

**FABRÍCIO BELLOTTI DE OLIVEIRA
IVO TORRES DE ALMEIDA
MILENA FUCCI LEMOS**

**USO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NA GESTÃO DA
HIGIENE OCUPACIONAL EM LABORATÓRIOS QUE UTILIZAM
MATERIAIS NORMs**

Monografia apresentada ao Programa de
Educação Continuada em Engenharia –
PECE / EPUSP para obtenção do título
de especialista em higiene ocupacional.

**São Paulo
2010**

**FABRÍCIO BELLOTTI DE OLIVEIRA
IVO TORRES DE ALMEIDA
MILENA FUCCI LEMOS**

**USO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NA GESTÃO DA
HIGIENE OCUPACIONAL EM LABORATÓRIOS QUE UTILIZAM
MATERIAIS NORMs**

Monografia apresentada ao Programa de
Educação Continuada em Engenharia –
PECE / EPUSP para obtenção do título
de especialista em higiene ocupacional.

São Paulo

2010

DEDICATÓRIA

Dedicamos esse trabalho as pessoas mais
importantes em nossas vidas: pais;
namorado, esposas, filhos e ao nosso
bondoso Pai que nos guiou até aqui

AGRADECIMENTOS

A USP – Universidade de São Paulo, pela oportunidade, ensinamentos e conhecimento técnico-científico ministrados, essenciais para a realização deste trabalho.

A Vale S.A. pela oportunidade de realização deste trabalho.

Aos Engenheiros Fernanda Feijó e Antônio Iatesta, pelo empenho e dedicação na disponibilidade dos meios para a execução deste trabalho.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O presente estudo irá explorar a ligação coerente entre produtos radioisótopos, a segurança e saúde dos trabalhadores envolvidos, a formatação da análise e da definição da aceitabilidade do risco envolvido no processo. Este trabalho delinea, em visão geral, métodos empregados na avaliação e determinação de instrumentos de prevenção de exposição à radiação utilizada em um caso específico, ressaltando a aplicação de ferramentas de qualidade e procedimentos operacionais nesse contexto. Como tal, ele oferece uma contribuição ao entendimento das relações entre os organismos regulamentadores, a indústria de pesquisa mineral, os radioisótopos e os laboratórios de ensaios. Em visão simplificada, são comentados alguns dos interesses envolvidos na segurança do uso desses produtos e a amplitude da harmonização requerida para que ela seja praticada de modo eficaz. Dos laboratórios de ensaios depende, em última análise, a segurança da sociedade. Para tal, são destacados detalhes da implementação de uma metodologia simples para garantia da segurança no uso de produtos NORM em laboratórios de ensaios, bem como no transporte, recebimento e armazenamento de materiais que contenham NORM.

Palavras-chave: mineração, controle de qualidade, radiação, NORM

ABSTRACT

This study will explore the consistency between radioisotopes, safety and health of workers that are involved, the formatting of an analysis and definition of the acceptability of risks involved in the process. This paper outlines, in overview, the methods used in evaluating and determining appropriate prevention of radiation exposure used in a particular case, emphasizing the application of quality tools and operational procedures in this context. As such, it offers a contribution to the understanding of the relationship between regulatory agencies, mineral exploration industry, radioisotopes and laboratories. In simplified view, it comments some of the interests involved in the safe use of these products and the harmonization required for it to be practiced effectively. The society's safety depends of laboratories that define process routes. To do this, details of the implementation of a simple methodology for ensuring safety in the use of NORM in products of laboratories and in transportation, receipt and storage of materials containing NORM are outlined in this study.

Key-words: mining, quality control, radiation, NORM

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Conceituação da qualidade - definição de processo	25
FIGURA 2 - Conceituação da qualidade - gestão de processos x padronização.....	26
FIGURA 3 - Fluxo do processo de beneficiamento no laboratório de ensaio	39
FIGURA 4 - Fluxo de processos previstos nas atividades do laboratório de ensaio envolvendo NORMs.....	40
FIGURA 5 - Etapas da monitoração da radiação nas atividades com NORMs.....	44
FIGURA 6 - Classificação dos materiais NORM's.....	47
FIGURA 7 - Classificação do material e instalações NORM	48
FIGURA 8 - Fluxo para o transporte e recebimento de materiais NORM.	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Conceitos de qualidade	17
Tabela 2 - Síntese das quatro eras da qualidade	20
Tabela 3 - Composição típica de radionuclídeos relacionados à indústria mineral.....	33
Tabela 4 - Carga horária e frequência mínima de treinamentos em radioproteção.....	43
Tabela 5 - Excreção Urinária Diária (24 h) para o Minério, Classe S, Monitoração de Rotina (atividade excretada / atividade inalada) (Bq/Bq).....	50
Tabela 6 - Níveis de referência para a monitoração da taxa de exposição externa.....	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5S	Programa 5 Sentidos
5W2H	Why, What, Where, When, Who, How e How Much
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIEA	Agência Internacional de energia atômica
ALARA	As low as reasonably achieved
ASO	Atestado de Saúde Ocupacional
ASQ	American Society for Quality Control
BG	Background
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
DOE	Department of Energy of USA
EPA	Environmental protection Agency
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EU BSS	European Basic Safety Standards
FAN	Frações atividade dos radioisótopos do urânio natural
FCD	Fator de conversão de dose
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICP-MS	Espectrometria de massa
ICRP	Comissão Internacional de Proteção Radiológica
IOE	Indivíduo Ocupacionalmente Exposto
IRD	Instituto de Radioproteção e Dosimetria
JIS	Japanese International Standard
LIAS	Limite de Incorporação Anual
NID	Nível de Investigação Derivado

NRDS	Nível de Registro Derivado para o urânio classe S
NRDSURINA	Nível de Investigação Derivado medida de urânio classe S na urina
NORM	Naturally Occuring Radioactive Materials
NRC	Nuclear Regulatory Comission
O&M	Organização e Métodos
P&D	Pesquisa e desenvolvimento
PDCA	Plan, Do, Check, Action
PNQ	Prêmio Nacional da Qualidade
PRO	Procedimento Operacional padronizado
PTR	Permissão de Trabalho de Risco
SESMT	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho.
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats
TERNORM	Materiais radioativos concentrados por processos tecnológicos
TLD	Dosimetro Termoluminescentes

SUMÁRIO

Lista de ilustrações

Lista de tabelas

Lista de abreviaturas e siglas

1.1 Contextualização	13
1.2 Objetivos	14
1.2.1 <i>Objetivo Geral</i>	14
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	14
1.3 Justificativas	15
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1 Histórico da Qualidade	16
2.2 Dimensões da Qualidade.....	21
2.3 Processos empresariais.....	23
A filosofia de gestão da qualidade atual presuppõe a necessidade de identificação dos processos empresariais.	23
Rummler; Brache apud CURY (2000, p. 303) identificam três tipos de processos empresariais:	23
2.2 Padronização	25
2.2.1 <i>Padronização nas organizações atuais</i>	25
2.2.2 <i>Implantação da Padronização</i>	27
2.2.2.1 Implantação da padronização em empresas não completamente padronizadas.....	27
2.2.2.2 Melhoria da padronização em empresas completamente padronizadas.....	27
2.2.3 <i>Algumas ferramentas utilizadas na padronização</i>	28
2.2.3.1 Análise da distribuição do trabalho	28

2.2.3.2 Fluxograma	29
2.2.3.3 Gestão de Registos	30
2.3 Radioatividade	31
2.3.1 NORM (Material com ocorrência natural de radioatividade)	31
2.3.2 Organismos e regulamentos de radioproteção	34
2.3.2.1 Organismos internacionais.....	34
2.3.2.2 Organismos nacionais.....	35
2.3.2.2 Radioproteção e os NORM's.....	36
3 METODOLOGIA.....	38
3.1 Análise prévia do contexto do laboratório de ensaio estudado.....	39
3.1.1 Análise do processo de beneficiamento das amostras	39
3.1.2 Avaliação da estrutura física do laboratório	41
3.1.3 Disponibilidade de equipamentos de medição	41
3.1.4 Medições preliminares em indivíduos e no ambiente.....	41
3.1.5 Matriz de Treinamentos	42
3.1.6 Estimativa da Dose de Radiação	43
3.2 Criação de um sistema de gestão da higiene ocupacional para o laboratório de ensaio estudado.....	44
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	45
4.1 Sistema de Gestão da Higiene Ocupacional para Atividades com NORMs	45
4.1.1 Diretrizes Gerais de Radioproteção.....	45
4.1.1.1 Classificação de material como NORM	46
4.2.2.2 Classificação das instalações	46
4.2.2 Treinamento de trabalhadores em radioproteção	48
4.2.3 Bioanálise de excretas na exposição a radionuclídeos	49
4.2.4 Controle de acesso a áreas contendo material NORM	51

4.2.5 Descontaminação de áreas, trabalhadores e equipamentos em trabalho de materiais NORM.....	52
4.2.6 Recebimento e transporte de materiais NORM	53
4.2.7 Processamento físico e químico de materiais NORM	54
4.2.8 Gerência de resíduos sólidos gerados no processamento de materiais NORM	55
4.2.9 Gerência de resíduos líquidos gerados no processamento de materiais NORM	56
4.2.10 Atividades de pesquisa envolvendo NORM.....	57
4.2.11 Monitoração da taxa de exposição externa	58

5 CONCLUSÕES.....	60
--------------------------	-----------

REFERÊNCIAS.....	61
-------------------------	-----------

ANEXOS.....	65
--------------------	-----------

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O uso de produtos contendo radioisótopos na indústria mineral brasileira e mundial vêm assumindo papel cada vez mais significativo, em função dos mercados que esses materiais vêm conquistando devido a ampliação das aplicações tecnológicas existentes. As sociedades nos países industrializados vêm se tornando cada vez mais exigentes no que se refere à segurança. Aspectos antes tolerados deixam de ser, à medida que se acentua a consciência crítica. Trata-se de um processo de aperfeiçoamento contínuo, que não se esgota.

