e meio ambiente, onde estão suportados os processos de segurança do trabalho, proteção radiológica e proteção ao meio ambiente; gerência administrativa, onde estão ligados os processos de proteção física e proteção contra incêndio, com o objetivo de atender todas as instalações do complexo.

5. PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO DAS FABRICAS DE PÓ E PASTILHAS

Os dispositivos de proteção contra incêndio existentes nas Fábricas de Pó e Pastilhas são formados por sistemas passivos, representados pela divisão dessas instalações em Áreas de Incêndio cujos limites são constituídos por barreiras corta-fogo, tais como paredes corta-fogo, portas corta-fogo e demais dispositivos com características de resistência ao fogo, e por sistemas de proteção ativos, representados pelos sistemas de proteção por extintores, sistema de água para combate a incêndio, aí incluindo a rede de hidrantes e os caminhões de bombeiros, sistemas de detecção e alarme de incêndio, as brigadas de incêndio representadas pela Brigada Central de Incêndio (BCI) e a Brigada Interna de Apoio da Unidade II (BIA-II), além dos dispositivos de comunicação, como ramais telefônicos, rádios transceptores e sistema de viva-voz.

5.1. SISTEMAS PASSIVOS DE PROTEÇÃO

O sistema de proteção passiva da Unidade II consiste da divisão da instalação em 56 Áreas de Incêndio, sendo algumas delas subdivididas em Zonas de Incêndio, unidades essas utilizadas para a realização da Análise de Incêndio (INB, PPI-II, 2000). As barreiras corta-fogo consistem de paredes, lajes, pisos, executados em concreto armado e alvenaria, e fire dampers e portas corta-fogo nas fronteiras dessas áreas. Não foram calculados os tempos de retardo previstos para as barreiras corta-fogo, de acordo com a Análise de Incêndio, mas pelas características construtivas verificadas, espera-se tempos superiores a 120 minutos, o que de acordo com a norma NBR 14.432 (ABNT, 2000) equivale a Classe P5, aplicada à indústrias, com altura da edificação com altura superior a 30 m, o que não é o caso.

5.2. SISTEMAS ATIVOS DE PROTEÇÃO

O sistema de proteção ativa através de extintores de incêndio portáteis e sobre-rodas da Unidade II, obedece a quantificação e distribuição prevista na Norma CNEN-NE-2.04 (CNEN, 1997). Tal critério, próprio para instalações do ciclo do combustível nuclear, é mais restritivo do que as outras referências utilizadas para quantificação de extintores no Brasil, como a Norma NBR 12.693 da ABNT (ABNT, 1993) e a Norma Regulamentadora n 23 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE, NR-23, 1978). Na Tabela 1 temos, como exemplo de proteção passiva, a distribuição de extintores de incêndio na Unidade II da INB em Resende.

Tabela 1: Quantidade de extintores de incêndio nas Fábricas de Pó e Pastilhas

Tipo de Extintor	Quantidade
Extintor de CO ₂	156
Extintor de Água	12
Extintor de Pó Químico Seco	15
Extintor de CO ₂ de 10 kg sobre rodas	10
Extintor de CO ₂ de 45 kg sobre rodas	6
Extintor de PQS de 50 kg sobre rodas	2

Fonte: INB – PPI-II (200)

A INB em Resende, através dos integrantes da Brigada Central de Incêndio (BCI) mantém um programa de manutenção dos extintores, que inclui inspeções rotineiras, recargas e testes hidrostáticos destes equipamentos.