Nos últimos anos, sobretudo após a implementação das Normas Básicas de Segurança da AIEA (Agência Internacional de Energia Atômica), atenção especial tem sido dada aos riscos para a melhoria dos níveis de radiação provenientes de materiais radioativos naturais. Muitas indústrias têm se confrontado com o problema do manuseio de materiais que normalmente não são classificados e tratados como radioativos, mas que contém radionuclídeos.

A sociedade compreende, e aceita, certo padrão de segurança e higiene como resultado de um balanço entre custo e benefício. Constituem custos os comprometimentos imediatos, ou cumulativos, incidentes sobre a saúde dos que se expõem de modo direto aos radioisótopos e sobre aqueles que os absorvem por contato inconsciente. O custo social se intensifica pelas eventuais repercussões que façam da saúde uma reserva de baixa reversibilidade, capaz de perenizar efeitos indesejados. Na vertente dos benefícios tem-se o ganho dos que produzem e comercializam radioisótopos de modo mais eficiente e dos próprios agentes da cadeia de produção desses produtos.

Existe uma busca pelo equilíbrio entre os custos envolvidos na prevenção à exposição à radioisótopos e os resultados obtidos com esta prevenção. A busca pelo equilíbrio em questão envolve atores distintos em natureza, função e expectativas. Entre os mais próximos têm-se: autoridades reguladoras, a indústria da mineração e as diversas organizações que conduzem ensaios laboratoriais e demais serviços de consultoria e apoio nas questões relacionadas a materiais NORM e seus resíduos. Outras fontes de contribuição e demanda são as

organizações que produzem, divulgam e organizam conhecimentos científicos. Todos pertencem a uma Sociedade global, que no coletivo deseja segurança crescente ao longo das últimas décadas, reduzindo a exposição dos trabalhadores através de processos mais seguros.

A utilização de ferramentas da qualidade pode contribuir para a minimização dos riscos associados à exposição dos trabalhadores envolvidos nas atividades com materiais NORM. Para entender a contribuição da qualidade total e suas ferramentas em benefício da gestão ocupacional dos radionuclídeos não basta considerar apenas os atores do processo que a ela conduz. É indispensável atentar para os riscos do ambiente onde tais ferramentas da Qualidade são empregadas.

A aplicação de ferramentas da qualidade (notadamente o desenho de processos, e a padronização) em laboratórios de ensaio de uma empresa de mineração para atividades com materiais NORM permite uma análise aprofundada dos riscos existentes nessas atividades, das melhores práticas de execução dessas tarefas para mitigação desses riscos e a elaboração de um sistema de higiene ocupacional para esse processo. Neste trabalho demonstramos o uso de ferramentas da qualidade com instrumento de gestão da higiene ocupacional em laboratórios que manipulam matérias NORM.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Demonstrar a viabilidade do emprego de ferramentas da qualidade como instrumento de gestão da higiene ocupacional.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Demonstrar a aplicabilidade de ferramentas da qualidade como instrumento de gestão da higiene ocupacional nas atividades com materiais NORM em um laboratório de ensaio de uma empresa de mineração.
- Criar um sistema de gestão da higiene ocupacional (exposição à radiação) para um laboratório de ensaio de uma empresa de mineração que realiza atividades com materiais NORM.

1.3 Justificativas

Quando se fala em gestão da higiene ocupacional em atividades envolvendo NORMs, o risco da exposição à radiação ionizante obviamente torna-se um tema de grande importância. As células do organismo humano, quando expostas à radiação, sofrem ação de fenômenos físicos, químicos e biológicos. Um organismo exposto às radiações sofre determinados efeitos somáticos, que lhe são restritos e outros, genéticos, transmissíveis às gerações posteriores.

A exposição à radiação proveniente da manipulação de materiais NORM demanda uma criteriosa análise de riscos envolvidos nas diferentes etapas do processo de manipulação desse material. Para esse fim, a análise de cada etapa do processo, a definição de suas interfaces, a definição dos melhores procedimentos operacionais e a definição de métodos de medição e controle são cruciais para se minimizar os riscos potenciais à saúde dos trabalhadores envolvidos.

A importância deste trabalho também se justifica devido ao fato do laboratório de ensaios de materiais NORM estudado, até então, não possuir nenhuma interface definida, bem como nenhuma formalização de procedimentos, parâmetros de controle e demais referências, nem tampouco uma estrutura de gestão que conduzisse eficazmente à aplicação dos mesmos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 *Histórico da Qualidade*

Enganam-se aqueles que pensam que a preocupação com qualidade dos produtos oferecidos aos clientes é uma ação recente. Desde o aparecimento do homem na Terra, a busca pela qualidade se tornou uma constante, na sua luta pela sobrevivência. Por volta de 2150 a.C., o código Hamurab¹i já demonstrava uma preocupação com a durabilidade e funcionalidade das habitações produzidas na época, de tal forma que, se um construtor negociasse um imóvel que não fosse sólido o suficiente para atender à sua finalidade e desabasse, o construtor seria sacrificado.

Os fenícios amputavam a mão do fabricante de determinados produtos que não fossem produzidos, segundo as especificações governamentais. Já os romanos desenvolveram técnicas de pesquisa altamente sofisticadas para a época e as aplicavam principalmente na divisão e mapeamento territorial para controlar as terras rurais incorporadas ao Império Romano. Desenvolveram padrões de qualidade, métodos de medição e ferramentas específicas para a execução desses serviços.

Podem-se citar ainda, os avançados procedimentos adotados pela França, durante o reinado de Luis XIV para a escolha de fornecedores e instruções de supervisão do processo de fabricação de embarcações.

De um modo simples de pensar em qualidade como conformidade com as especificações até os dias atuais observa-se uma evolução permanente deste conceito que está sempre agregando novos aspectos aos anteriores, a Tabela 1 mostra um histórico com evolução dos diversos conceitos de qualidade ao longo dos anos.

¹ O Código de Hamurabi é um dos mais antigos conjuntos de leis escritas já encontrados, e um dos exemplos mais bem preservados deste tipo de documento da antiga Mesopotâmia. Segundo os cálculos, estima-se que tenha sido elaborado pelo rei Hamurabi por volta de 1700 a.C.. Foi encontrado por uma expedição francesa em 1901 na região da antiga Mesopotâmia correspondente a cidade de Susa, atual Irã

Tabela 1 - Conceitos de qualidade

CONCEITO	AUTORIA
Qualidade é subjetiva e objetiva.	Walter A. Stewhart
Qualidade significa adequação ao uso.	Joseph M. Juran
Qualidade é atender continuamente às necessidades e expectativas dos clientes a um preço que eles estejam dispostos a pagar.	W. Edwards Deming
Qualidade é a composição total das características de marketing, projeto, produção e manutenção dos bens e serviços, através dos quais os produtos atenderão às expectativas do cliente.	Armand Feigenbaum
Qualidade é conformidade às especificações	Philip B. Crosby
Qualidade é satisfazer radicalmente ao cliente, para ser agressivamente competitivo.	Kaoru Ishikawa
Qualidade é a diminuição das perdas geradas por um produto, desde a produção até seu uso pelos clientes.	Genichi Taguchi
Vocabulário da Qualidade : Qualidade é a totalidade de aspectos e características de um produto ou serviço que influencia sua capacidade de satisfazer a necessidades explícitas ou implícitas.	NBR ISO 9000:2000

Fonte: HOLANDA (2003) (adaptado)

Pode-se observar que houve um longo caminho percorrido para que as teorias e práticas de gestão da qualidade chegassem até o estágio em que se encontram hoje. O caminho percorrido desde o conceito de qualidade ainda primitivo até os dias atuais, passou a ser constituído de fases, evoluindo no decorrer dos tempos. A evolução do conceito de qualidade pode ser dividida em quatro eras principais:

A Era da Inspeção iniciou-se onde havia a separação de um produto conforme por um defeituoso. Nessa época, antes da Revolução Industrial (Séc XVIII), havia o controle manual exercido pelos próprios artesões da época, que realizavam inspeções de modo que atendesse às necessidades de seus clientes. Esse conceito, contudo não desapareceu, pois temos até os dias atuais trabalhos manuais e artesanais, com o mesmo tipo de exigência. Com o desenvolvimento

das empresas e fábricas, começaram a surgir novas funções com o objetivo de supervisionar os produtos, surgiu o supervisor de produção, responsável pelo controle da qualidade; e mais tarde, sua função se tornou mais específica, transformando-se em inspetor de qualidade.

A Era do Controle Estatístico da Qualidade surgiu devido à impossibilidade de se inspecionar todos os produtos do processo com o surgimento da produção em massa através das grandes fábricas. Durante essa segunda era da qualidade, caracterizada pelos princípios e fundamentos da inspeção amostral, determinado número de produtos era selecionado aleatoriamente para ser inspecionado de forma que representasse todo o grupo e, a partir deles, verifica-se a qualidade de todo o lote. No início dessa era o foco também era sobre o produto, assim como na Era da Inspeção. Porém com o passar do tempo, foi se deslocando para o processo de produção, possibilitando o surgimento das condições necessárias para o início da Era da Qualidade Total.

A Era da Qualidade Total surgiu no pós-guerra. O Japão foi o país mais devastado e prejudicado pela guerra, foi também o que mais precisou de reformas. Na década de 1970, o Professor William Edwards Deming, foi o grande responsável pela recuperação japonesa, com os seus princípios de qualidade, de consultorias e treinamentos, defendendo sempre que era com o envolvimento comprometido da alta administração que se alcançava a modificação do sistema e então seria possível intervir nas causas gerais de erros e defeitos. O uso do termo Total no conceito de Qualidade implica no comprometimento do todo, ou seja, conceito que engloba a organização como um todo: todas as atividades, todos os departamentos e todos os funcionários. Segundo Hutchins (1992) *apud* Paladini (2005): "é tudo o que uma organização, uma sociedade ou uma comunidade faz que aos olhos de outrem determina a sua reputação numa base comparativa com as melhores alternativas". A Qualidade Total não só foi importante para a recuperação do Japão, mas também proporcionou uma disputa entre as nações na gestão estratégica, já que para ganhar mercado com a concorrência é importante que se tenha um Sistema de Gestão da Qualidade planejado, controlado e avaliado constantemente. Assim, surgiu nessa época a sistematização por normas escritas de padrões e requisitos de cada etapa do processo produtivo que garantisse uma boa uniformidade de produtos e serviços.

As boas empresas seriam aquelas que conseguissem colocar produtos altamente qualitativos a preços competitivos. Começava a surgir o conceito de Gestão da Qualidade.

A Era da Gestão da Qualidade engloba a questão da gestão com visão estratégica para se diferenciar da concorrência e foco nas necessidades dos clientes. A alta administração da empresa exerce forte liderança com o objetivo de gerenciar a qualidade e não apenas controlar, inspecionar ou construir a qualidade. A satisfação do cliente interno torna-se também importante. O funcionário deve estar envolvido, motivado e satisfeito, sendo considerado um elemento humano na organização, e não apenas mão de obra. Surgia então o conceito da qualidade total. A Tabela 2 sintetiza as quatro Eras da Qualidade e suas principais características.

Tabela 2 - Síntese das quatro eras da qualidade

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS	1ª ERA	2ª ERA	3ª ERA	4ª ERA
Fundamento	Inspeção da qualidade	Controle estatístico da qualidade	Garantia da qualidade	Gestão da qualidade
Interesse principal	Verificação	Controle	Coordenação	Estratégia
Visão da qualidade	Um problema a resolver	Um problema a resolver	Um problema a resolver enfrentando pró-atividades	Diferenciação da concorrência
Ênfase	Produtos uniformes	Produto uniforme com menos inspeção	Toda a cadeia de fabricação	Necessidade do mercado e clientes
Métodos	Instrumentos de medições	Ferramentas e técnicas estatísticas	Programa e sistemas	Planejamento estratégico
Papel dos profissionais	Inspeção, classificação, contagem, avaliação e reparo	Solução de problemas, implicação de métodos estatísticos	Planejar, medir e desenvolver programas qualitativos	Estabelecer metas, educação, treinamentos aos envolvidos
Responsável pela qualidade	Departamento de inspeção	Departamento de fabricação e engenharia	Todos os departamentos com a alta administração envolvida superficialmente	Todos na empresa com forte atuação da alta administração
Orientação e enfoque	Inspeccionar a qualidade	Controlar a qualidade	Garantir a qualidade	Gerenciar a qualidade

Fonte: PALADINI; CARVALHO (2005) (adaptado).

Em comum todos estes conceitos e eras indicam que a qualidade envolve uma variedade enorme de elementos. Esta abrangência implica em múltiplas características de produtos ou serviços, as quais dependem do contexto em que estão inseridas.

2.2 Dimensões da Qualidade

A *American Society for Quality Control* (ASQ, 2005) destaca em sua definição de qualidade, que: “para garantir, controlar, ou melhorar a qualidade, é necessário ser capaz de avaliá-la”. Deve-se, portanto avaliar as características dos produtos que representam as necessidades dos consumidores, de forma que se possa verificar o nível de ajustamento deste produto ao mercado, e efetuar as correções se necessário.

Para as organizações é necessário trabalhar com um conceito de qualidade que leve todos estes fatores em consideração, portanto, para atender às necessidades dos consumidores, clientes e da sociedade em geral, deve-se ter não só um bom produto (consumidor), mas também deve haver produtividade e rentabilidade (acionistas), em um bom ambiente de trabalho, que possibilite o crescimento do ser humano (empregados) e que respeite a legislação, o meio ambiente, e possibilite o progresso social (clientes, sociedade de maneira geral).

De forma geral podemos citar cinco dimensões da qualidade conforme mencionado por Campos (2004, p.97): entrega, custo, qualidade intrínseca, moral e segurança. Sua conceituação pode ser assim resumida:

- Entrega: o cliente pode ter ou não, contato com a empresa. Os prazos, entregas no local, cortesias, clareza das informações são características dessa dimensão.
- Custo: Refere-se ao valor que o cliente paga pelo produto ou serviço havendo uma relação custo versus benefício feita pelo cliente.
- Qualidade Intrínseca: As necessidades e expectativas do cliente devem estar no produto ou no serviço prestado, mais ainda na aparência e na adequação ao uso.
- Moral: O cliente interno (empregado) também deve estar satisfeito. Se o nível de satisfação daquele que fabrica o produto ou presta o serviço for alto, a qualidade pode ser alcançada.
- Segurança: Os funcionários na produção e o cliente no uso devem estar seguros e livre de riscos, garantindo assim a qualidade.

De acordo com Garvin *apud* Paladini (2005, p.126), a qualidade total depende de oito dimensões: desempenho, características, confiabilidade, conformidade, durabilidade, atendimento, estética e qualidade percebida.

Desempenho: são as características básicas da operacionalidade do produto.

- Características: são características secundárias que agregam ao funcionamento do produto.
- Confiabilidade: a qualidade está presente caso o produto e/ou serviço estejam livre de falhas, com a probabilidade de estar sempre em funcionamento.
- Conformidade: está relacionada com o grau que os produtos estão de acordo com as normas e especificações do mesmo.
- Durabilidade: é a vida útil do produto. Os custos de reparo são importantes nesse item, pois se o custo de reparo é elevado caracteriza um produto não confiável e assim, com muitas intervenções para atingir uma maior durabilidade.
- Atendimento: é o diferencial no mercado. Velocidade, cortesia, tempo e acesso são fundamentos importantíssimos haja vista que a tecnologia é cada dia maior, exigindo maior qualidade nos produtos que estão cada dia mais parecidos.
- Estética: muitas vezes ela é responsável pelo despertar do desejo do consumidor que valoriza muito esse aspecto.
- Qualidade Percebida: é a imagem ou expectativa que o cliente deseja do produto.

Os conceitos destas dimensões foram sendo cada vez mais propagados e tornaram-se muito importantes ao longo do tempo. Nos dias atuais, com as características de produtos cada vez mais parecidos, o grande diferencial tornou-se a excelência em várias dessas dimensões da qualidade de acordo com o tipo de negócio e produto.

As aplicações das dimensões da qualidade caracterizam a visão que a organização possui sobre qualidade refletida nos produtos e serviços que oferecem. Uma organização pode estar no melhor estágio da qualidade e/ou possuir certificação de qualidade e, mesmo assim, não oferecer produtos e serviços que satisfaçam seus clientes pois o sistema utilizado é eficiente mas a sua visão de qualidade é limitada.

2.3 Processos empresariais

A filosofia de gestão da qualidade atual presuppõe a necessidade de identificação dos processos empresariais.

Rummler; Brache apud CURY (2000, p. 303) identificam três tipos de processos empresariais:

1) Processo de clientes: que confeccionam um produto ou serviço para um cliente externo da organização.

2) Processos administrativos: fabricam produtos que são invisíveis para os clientes externos, sendo, porém essenciais ao gerenciamento efetivo dos negócios.

3) Processos de gerenciamento: incluem as decisões que os gerentes devem tomar para apoiar os processos de negócios.

Para Rummler; Brache apud CURY (2000, p. 305), lançando a semente da reengenharia, definiram que “o processo empresarial é um conjunto de atividades, com uma ou mais espécies de entrada e que cria uma saída de valor para o cliente”. Algumas empresas melhoraram seu desempenho em uma ou mais áreas, mudando sua forma de funcionamento e não suas atividades. Alteraram significativamente o processo dessas atividades, chegando a ser substituído por completo, em virtude do clima cada vez mais acirrado entre as empresas.

O mapeamento de uma empresa por processos permite avaliar algo mais do que órgãos funcionais, departamento e divisões. Ele permite identificar as inter-relações entre estes órgãos funcionais com foco na condução do processo. A implantação adequada deste mapeamento conduz ao atendimento das

necessidades dos clientes, a criação de produtos de alta qualidade, ao fornecimento de produtos a preços justos e a melhoria na percepção dos clientes.

Rummler; Brache apud CURY (2000, p. 306) assumem que nas “organizações atuais as pessoas envolvidas em um processo olham para dentro de seus departamentos e para cima em direção aos seus chefes, mas nunca para fora, em direção ao cliente”. Asseveram ainda que há uma fragmentação nos processos com estruturas altamente especializadas e funcionais, porém, insensíveis a grandes mudanças do ambiente externo, o mercado consumidor. Para eles, acontece um afastamento das gerências das operações estratificando-as em unidades departamentais funcionais, surgindo daí os grandes departamentos de produção, marketing, pesquisa e desenvolvimento, administração, finanças, etc, e algumas organizações atuais asseguram que ninguém está em posição de reconhecer uma mudança significativa ou, se acontecer de ser reconhecida, de tomar alguma providência.