O sistema de água para combate a incêndio é composto por rede de hidrantes cuja reserva técnica, com capacidade de 170 m³, é capaz de atender ao sistema por 60 minutos. A pressurização é feita através da bomba elétrica principal, bomba auxiliar a diesel e bombas jockey, utilizadas para manter a pressão residual na rede. O hidrante em posição mais desfavorável, isto é, cuja rede possui a maior perda de carga, é capaz de suprir uma pressão de 4,6 bar, com vazão de 1.900 l/mim. A rede de hidrantes formada por hidrantes externos com duas saídas de 2 ½" de diâmetro, tendo ao lado armário de aço destinado a abrigar os materiais de combate (mangueiras, esguichos e chaves de mangueiras); hidrantes internos com duas saídas de 1 ½", contendo ainda duas mangueiras de incêndio de 1 ½" e esguichos de vazão regulável, perfaz um total de 29 hidrantes, capazes de garantir o combate com água a qualquer ponto da instalação. Entretanto, no interior das fábricas de Pó e Pastilha, nos locais onde ocorrem o processamento ou armazena o material nuclear, não é previsto o uso de água para combate a incêndio por restrições técnicas, pois o uso deste agente em locais onde existe material nuclear implica na possibilidade de ocorrência de evento crítico, além das implicações relacionadas à contaminação por material radioativo. Sendo assim, os hidrantes internos cobrem as áreas do prédio onde não existem restrições do uso de água, como setores da administração, oficinas, laboratórios, corredores etc.

O sistema de água para combate a incêndios é complementado por dois caminhões auto-bomba tanque, contendo cada 7.000 litros, operado pela Brigada Central de Incêndio (BCI), ficando um permanentemente estacionado nas proximidades da Unidade II e o outro na sede da BCI, há cerca de 2 minutos do local.

O sistema de detecção e alarme é composto por laços de detectores iônicos e termovelocimétricos, ligados a um painel central de alarme instalado na Central de Comunicações, que é monitorada 24 horas por dia, operada por integrantes da proteção física.

A Unidade II mantém uma brigada de incêndio denominada Brigada de Incêndio de Apoio (BIA-II), constituída por operadores e outros empregados daquela instalação, com um total de 14 integrantes, divididos em quatro turnos. A BIA é treinada pela Brigada Central de Incêndio (BCI) e tem como principal função prestar o primeiro combate aos princípios de incêndios que venham ocorrer no local. Por sua vez, para atender todo o complexo industrial da INB em Resende, é mantida a Brigada Central de Incêndio, constituída por bombeiros profissionais orgânicos e contratados, que se revezam em turnos, num total de 5 integrantes por plantão.

A sede da Brigada Central de Incêndio (BCI) fica há cerca de 2 minutos da Unidade II e possui, além do caminhão auto-bomba tanque, um veículo de apoio auto-meios, uma

ambulância, bombas rebocáveis, carreta de pó químico rebocável, equipamentos diversos para salvamento e resgate e de proteção, incluindo vestimentas especiais e equipamentos autônomo de respiração.

O Plano de Proteção Contra Incêndio da Unidade II possui ainda em anexo procedimento específico de combate a incêndio elaborado de acordo com o sistema de qualidade da INB, que consiste da descrição da forma de atuação dos integrantes das brigadas, descrevendo ainda como deve ser o acesso às áreas de incêndio e o meios que devem ser utilizados para o combate ao incêndio no local.

6. GESTÃO DE SEGURANÇA NA INB

As Indústrias Nucleares do Brasil -INB é uma empresa vinculada à CNEN e subordinada ao Ministério de Ciência e Tecnologia, criada em agosto de 1988 como substituta das Empresas Nucleares Brasileiras S. A. (Nuclebrás). A sua constituição fez parte de um conjunto de medidas que teve por objetivo aproximar as atividades dos dois programas nucleares então existentes, um oriundo do acordo mantido com a Alemanha e o outro implementado a partir de competência adquirida no próprio País, o chamado Programa Autônomo (INB Ano 15, 2003).

No complexo industrial da INB em Resende estão as principais instalações industriais da empresa, onde são desenvolvidas as atividades como maior valor agregado. De uma maneira especial, na Unidade II, desenvolve-se duas importantes fases do ciclo do combustível nuclear, a reconversão e a fabricação de pastilhas de UO₂. Do ponto de vista econômico e tecnológico, essas atividades começa a render dividendos, inclusive no mercado internacional, conforme indicado no último relatório anual da empresa:

Por ser uma empresa com características peculiares, tanto em termos de objetivos quanto em termos da singularidade dos seus processos de produção, a INB sempre esteve atenta às recomendações dos órgãos reguladores nacionais e internacionais, fato evidenciado quando da verificação da documentação de licenciamento junto à CNEN, onde observou-se que foram atendidas desde os primórdios de sua fundação, ainda sob a designação de Nuclebrás, as diversas etapas prevista no referido processo e ainda constatou-se a preocupação em termos de manutenção desta mesma documentação atualizada.

No que se refere ao compromisso institucional com as questões relacionadas à segurança, independentemente do cumprimento dos aspectos legais, algumas evidências foram igualmente identificadas. Como exemplo, a Diretoria Executiva da INB em seu relatório anual de 2003, destaca o compromisso que a direção tem assumido com as questões de segurança na empresa. Assim resume os membros da diretoria na mensagem que abre o referido relatório:

7. PESQUISA REALIZADA E RESULTADOS OBSERVADOS

Para a realização do trabalho de campo foram escolhidos dois métodos de levantamento de dados. Um, através da aplicação de formulário de pesquisa onde o universo objeto do estudo foram os trabalhadores das unidades da INB em Resende que atuam nas atividades relacionadas á segurança, como os empregados da Coordenação de Engenharia de Segurança, incluindo os da Brigada Central de Incêndio, da Gerência de Segurança Empresarial e Proteção Física, da Coordenação de Radioproteção e da Coordenação de Qualidade; e outro, através de entrevistas semi-estruturadas dos gestores dos processos relacionados à segurança.

A pesquisa de campo buscou responder três questões-chave, na visão dos empregados da empresa diretamente ligados ao processo segurança que atuam no nível operacional:

Questão-chave 1: como a INB está comprometida com os aspectos de segurança?

Questão-chave 2: como interagem os setores que atuam com segurança na INB?

Questão-chave 3: como a INB se relaciona com os órgãos reguladores dos aspectos de segurança?

As Questões-chave, propositadamente, têm três palavras centrais com grande significado para esta investigação: COMPROMETIMENTO, INTERAÇÃO e REGULAÇÃO. Comprometimento aqui envolve os três níveis: estratégico, tático e operacional. Interação, especialmente entre as equipes dos diversos setores que trabalham diretamente com a segurança. E a regulação, considerando o arcabouço legal em que a atividade nuclear está inserida, implica no atendimento aos diversos órgãos reguladores, além dos já previstos para as demais organizações, mais especificamente a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), o Instituto Brasileiro de Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Corpo de Bombeiros.

A entrevista semi-estruturada buscou responder a quatro Questões-chave, igualmente de interesse para presente pesquisa por permitir perceber na perspectiva dos gerentes dos processos relacionados à segurança a importância da gestão integrada. Neste sentido o principal aspecto a ser investigado através das entrevistas foi o RELACIONAMENTO.

As Questões-chave pesquisadas foram:

Questão-chave A – como é o relacionamento dos gerentes com a suas equipes?

Questão-chave B – como os gerentes se relacionam entre si?

Questão-chave C – como os gerentes percebem a integração dos processos de segurança?

Questão-chave D – como os gerentes se relacionam com os órgãos reguladores (CNEN, IBAMA, Ministério do Trabalho e Emprego, Corpo de Bombeiros)?.

Com esta metodologia, o que se pretendeu foi identificar na percepção dos atores envolvidos com a segurança, como é entendido o tema gestão integrada de segurança e a sua importância para a melhoria do desempenho da segurança como um todo em instalações deste tipo.

Com base nos dados levantados, foram consideradas duas visões do problema da integração dos processos de segurança, que a seguir se descreve.

7.1. PESQUISA COM O PESSOAL OPERACIONAL DA SEGURANÇA

Um questionário auto-aplicável foi organizado em blocos de interesse, de maneira a responder as três Questões-chave: Comprometimento, Interação e Regulação. As afirmativas foram distribuídas de modo aleatório no formulário, visando evitar que o respondente fizesse qualquer associação ao objeto pesquisado na Questão-chave.