O organograma tem sido uma referência da empresa ao longo do tempo, porém, ele não demonstra o quê, o porquê, o como do negócio, impondo a conclusão de que se está gerenciando um organograma e não um negócio. Conseqüentemente, a forma como o trabalho é efetivamente realizado não é transparente, não se podendo argüir sobre avaliação de desempenho organizacional. Somente uma abordagem voltada para as camadas mais interiores das empresas, atingindo, dessa forma, seus processos e seus desdobramentos em atividades e tarefas, possibilitará uma real avaliação do desempenho das organizações.

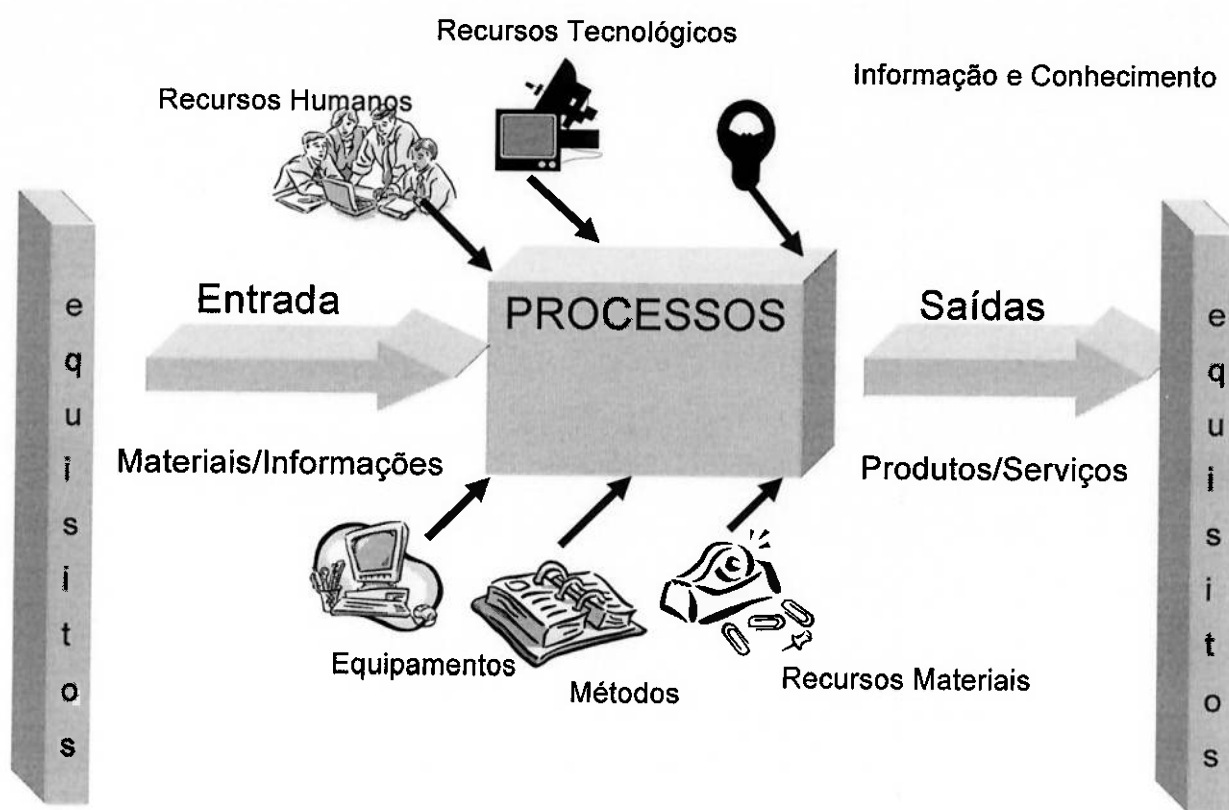


FIGURA 1 - Conceituação da qualidade - definição de processo

2.2 Padronização

A padronização de processos representa uma ferramenta de base para a adoção de sistemas de gerenciamento de alto nível, capaz de viabilizar a previsibilidade de processos e a mensurabilidade de seus resultados.

Isso pode ser extraído das palavras de CAMPOS: "[...] O padrão é o instrumento básico do "Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia" (CAMPOS, 2004, p. 51).

2.2.1 Padronização nas organizações atuais

A padronização de processos está presente em todos os segmentos da sociedade e das organizações. Uma dona-de-casa utiliza um processo na preparação de um pão, um bolo, etc. Na produção de materiais de construção cerâmicos existe a padronização de processo, seguindo um padrão de tamanho, textura e resistência do produto. Nas indústrias de vestuário, siderurgias, hospitais, hotéis, enfim, em todas as organizações, prestadoras de serviços ou produtora de algum bem a padronização de processos está presente.

Apesar da importância que o tema requer no tocante à padronização não se encontra literatura abundante sobre o tema e não raro especialistas sobre o assunto comentam constantemente sobre as ineficiências de educação e treinamento das pessoas que ocupam cargos de diretorias. O Professor Vicenti Falconi Campos comentou: “Quase todas as empresas que conheço são deficientes em padronização” (Instituto de Desenvolvimento Gerencial - InDG - http://www.indg.com.br/institucional/falconi/request_mensagens.asp?id=126. Acesso em 20/04/2010.)

A abordagem da padronização de processos é uma forma eficaz de se organizar e gerenciar a maneira como as atividades da empresa agregam valor. O controle de padronização dos processos organizacionais são fundamentais para o desenvolvimento de estratégias que tragam alguma vantagem competitiva.

Padronizar as atividades que compõe os processos consiste em encontrar o melhor procedimento a ser adotado, treinar as pessoas e assegurar a execução das tarefas conforme definido, independente de seus executores (CAMPOS, 2004. p. 52-56).

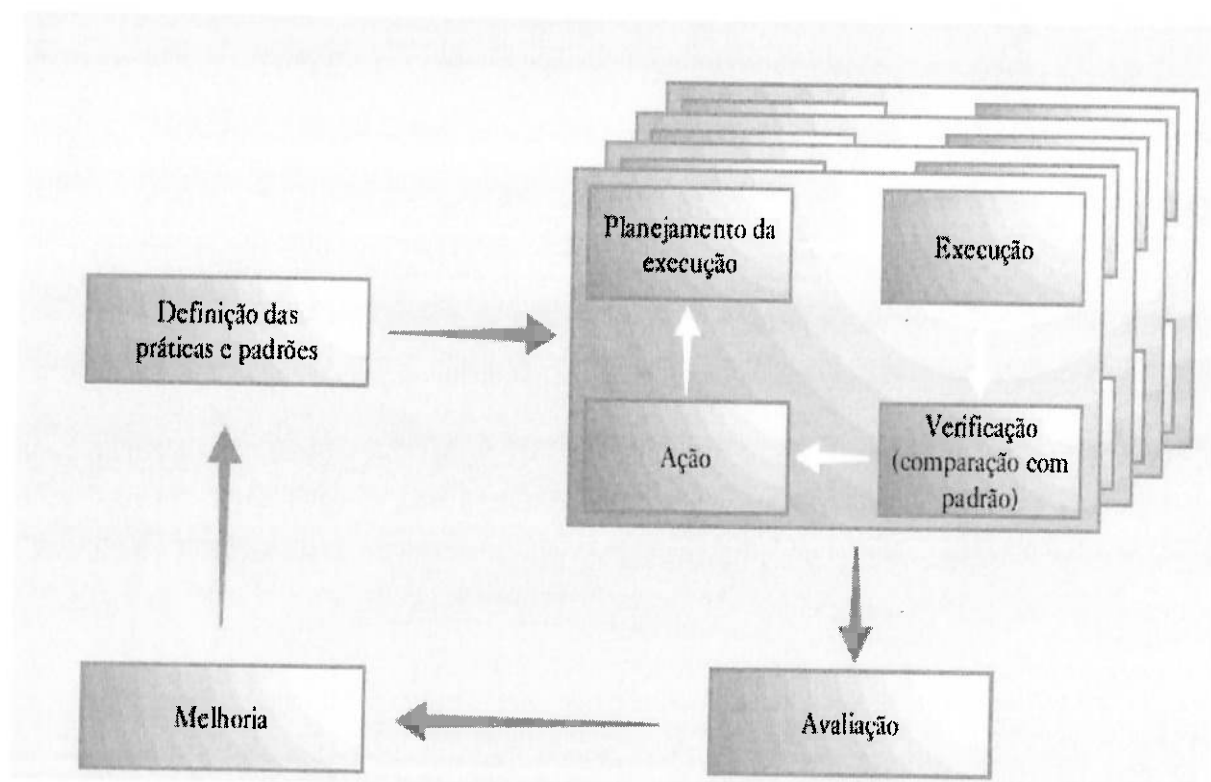


FIGURA 2 - Conceituação da qualidade - gestão de processos x padronização

2.2.2 Implantação da Padronização

2.2.2.1 Implantação da padronização em empresas não completamente padronizadas.

Para Campos (2004, p. 52) quando uma empresa não está completamente padronizada é conduzida a implantar esse processo para evitar problemas ocasionados pela falta da unificação de procedimentos. A busca de perfeição na padronização não ocorrerá no início de sua implantação, pois poderia comprometer o processo. A perfeição só será atingida ao longo de meses e anos pelo gerenciamento através do PDCA, onde os padrões serão revistos e as falhas corrigidas. A perfeição da padronização só será atingida com um trabalho paciente e de melhoria contínua, passo a passo, baseada no estabelecimento e revisão dos padrões adotados. Para empresas não completamente padronizadas é recomendado, segundo Campos (2004, p. 41; e 51-54) as seguintes etapas:

- Elaboração de fluxogramas do processo;
- Definição de tarefas críticas ou prioritárias;
- Elaboração de procedimentos padrão; e
- Treinamento do pessoal envolvido.