A partir das afirmativas agrupadas, relacionadas a cada Questão-chave pesquisada, foram elaborados três gráficos gerados com os resultados obtidos. Um dos eixos dos gráficos foi escalonado (muito positivo, positivo, pouco positivo, negativo e desconhece) para permitir verificar a aderência de cada afirmativa com a expectativa em relação ao assunto pesquisado.

A primeira Questão-chave investigada, representada pelas afirmativas 1, 7, 10, 12, 13 e 15 do questionário, buscou determinar o comprometimento da INB com a segurança em seus diversos níveis, na visão dos profissionais de segurança. Comprometimento assumido por todos os níveis da organização: as chefias imediatas, a direção e os próprios empregados.

As afirmativas relacionadas à Questão-chave são:

- Afirmativa 1 - Os chefes são os únicos responsáveis pela segurança.
- Afirmativa 7 - As atitudes da direção (Diretores, Gerência, Coordenação) demonstram comprometimento da INB com a segurança.
- Afirmativa 10 - Em meu local de trabalho eu sou estimulado a fazer sugestões em como melhor desempenhar as tarefas.

- Afirmativa 12 - Minha chefia considera a realização de auditorias e inspeções em meu setor como uma oportunidade de melhoria das condições de segurança na INB.
- Afirmativa 13 - A política de segurança da INB demonstra que segurança tem prioridade máxima.
- Afirmativa 15 - Em meu setor de trabalho as falhas ocorridas são discutidas livremente.

A afirmativa 1 foi posicionada de modo invertido em relação ao eixo de aderência. Com os resultados, observou-se que 75,9% dos respondentes da afirmativa 1 discordaram, demonstrando que o comprometimento com a segurança deve ser de todos e não apenas das chefias. Esta conclusão é reforçada com o resultado da afirmativa 12, igualmente integrante deste grupo, onde ocorreram 51,7% de concordância.

As afirmativas 7 e 13 estão relacionadas ao comprometimento da direção. 34,5% dos respondentes da afirmativa 7 e 48,3% da 13 concordam com estas afirmações, acompanhados com percentuais expressivos de concordância parcial, evidenciando que a direção da INB expressa em suas ações para a maioria dos empregados de que é de fato responsável pela segurança na empresa. Por outro lado, o percentual dos que discordam dessa afirmativa, 27,6% e 20,7%, respectivamente, permite constatar que um grupo expressivo de empregados não percebe as evidências dessa responsabilidade.

As afirmativas 10 e 15 se relacionam ao comprometimento dos próprios empregados com o processo. Verificou-se que 34,5% e 37,9% dos respondentes, respectivamente, concordam e 17,2% e 24,1%, concordam parcialmente com a idéia de que os próprios empregados são também responsáveis pela segurança e por isso se comprometem com ela.

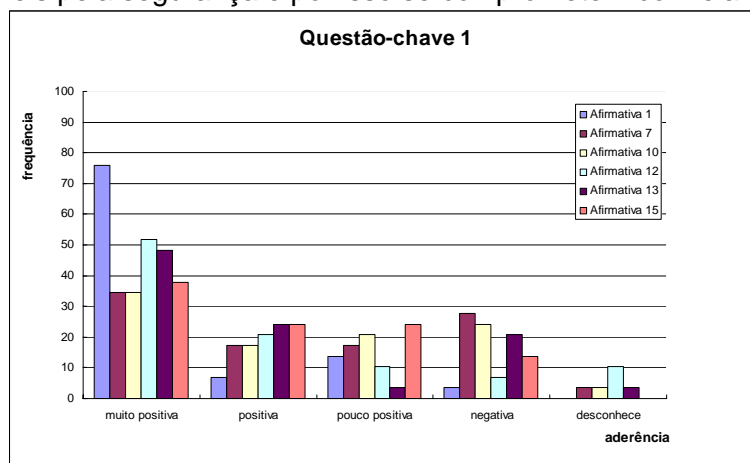


Gráfico 1 – Aderência ao comprometimento com a segurança

O gráfico 1 resume os resultados relacionados à Questão-chave 1 (COMPROMETIMENTO). Pela tendência a um resultado “muito positivo” na escala elaborada, pode-se inferir que na percepção dos empregados dos processos relacionados à segurança, a INB está comprometida com a segurança.

A segunda Questão-chave, representada pelas afirmativas 3, 4, 6, 8, 9 e 14 do questionário, teve o objetivo de verificar como interagem os setores que atuam com segurança na INB e portanto perceber qual a importância de uma maior integração como forma de melhorar o desempenho.

As afirmativas relacionadas a esta Questão-chave são:

- Afirmativa 3 - Incêndio é basicamente um problema da Brigada de Incêndio.

- Afirmativa 4 - Quando eu participo de um exercício de emergência, freqüentemente me preocupo com o desempenho das demais equipes de segurança envolvidas na ação e não apenas com a equipe em que integro.
- Afirmativa 6 - As ações desenvolvidas pelo meu setor contribuem para o desempenho da segurança da INB independente da participação dos demais setores de segurança.
- Afirmativa 8 - O atendimento a uma emergência radiológica é uma preocupação exclusiva da equipe de radioproteção.
- Afirmativa 9 - Os treinamentos relacionados ao atendimento às emergências envolvem todas as equipes (Brigadas de Incêndio, Proteção Radiológica, Atendimento Médico, Proteção Física etc).
- Afirmativa 14 - Existem interações espontâneas entre os diferentes setores de segurança na INB.

As afirmativas 3, 4, 8 e 9 dizem respeito a necessidade de interação das equipes relacionadas ao atendimento de emergência na INB. As afirmativas 3 e 8 foram posicionadas invertidas em relação ao eixo de aderência. Observou-se que 58,6% discordaram da afirmativa 3, 62,1% concordaram com a afirmativa 4 e 93,1% com a afirmativa 9, indicando que na percepção da expressiva maioria dos respondentes, interação entre as equipes é muito importante durante o atendimento de uma emergência. A afirmativa 8 diz respeito a necessidade de interação no atendimento de uma emergência radiológica, o que revelou a pesquisa uma distribuição normal dos respondentes, com 31,0% de concordância e 27,6% de discordância, o que pode significar um afastamento entre a área de radioproteção das demais áreas envolvidas com o atendimento às emergências na INB.

As afirmativas 6 e 14 referem-se às interações que devem ocorrer entre os diversos processos de segurança, em atividades diversas, independente das vinculadas ao atendimento às emergências. Uma expressiva maioria, representada por 72,4% dos respondentes, reconhecem ao concordarem que suas atividades são importantes para o desempenho dos demais processos de segurança, estarem dispostos a manterem estas colaborações. Por outro lado, 41,4% discordam que haja interações espontâneas entre estes processos, de acordo com a afirmativa 14, o que denota a necessidade de um esforço gerencial para incentivar estas colaborações.

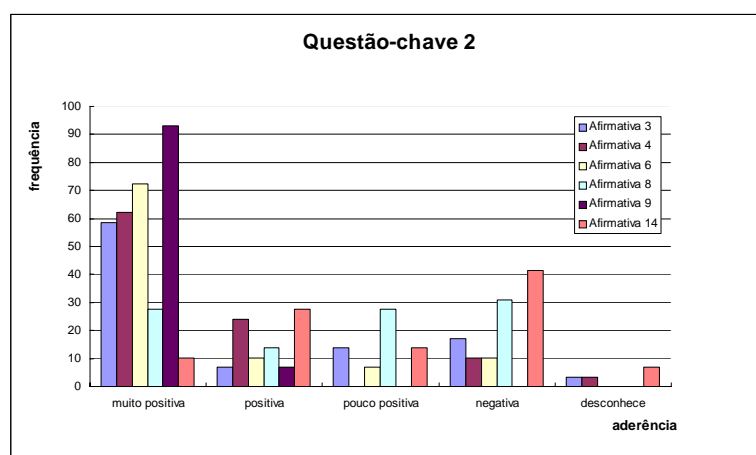


Gráfico 2 – Aderência à interação dos processos de segurança

No gráfico 2 os resultados apresentados no gráfico refere-se à Questão-chave 2 (INTERAÇÃO). Os resultados indicam uma aderência “muito positiva” nas afirmativas relacionadas a este quesito, o que pode significar na visão dos respondentes que os diversos processos de segurança devam interagir mais fortemente.