2.2.2.2 Melhoria da padronização em empresas completamente padronizadas

A melhoria do sistema de padronização estabelecido torna mais rápida a revisão dos padrões em situações de mudança diretrizes, mudanças organizacionais, desenvolvimento de novos produtos, sugestões de melhoria, solicitações dos clientes ou usuários além de alterações solicitadas através de auditorias. Nesse caso a melhoria da padronização consiste no giro do PDCA (P = Planejar, D = Fazer, executar, C = Checar os resultados, A = atuar no processo), sobre as causas dos problemas da empresa.

Segundo Miyauchi apud CAMPOS (1992, p. 25) recomenda-se a seguinte seqüência para a padronização nestes casos:

1) Após a solução do problema, identifique a ação corretiva: que operação é esta? Quem, qual o departamento que conduz essa operação? Onde, em que lugar será conduzida? Quando, a que horas essa operação será conduzida? Porque é necessária esta operação ou não? Como (método), maneira de conduzir esta operação?

2) Depois de redigido o padrão, registrá-lo como documento formal com numeração de controle. O padrão é novo? Revisado? Modificado?

3) Anunciar a efetiva data de implantação.

4) Estabelecer o treinamento no trabalho para completa familiarização de todas as pessoas com o novo procedimento.

5) Tentar estender para outras áreas as mesmas ações corretivas adotadas, se forem aplicáveis.

O treinamento do trabalho é utilizado também para treinar novos funcionários, garantindo um aprendizado rápido e eficaz, pois continua utilizando o roteiro da operação padrão até que esteja familiarizado com as técnicas.

2.2.3 Algumas ferramentas utilizadas na padronização

2.2.3.1 Análise da distribuição do trabalho

A insatisfação no ambiente de trabalho é fruto de vários fatores e comportamentos. Mas um destes fatores requer atenção especial: a distribuição do trabalho.

Para Araújo (1994, p. 23) a distribuição do trabalho está dividida em quatro etapas:

1. Identificação das tarefas individuais: consiste na realização das tarefas pelos funcionários da unidade, um a um. As tarefas devem ser desenvolvidas em passos seqüenciais, considerando-se a divisão do trabalho existente entre os funcionários. A tarefa de verificação de diários de uma secretaria escolar é recebimento do diário para conferência de freqüência do professor, dos alunos e notas e não tem nada haver com a tarefa de verificação de assinatura em diploma que é tarefa pertencente à elaboração ou expedição do diploma.

2. Agrupar as tarefas semelhantes em atividades ou serviços: é feita a identificação das tarefas similares e complementares, que deverão ser agrupadas em atividades ou serviços. A diferença está em que algumas vezes faz-se necessário somar uma tarefa à outra para que se tenha um serviço, etapa facilitada pelo conhecimento que chefe e funcionários tem da unidade.

3. Montagem do quadro de distribuição do trabalho: etapa mais simples, pois exige apenas a transposição dos dados colhidos nas etapas anteriores a um esforço adicional de mera soma dos totais de horas das tarefas e dos serviços.

4. Análise do quadro de distribuição do trabalho: etapa que requisitará o melhor de cada um dos envolvidos, pois a questão agora é analisar o trabalho propriamente dito.

2.2.3.2 Fluxograma

Fluxograma é o método de compreensão detalhada das partes do processo em que algum tipo de fluxo ocorre. Os tomadores de decisão o utilizam para identificar cada estágio no fluxo do processo com o propósito de incluir melhoramento dos diferentes estágios garantindo uma seqüência lógica entre eles.

Os fluxogramas possibilitam às pessoas identificarem falhas inerentes dos procedimentos, ao reconhecerem a falta de análise da relação das interfaces em uma descrição de processo ou mesmo identificando processos redundantes. Identificar falhas em um documento de várias páginas em texto torna-se muito mais difícil. Os procedimentos em texto freqüentemente têm dificuldades de retratar mais do que um processo. A interação entre os processos pode também tornar difícil o entendimento quando a descrição é feita em texto. Os fluxogramas são documentos vivos. Eles são alterados com facilidade e podem ser usados diariamente para ajudar a definir e refinar os processos. Acredita-se que uma empresa bem documentada baseada em fluxogramas pode ter a melhor das ferramentas disponíveis para permitir inovações nos processos e na arquitetura do sistema.

O padrão JIS 8260 (1982) especifica símbolos gráficos para fluxograma de processos a serem usados para indicar os processos.

Os símbolos gráficos são classificados em símbolos básicos e símbolos auxiliares. Um fluxograma de processo pode ser designado fluxograma de análise de processo ou fluxograma de planejamento do processo, de acordo com o objetivo do seu uso. O início e o fim de um fluxograma de processo são indicados por símbolos de estoque. Esse fluxograma deve, como regra geral, ser indicado longitudinalmente de acordo com o relacionamento entre os processos elementares.

2.2.3.3 Gestão de Registros

Segundo Cury (2000, p. 361), o formulário adquiriu grande importância com crescimento das organizações, em virtude de se tratar de um excelente veículo de transmissão das informações que se tornam indispensáveis para o planejamento, execução e controle das diferentes atividades desenvolvidas. É mesmo lícito afirmar-se que quanto mais complexa a empresa tanto mais necessária a existência de métodos racionais de coleta, análise, processamento e disseminação de dados.

Levando em conta essa afirmação, tem-se o formulário como uma das ferramentas mais importantes dentro das organizações, desde que elaborados de forma que as informações ali pedidas sejam claras, sejam entendidas por quem vai prestar tais informações.

Quando se fala em elaboração de um formulário, não significa dizer só na parte das informações que ali serão pedidas e posteriormente preenchidas, mas também na forma de tamanho, de espaçamento, enfim como está sendo o seu layout.

Segundo Knox (2000, p. 364), nas empresas há uma idéia geral de que os formulários devem ser controlados; poucas organizações se engajam, efetivamente, num programa com este objetivo. Algumas destas razões segundo Knox (2000, p. 365) são:

- A direção da empresa tem muitas coisas mais importantes em que pensar;
- A direção considera o controle de formulários como o controle de sistemas e métodos; entende que um estudo dos principais sistemas e métodos

acarreta implicitamente, o controle de formulários, tarefa essa que é, em geral, uma incumbência do órgão de O&M – Organização e Método;

- Alguns dirigentes ignoram o fato de que o custo do emprego dos formulários nas operações da papelada sobe de vinte a trinta vezes o custo de compras ou de produção dos impressos; não acreditam que o controle de impressos seja suficientemente importante para merecer sua atenção.

Sendo assim, diante dessas afirmações de Knox (2000, p. 365), existem várias empresas que não sabem da importância real de se fazer o controle dos formulários, ignoram a existência de vários objetivos que podem estar faltando para a empresa se desenvolver. Reconhecer a importância dessa análise faz a diferença dentro de uma organização. Um dos objetivos do controle de formulários que Knox (2000, p. 366) julga ser importante é evitar a criação de novos formulários, quando já existem outros em uso com o mesmo propósito.

2.3 Radioatividade

2.3.1 NORM (Material com ocorrência natural de radioatividade)

Materiais NORM (*Naturally Occuring Radioactive Materials*) são aqueles com ocorrência natural de radionuclídeos e em seu estado natural podem representar uma fonte potencial de riscos radiológicos. Quando os nuclídeos radioativos associados aos materiais naturais surgem após processos industriais, estes são denominados TENORM (*Technologically Enhanced Natural Occurrence Radioactive Material*).

Muitas vezes não é feita distinção entre NORM e TENORN sendo utilizado o termo NORM de maneira geral. Dessa forma, GRAY (1997) apresenta uma definição para NORM que claramente compreende os materiais radioativos de ocorrência natural modificados tecnologicamente, dada por “material radioativo de ocorrência natural aumentado tecnologicamente, incluindo todos os radionuclídeos cujas propriedades físicas, químicas, radiológicas ou concentração de radionuclídeos foi alterada do seu estado natural”.

A meia-vida de um elemento é a quantidade de tempo característica de um decaimento exponencial. Se a quantidade que decai possui um valor no início do processo, na meia-vida a quantidade terá metade deste valor. Nos processos

radioativos meia-vida ou período de semidesintegração de um radioisótopo é o tempo necessário para desintegrar a metade da massa deste isótopo, que pode ocorrer em segundos ou em bilhões de anos, dependendo do grau de instabilidade do radioisótopo. Ou seja, se tivermos 100kg de um material, cuja meia-vida é de 100 anos; depois desses 100 anos, teremos 50kg deste material. Mais 100 anos e teremos 25kg e assim sucessivamente.

Elementos de meia-vida longa, como o urânio, o tório, o potássio e seus filhos provenientes do decaimento constituem exemplos de materiais NORM. Esses elementos sempre estiveram presentes na natureza e fazendo parte de todos os organismos vivos.

Muitos materiais naturais contêm elementos radioativos. A crosta terrestre constantemente libera radônio para a atmosfera. No entanto, enquanto o nível de exposição individual de todas essas fontes é trivial, em alguns casos é elevado em relação às regulamentações, assim como sob a perspectiva da classificação de rejeitos radioativos.

As principais fontes de NORM no mundo são:

- fosfatos (fertilizantes);
- fosfogessos (em residências);
- minérios de cobre (mineração);
- carvão (termelétricas);
- petróleo e gás (indústria).