A terceira questão-chave, representada pelas afirmativas 2, 5 e 11 do questionário, teve o objetivo de verificar como a INB se relaciona com os órgãos reguladores, incluindo a CNEN, IBAMA, Ministério do Trabalho e Emprego e Corpo de Bombeiros, na visão dos profissionais que atuam nos setores que tratam dos processos de segurança.

As afirmativas relacionadas a esta questão-chave são:

- Afirmativa 2 - A ação dos órgãos reguladores e controladores (CNEN, IBAMA, Ministério do Trabalho, Corpo de Bombeiros) motiva a INB a uma tomada de atitude em relação aos problemas de segurança.
- Afirmativa 5 - O pessoal do meu setor se preocupa e valoriza o atendimento às recomendações das auditorias e fiscalizações dos órgãos reguladores e de controle (CNEN, IBAMA, Min. Trabalho, Corpo de Bombeiros).
- Afirmativa 11 - A INB mantém um relacionamento franco e aberto com os órgãos reguladores e de controle (CNEN, IBAMA, Min. Trabalho, Corpo de Bombeiros).

O resultados apresentados na afirmativa 2 demonstram um equilíbrio nas respostas dos trabalhadores quanto a postura da INB ao ser confrontada com os relatórios das auditorias, notificações e outras recomendações dos órgãos reguladores. 34,5% concordam e 31,0% concordam parcialmente que a empresa se mobiliza para atendimento às recomendações, enquanto 31,0% igualmente discordam. Por outro lado, ao responderem a afirmativa 5, 62,1% concordaram e 27,6% concordaram parcialmente que os setores onde trabalham valorizam as auditorias dos órgãos reguladores e consideram essa ação como importante para a melhoria de seus processos. Igualmente reconhecem os respondentes, representados pelos 65,5% de concordância com a afirmativa 11 de que a INB mantém um relacionamento franco com estes mesmos órgãos.

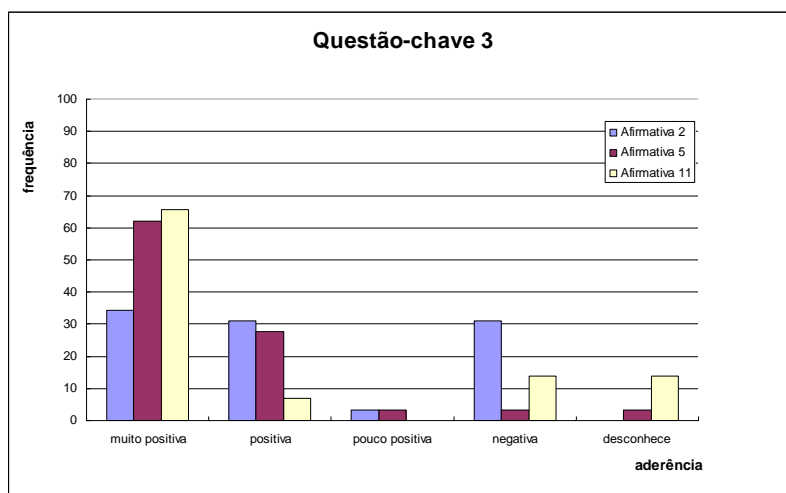


Gráfico 3 – Aderência com os compromissos com a segurança

O gráfico 3 mostra os resultados relativos à Questão-chave 3 (REGULAÇÃO). Os resultados apontam para uma aderência “muito positiva” na maioria das afirmativas relacionadas a este quesito, à exceção da afirmativa 2, talvez por se tratar de um aspecto relacionado a uma postura da organização de responsabilidade dos dirigentes. Este resultado indica que a INB, de um modo geral, tira proveito das ações dos órgãos reguladores dos assuntos de segurança para melhorar seu desempenho.