Na Tabela 3 é apresentada uma composição típica de nuclídeos e características radiológicas relacionadas aos materiais processados e produtos da indústria mineral.

Tabela 3 - Composição típica de radionuclídeos relacionados à indústria mineral.

MATERIAIS	P (Mg/m³)	NUCLÍDEO	ATIVIDADE MÉDIO ESPeC.(Mq/Kg)	Atividade Max. Espec.(Mq/Kg)
Matéria Prima				
Minério de Fosfato	3	Th-232→Tl-208	50	100
		U- 238→Po-210	2000	5000
		K-40	300	230
Areia de Zircônio	5	Th-232→Tl-208	700	4000
		U- 238→Po-210	4000	30000
Minério de Alumínio	3	U- 238→Po-210	300	300
		Th-232→Tl-208	100	400
Minério de Cobre	4.6	U- 238→Po-210	40	80
		Th-232→Tl-208	30	100
Pirocloro (Ferro-Nióbio)	5.3	U- 238→Po-210	1700	
Produto				
Fertilizante, SSP	2.4	Th-232	20	40
		Ra-228→Ac-228	10	
		Th-228→Tl-208	10	
		U-228	500	1100
		Th-228	670	900
		Ra-226	300	850
		Po-210→Po210	300	500
		K-40	140	170
		Th-232	45	50
		U-228	800	2000
Fertilizante, TSP	2.4	Th-228	500	
		Ra-226	200	230
		K-40	30	30
		Th-232	10	20
		Ra-228→Ac-228	10	20
Fertilizante, PK	2.4	Th-232→Tl-208	8	10
		Ra-226→Po-210	200	350
		K-40	5000	6200
Sub-produtos				
Fosfo-gipso (Enriquecimento de Rádio)	2	U-238→Th-230	200	300 Spain: 900
		RA-226→Po-230	600	2000
		Th-232	20	50 Spain: 2700
		Ra-228→Ac-228	70	100
		Th-228→Ti-208	20	60
Escória de silicato de cálcio (Processo térmico de Fosfato - volatização de PB) Lama Vermelha	2.5	U- 238→Po-214	2000	4000
		Ph-210→Po-210	200	400
		Th-232→Tl-208	400	1000
		U-238→Th-210	250	300
(Lama de ferro do processo de refino de Alumínio)	1.5	Th-232→Tl-208	400	500
Escória de Cobre	3.5	U-238→Th-210	250	1500
		Th-232→Th208	800	200
Escória de Latão	3.5	U-238→Po210	800	4000
		Th232→Tl-208	80	5000

2.3.2 Organismos e regulamentos de radioproteção

A radioatividade é um risco de crescente preocupação no mundo. Desde 1928, quando foi iniciada a regulamentação de atividades com fontes radioativas, os vários países seguem as recomendações do ICRP, *International Commission for Radiological Protection*, comitê científico independente, do qual fazem parte cientistas do mundo inteiro. O ICRP é uma organização que apenas recomenda, não tendo autoridade para regulamentar. Suas recomendações, entretanto, influenciam as normas do mundo todo: a cada publicação, tem sugerido maiores restrições às doses permitidas para a população e para os trabalhadores, com base em estudos científicos e em estatísticas.

2.3.2.1 Organismos internacionais

O documento Europe Directive 96/29/Euratom de 13 de maio de 1996, emitido pela Comissão Européia e ratificado em maio de 2000, estabelece diretrizes e princípios de normas básicas de segurança visando proteger a saúde de trabalhadores e do público dos perigos da radiação ionizante decorrentes da indústria nuclear e não nuclear. As diretrizes do documento European Basic Safety Standards Directive (EU BSS, Directive 96/29/Euratom) deverão ser implementadas por todos os países da comunidade européia. As diretrizes do EU BSS são baseadas nas recomendações gerais do ICRP - publicação 60. "O Title VII das diretrizes é aplicado a atividades no qual a presença de radioatividade natural pode levar ao significativo aumento da exposição de trabalhadores e membro do público". Sugere que os países façam investigações sobre ocorrências e impactos deste material em trabalhadores e no meio ambiente.

Nos Estados Unidos da América, o EPA (*Environmental Protection Agency*) e o NRC (*Nuclear Regulatory Commission*) são responsáveis pela maior parte da legislação federal no que diz respeito à radiação. A EPA se pronuncia na legislação de radioproteção ambiental. O NRC elabora normas como parte de sua função de regulamentar fontes de radiação nuclear civis. Ainda o DOE tem elaborado normas para público e trabalhadores aplicáveis nos locais de suas instalações nucleares. NORM e TERNORM (materiais radioativos concentrados por processos tecnológicos) são regulamentados tanto por agências governamentais federais, quanto por agências estaduais. A maioria das agências

aplica os princípios gerais de radioproteção para os TERNORM. Algumas indústrias, no entanto, são especialmente controladas por regulamentos especiais federais ou estaduais. Agências governamentais como a EPA e a NRC estão trabalhando na parte regulatória e jurídica para adaptação de leis utilizadas para regulamentação de atividades nucleares em leis para TENORM. A U.S. *National Academy of Sciences* tem fornecido recomendações que devem impactar a maneira de como fontes NORM têm sido desenvolvidas no país.

2.3.2.2 Organismos nacionais

No Brasil, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), é o órgão responsável pela normatização e fiscalização na área nuclear e radioativa. Como órgão superior de planejamento, orientação, supervisão e fiscalização, estabelece normas e regulamentos em radioproteção e licença, fiscaliza e controla a atividade nuclear no Brasil, cria diretrizes específicas para radioproteção e segurança nuclear, que visem à segurança dos trabalhadores que lidam com radiações ionizantes, da população em geral e do meio ambiente. Com esse objetivo, atua no licenciamento de instalações nucleares e radiativas; na fiscalização de atividades relacionadas à extração e à manipulação de matérias-primas e minerais de interesse para a área nuclear; no estabelecimento de normas e regulamentos; na fiscalização das condições de proteção radiológica de trabalhadores nas instalações nucleares e radiativas; no atendimento a solicitações de auxílio, denúncias e emergências envolvendo fontes de radiações ionizantes; no desenvolvimento de estudos e na prestação de serviços em metrologia das radiações ionizantes. O controle do material nuclear existente no País é de responsabilidade da CNEN, a fim de garantir seu uso somente para fins pacíficos, sendo que o transporte, o tratamento e o armazenamento de rejeitos radioativos são regulamentados por normas técnicas e procedimentos de controle.

A norma brasileira que regulamenta o trabalho com os materiais NORM é a norma CNEN-NN-4.01 - Requisitos de Segurança e Proteção Radiológica para Indústrias Minero Industriais, de janeiro 2005. Esta norma estabelece os "requisitos de segurança e proteção radiológica de instalações minero-industriais que manipulam, processam, bem como armazenam minérios, matérias-primas,

estéreis, resíduos, escórias e rejeitos contendo radionuclídeos das séries naturais do urânio e tório, simultaneamente ou em separado, e que possam a qualquer momento do seu funcionamento ou da sua fase pós-operacional causar exposições indevidas de indivíduos do público e de trabalhadores à radiação ionizante". Aplica-se às atividades em instalações minero-industriais em atividade, suspensas ou que tenham cessado suas atividades antes da data de emissão da norma (jan/2005), destinadas à lavra, ao beneficiamento físico, químico e metalúrgico e à industrialização de matérias-primas e resíduos que contenham associados radionuclídeos das séries naturais do urânio e tório, abrangendo as etapas de implantação, operação e descomissionamento da instalação.

2.3.2.2 Radioproteção e os NORM's

As boas práticas de radioproteção exigem cuidados especiais na manipulação de materiais contendo radionuclídeos. Este é o caso dos minérios contendo radionuclídeos de ocorrência natural, os NORM's se, quando manipulados, puderem produzir doses efetivas superiores a 1 mSv por ano, tanto no trabalhador, como no indivíduo do público. Esta manipulação deve ser realizada de forma a reduzir ao máximo a exposição do ser humano e biota, a contaminação de materiais e a produção de rejeitos. Para tanto, a utilização de procedimentos específicos e adequações de instalações são necessárias para reduzir as exposições a níveis aceitáveis pelo órgão regulador (CNEN).

Ao manipular minerais NORM, os trabalhadores devem ser devidamente treinados em radioproteção, e para assegurar este princípio, as áreas onde são manipulados devem possuir controle de acesso de forma a permitir somente a entrada de pessoas autorizadas. Estas áreas devem ser constantemente monitoradas, o que é feito através de procedimentos específicos e de equipamentos de medição de grandezas associadas à radiação, disponíveis e devidamente calibrados (normas CNEN-NN-3.01, CNEN-NN-4.01).

Na manipulação de materiais NORM, uma fonte de exposição importante é a geração de poeira. Visando reduzir essa via de exposição, o enclausuramento das fontes geradoras de poeira é uma medida eficiente. A criação de uma área fechada, para os processos pertinentes a essa via de exposição é uma

adequação física da instalação que se faz necessária. Estas áreas devem possuir sistemas de exaustão forçada para reduzir as concentrações dentro delas, indicando-se um sistema de filtração ou lavagem de gases.

Um dos motivos para o controle de acesso a áreas que manipulam materiais NORM é evitar a dispersão da contaminação para áreas livres. Uma forma de garantir esta condição são os processos de descontaminação, que precisam ser realizados após cada operação. Para que a descontaminação seja eficiente, o local onde se manipula estes materiais deve ter conformação especial, como, por exemplo, ser lavável, ter cantos abaulados, possuir segregação da rede esgoto, entre outras características.

3 METODOLOGIA

A metodologia proposta para o presente estudo foi elaborada com o intuito de demonstrar a viabilidade do emprego de ferramentas da qualidade como instrumento da gestão da higiene ocupacional em laboratórios de ensaio que utilizam materiais NORM em minerações de grande porte. Para tanto buscou-se primeiramente estabelecer definições de sistemáticas, parametrização de critérios e referências voltadas para a gestão da higiene ocupacional de NORMs; seguido da criação de procedimentos que levassem a eficácia desta gestão (qualidade total) para a obtenção dos resultados esperados, ou seja, desvios e perdas zero.

Para o presente estudo, foi selecionado um laboratório de ensaio de uma mineração de grande porte que apresentou dentre suas atividades de rotina a utilização de materiais NORM. Foram consideradas desde a etapa de retirada de amostras do solo até a disposição final dos resíduos, após a realização das análises laboratoriais.

O trabalho para a adequação deste laboratório de ensaio foi constituído de duas macro etapas, a saber:

- Etapa I: Análise prévia do contexto do laboratório de ensaio estudado.

Nesta etapa foram explicitadas as seguintes sub-etapas:

- Análise do processo de beneficiamento das amostras;
- Avaliação da estrutura física do laboratório;
- Disponibilidade de equipamentos de medição;
- Medições preliminares em indivíduos e no ambiente;
- Matriz de treinamentos;
- Estimativa da dose de radiação.

- Etapa II: Criação de um sistema de gestão da higiene ocupacional para o laboratório de ensaio estudado;

As duas macro etapas deste estudo estão detalhadas a seguir.

3.1 Análise prévia do contexto do laboratório de ensaio estudado

3.1.1 Análise do processo de beneficiamento das amostras

A primeira etapa consistiu de um entendimento pela equipe do fluxo de processos envolvidos na etapa de beneficiamento de amostras de minérios com potencial de ser classificado como NORM. Por meio deste fluxo, representado na figura 3, foi possível avaliar quais os riscos envolvidos no manuseio de materiais NORM e indicar as quantidades ideais de manuseio, sabendo-se que as operações envolvendo geração e dispersão de poeiras de NORM's caracterizam o aspecto mais crítico.

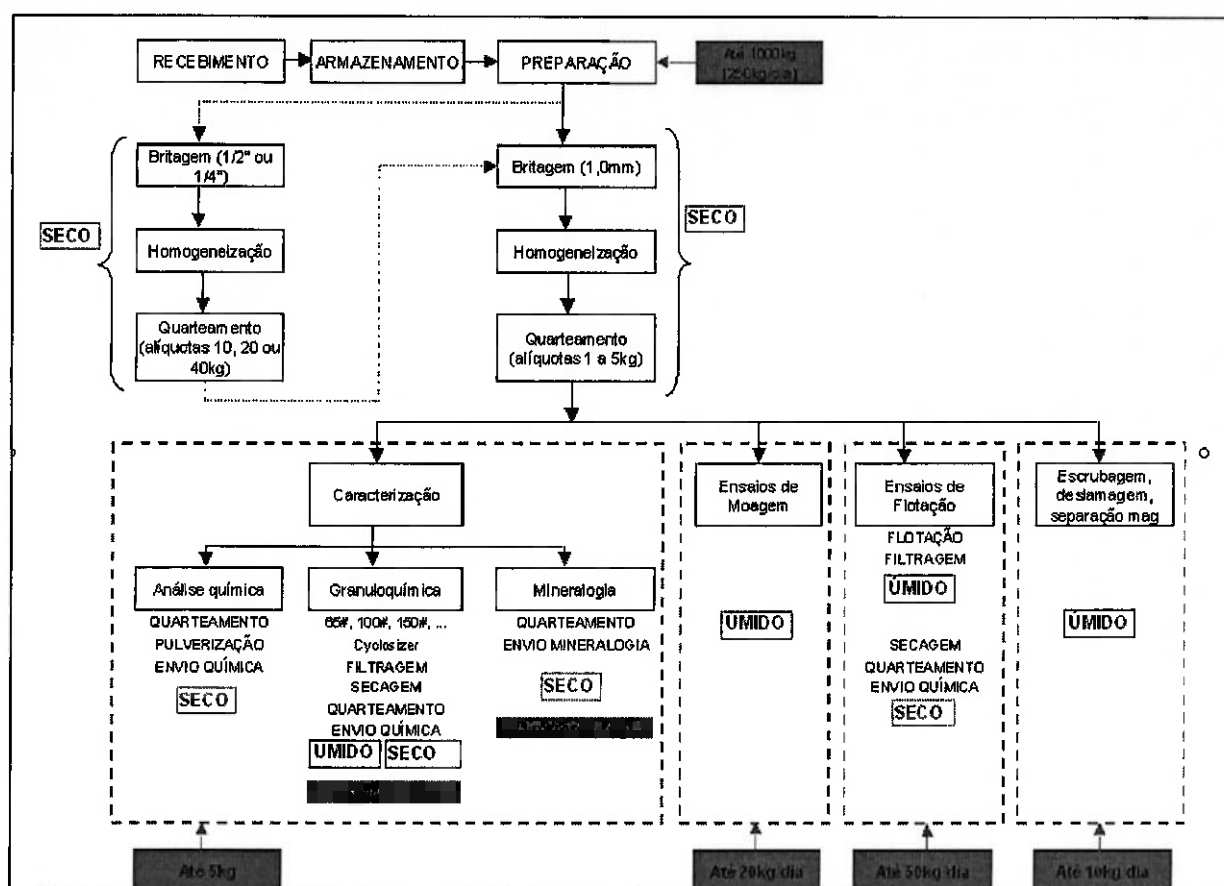


FIGURA 3 - Fluxo do processo de beneficiamento no laboratório de ensaio

A análise foi baseada nas atividades atuais desenvolvidas para os planos de trabalho em um galpão de processos, levando em conta a capacidade instalada e a disponibilidade de mão-de-obra. A partir do entendimento do processo de beneficiamento praticado no laboratório foi proposto um fluxo de procedimentos, incluindo todas as etapas, desde o transporte e recebimento de amostras, até a disposição dos materiais gerados durante o processamento mineral. O fluxo que representa os processos envolvidos é apresentado na figura 4.

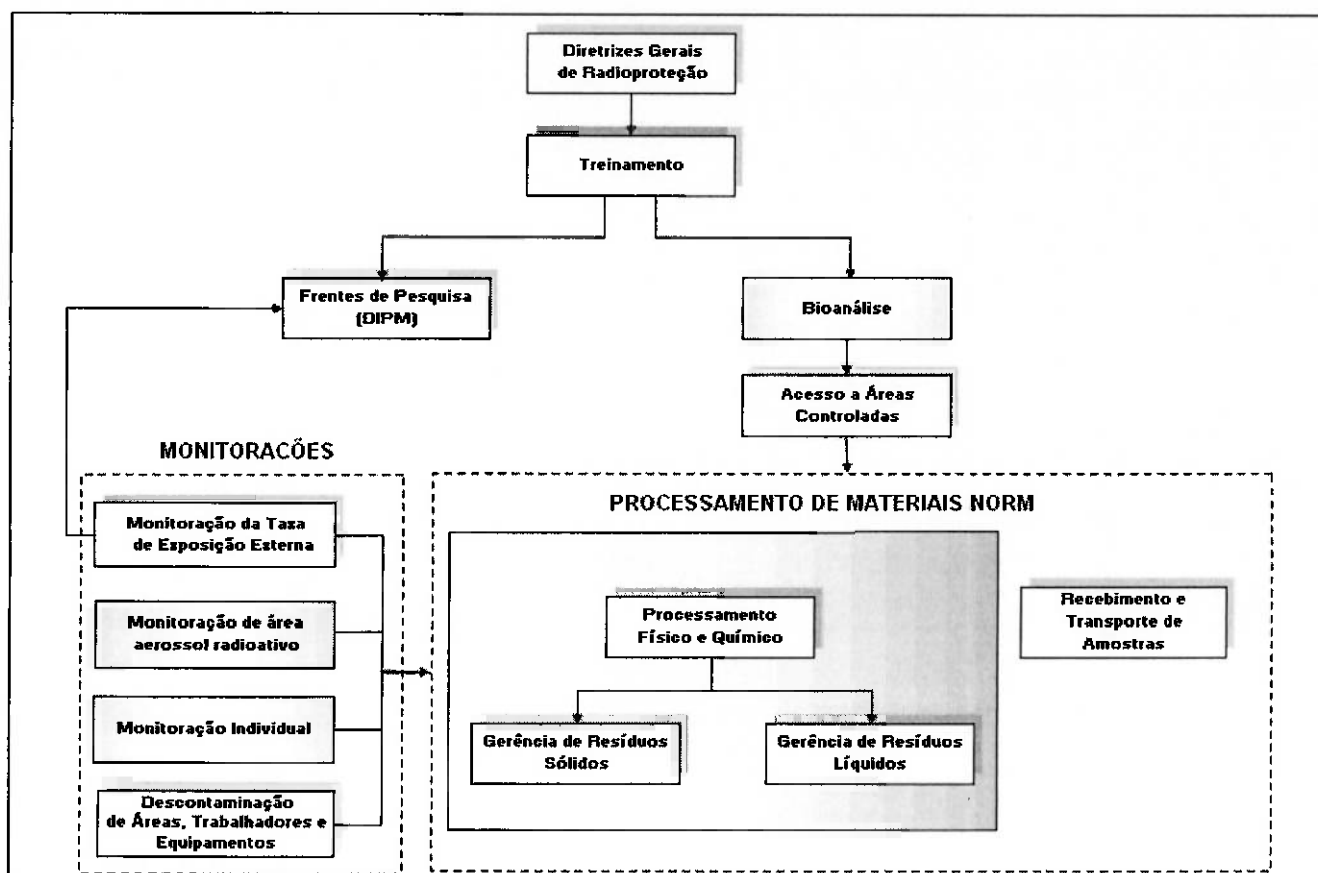


FIGURA 4 - Fluxo de processos previstos nas atividades do laboratório de ensaio envolvendo NORMs

O fluxo proposto objetivou sua aplicação em todos os minerais e minérios que apresentarem potencial de serem classificados como NORM, de acordo com a norma CNEN-NN-4.01. Dentre as possibilidades, citam-se, cobre, titânio, bauxita, carvão e fosfato.