7.2. ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA DOS GESTORES

Foram escolhidos para participar da entrevista, os gestores dos processos de segurança, no nível tático. Participaram gestores das áreas de Brigada de Incêndio, Segurança do Trabalho, Proteção Radiológica, Proteção Física, Meio Ambiente, Saúde Ocupacional e Qualidade.

As entrevistas foram organizadas em blocos de interesse, de maneira a responder as Questões-chave A, B, C e D previstas para este segmento da pesquisa.

O primeiro bloco de perguntas, representado pelas questões de 1 à 3, teve o objetivo de qualificar o entrevistado. Pude-se observar que a expressiva maioria possui nível superior, estão na INB há mais de 10 anos e tiveram ascensão funcional durante o tempo em que trabalham na empresa.

8. CONCLUSÕES

Foi constatado que a proteção contra incêndio realmente permeia todos os demais processos de segurança numa instalação nuclear visto que, de acordo com os dados indicados quando da revisão bibliográfica, o evento incêndio pode ocorrer em qualquer lugar da instalação e potencializar a ocorrência de acidentes nucleares, incluindo a emissão para o meio ambiente de material radioativo, agravando significativamente suas conseqüências. Por isso mesmo os órgãos reguladores do setor nuclear passaram então a valorizar o aspecto gerencial do sistema de proteção contra incêndio, ao constatarem, a partir da ocorrência de incêndios em instalações nucleares, mais especificamente usinas nucleares, que as causas destes eventos tiveram relação com a gestão dos processos de segurança. Os fatores organizacionais passaram então a ganhar força e considerados como causas a serem investigadas.

Nas unidades para Reconversão (Fábrica de Pó) e Fábrica de Pastilhas da INB em Resende, usadas para verificação da hipótese, também se constatou que as atividades de proteção contra incêndio envolvem não apenas os integrantes do processo Brigada Central de Incêndio, mas vários outros atores, como o pessoal da operação e manutenção, integrantes da Brigada de Incêndio de Apoio da Unidade II (BIA-II), Proteção Física, Proteção Radiológica, Saúde Ocupacional, dentre outros, confirmando assim a dependência entre estes. Como exemplo, um incêndio na área estudada onde material nuclear estivesse presente necessariamente envolveria, além do pessoal das brigadas, o pessoal da radioproteção, necessário para monitorar o acesso das equipes no local e controlar as doses a que as equipes estariam expostas, bem como possível contaminação de pessoal e ambiental. Envolveria ainda as equipes da Proteção Física, necessárias para controlar o acesso e garantir a segurança do material nuclear, da Proteção Ambiental, que em conjunto com a Proteção Radiológica, faria a avaliação do impacto do acidente no ambiente, por exemplo, e a Saúde Ocupacional, com a possível conseqüência para as saúde das pessoas. Sendo o incêndio um acidente, naturalmente que seria necessária a participação da Segurança do Trabalho ao menos para analisar o acidente. Um incêndio na instalação, sem dúvida, traria conseqüências indesejáveis para todos os processos de segurança.

Pelos resultados apresentados na pesquisa e nas entrevistas com os gestores, existe o reconhecimento por parte dos integrantes dos processos de segurança, incluindo as suas lideranças, de que a integração da gestão da segurança na INB é uma necessidade e levaria a uma melhor eficiência.

A inexistência de uma liderança que congregue todos os segmentos da segurança, caracterizado pela estrutura organizacional onde os processos estão divididos em diferentes níveis e inclusive em diretorias diferentes, reflete a consistência dos resultados. Observou-se que este distanciamento é compensado pelo uso da estrutura informal, função do tempo em que as lideranças e empregados trabalham juntos nas unidades. Outro ponto de interação entre as equipes que motiva a realização de reuniões das lideranças é a preparação e os treinamentos das equipes de emergência, única oportunidade formal identificada de integração de todas as equipes.

Embora cada processo de segurança numa instalação nuclear tenha competências específicas, se evidenciam, pelos resultados das pesquisas, a existências de muito mais razões para compartilhamento dos interesses do que o contrário.

9. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A pesquisa demonstrou que é necessário estabelecer condições dentro da INB para a integração dos processos de segurança. Uma possível medida é a reestruturação funcional, permitindo que todas as competências sejam geridas por uma única gerência nas suas unidades. É igualmente recomendável que, como já acontece atualmente na INB, no âmbito da alta direção da empresa, a existência de uma assessoria para aconselhar a direção sobre os assuntos relacionados à segurança, mantendo um estreito relacionamento com as gerências das unidades descentralizadas.

O “olhar” dessa integração pela perspectiva da proteção contra incêndio não elimina outras possibilidades de investigação, o que possibilita a análise do problema sob o ponto de vista de outras áreas de segurança, como a proteção radiológica, meio ambiente, qualidade, dentre outras.

O trabalho identificou ainda como possibilidade para investigação futura, a padronização das ferramentas de atendimento aos requisitos dos diversos órgãos reguladores de instalações nucleares, considerando que, como o sistema integrado de gestão de segurança permite a otimização dos esforços dentro da organização operadora, não acontecendo o mesmo, entretanto, nos organismos reguladores por adotarem padrões normativos diferenciados.

A expectativa é que os resultados deste trabalho possam servir como reflexão sobre a gestão dos processos de segurança nas organizações que lidam com a tecnologia nuclear, como geradoras nucleoeletricas, que atuam no segmento do ciclo do combustível nuclear e centro de pesquisas nucleares.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRIGHT, David; O'NEILL, Kevin. **The Lessons of Nuclear Secrecy at Rocky Flats**. Institute for Science and International Security, 1999. 3 p.

CASTRO, Marcelo Xavier. **Interpretação de Resultados de Monitoração Individual Interna de Trabalhadores da Fábrica de Combustível Nuclear – FCN**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Radioproteção e Dosimetria – IRD, Rio de Janeiro, 2005.

CARRASCO, Andres Aznar. **Proteccion Contra Incêndio**. 2 ed. Madri: Alción, 1999. 512 p.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (Brasil). **Proteção Contra Incêndio em Usinas Nucleoeletricas**: norma CNEN-NN-2.03. Rio de Janeiro, 1999. 11p.

IAEA INTERREGIONAL COURSE: **Fire Protection and Equipment Enveromental Qualification on Nuclear Power Plant**. Chicago (USA); Toronto (Canadá), 1996.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL (INB). **INB Ano 15, Uma História e Verde e Amarelo**. Rio de Janeiro, 2003.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL (INB). **Plano de Proteção Contra Incêndio – Unidade II**. Resende, 2000. 8 p.

INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL (INB). **Anexo ao Plano de Proteção Contra Incêndio – Unidade II – Análise de Incêndio**. Resende, 2000. 8 p.

SCOTT, R. L. Browns Ferry Nuclear Power Plant Fire on Mar. 22, 1975. **Nuclear Safety**, Vol. 17, No. 5, p. 592 - 601, 1979.

VIEGAS, L. A. **Sistema de Gestão Integrado de Segurança**: Nota de Aulas. Rio de Janeiro, 2004.

FIRE PROTECTION SYSTEM MANAGEMENT IN NUCLEAR INSTALLATIONS: STRENGTHENING FACTOR OF INTEGRATED MANAGEMENT – A CASE STUDY

João Regis dos Santos, MSc., regis@ien.gov.br

Eduardo Linhares Qualharini, D.Sc., linhares@all.com.br

Universidade Federal Fluminense (UFF), Mestrado em Sistemas de Gestão
Niterói, RJ, Brasil

ABSTRACT

The present study investigated and analyzed the importance of a system of integrated safety management, environment and health in a nuclear installation, having as perspective, the fire protection management. The inquiry was made using a qualitative research involving a case's study, where the considered environment was the Reconversion and UO₂ Plant of the Indústrias Nucleares do Brasil (INB), located in Resende in Rio de Janeiro and the studied population, the managers and the staff directly involved with the aspects related to the safety of the industrial complex of the related company. The motivation for the research was the search of a bigger interaction of the questions related to the safety, environment and health in the nuclear industry having, as axle of the investigation, the fire protection.

Keywords: Fire Protection, Nuclear Safety, Integrated Safety Management