3.1.2 Avaliação da estrutura física do laboratório

Uma das etapas necessárias é a avaliação da estrutura física laboratorial existente para verificar a necessidade de alteração e adequação às normas. Para avaliar as características pertinentes à radioproteção, foi utilizada uma escala de risco baseada em duas características: a forma de manipulação (seca ou úmida) e a quantidade de minério manipulada. Essa escala é relativa e se aplica somente aos laboratórios analisados, estando classificados em baixo, moderado e alto risco.

3.1.3 Disponibilidade de equipamentos de medição

Para garantir que os processos sejam acompanhados seria necessária a aquisição de alguns instrumentos de medição e, para tal, foi feita uma análise das necessidades. Os instrumentos foram avaliados com base em modelos similares aos indicados pelo IRD (Instituto de Radioproteção e Dosimetria), e utilizam como princípio a medição da emissão das radiações alfa, ou beta, ou gama, no ar, ou em superfícies contaminadas, ou em aerossóis coletados.

Essas medidas possibilitam estimar a dose nos trabalhadores nos diferentes ambientes de trabalhos e garantir a segurança das operações. Dentre os equipamentos selecionados, foram avaliados no mercado aqueles que permitam:

- ✓ Medir a taxa de exposição no ambiente de trabalho;
- ✓ Medir a contaminação de superfícies, como bancadas, equipamentos, roupas, e pele;
- ✓ Coletar o aerossol do ambiente de trabalho;
- ✓ Coletar o aerossol próximo ao rosto do trabalhador;
- ✓ Medir o nível da radiação coletada nos filtros de aerossol;
- ✓ Aferir instrumento com fonte selada.

3.1.4 Medições preliminares em indivíduos e no ambiente

De acordo com normas de Higiene Ocupacional, medidas preliminares ao início das atividades com materiais NORM devem ser realizadas com o grupo crítico (IOE – indivíduos ocupacionalmente expostos, segundo norma CNEN) e

nos ambientes de trabalho, a fim de caracterizar a condição atual dos trabalhadores, dos ambientes e permitir comparações posteriores. Estas medidas, designadas como "branco", devem ser realizadas pela análise de bioexcreta dos trabalhadores (urina), por representarem adequadamente a "incorporação" pelo organismo, e nos ambientes de trabalho/armazenamento de amostras, através da medida do nível de radiação natural por dosímetros.

3.1.4.1 Medidas dos pátios e galpões de estocagem e locais de trabalho

Para as medidas do nível de radiação ambiental nos pátios e galpões de estocagem de minérios, e dos locais de processamento desses materiais, adotou-se os dosímetros termoluminescentes (TLD), por um período de três meses consecutivos.

O objetivo desse levantamento é determinar o nível da radiação ambiental nesses locais antes das operações com os materiais NORM, permitindo comparações futuras e avaliação do real impacto dessas operações.

3.1.4.2 Coletas de urina para análise de bioexcreta

A análise do branco dos trabalhadores corresponde à coleta de toda a urina excretada no período de 24 horas, seguida da análise do teor de urânio. A análise é realizada a partir da determinação do urânio por ICP-MS, espectrometria de massa.

Os valores obtidos podem ser comparados com o de trabalhadores da indústria nuclear ou com a média estatística do público em geral.

3.1.5 Matriz de Treinamentos

Os trabalhadores envolvidos nas atividades com minérios NORM (IOE's) devem ser treinados em radioproteção, conforme normas CNEN e procedimento interno, com o objetivo de conhecer o risco e aplicar os seus princípios, garantindo a proteção durante as atividades.

O treinamento é dividido em três níveis, propiciando: adquirir, manter e ampliar competências, conforme tabela 4.

Tabela 4 - Carga horária e frequência mínima de treinamentos em radioproteção.

Treinamento	Nível operacional	Nível supervisão	Nível gerencial
Adquirir competências	20 horas anuais	20 horas anuais	2 horas anuais
Manter competências	8 horas anuais	8 horas anuais	Não se aplica
Ampliar competências	40 horas anuais	40 horas anuais	Não se aplica

Para ampliar competências, são necessários treinamentos práticos com os instrumentos.

3.1.6 Estimativa da Dose de Radiação

Anualmente, de acordo com a norma CNEN –NN-3.01 – Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica (2005), é necessário elaborar um relatório que apresente a estimativa de doses de todos os trabalhadores envolvidos em atividades com radiação.

Essa estimativa de doses é calculada através da medida do nível de radiação no ambiente de trabalho, do tempo de permanência do trabalhador em cada ambiente, e da medida do nível de radiação no aerossol coletado nesse ambiente.

O diagrama que ilustra as etapas para a estimativa de dose, a partir das monitorações previstas nas atividades com materiais NORM é apresentado na figura 5.

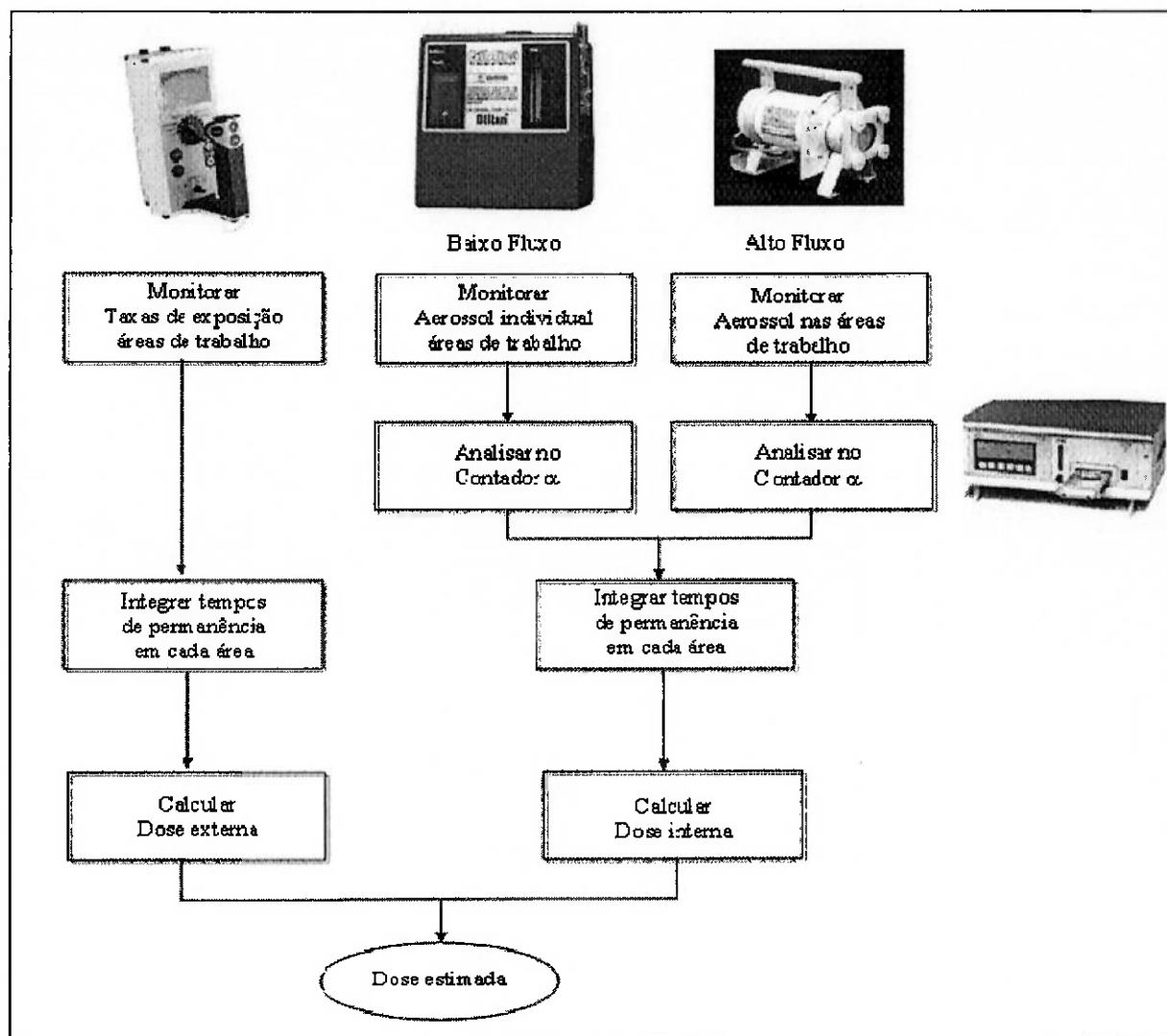


FIGURA 5 - Etapas da monitoração da radiação nas atividades com NORMs.

3.2 Criação de um sistema de gestão da higiene ocupacional para o laboratório de ensaio estudado

Foram elaborados 10 procedimentos operacionais (PROs) – vide anexo – que constituem o referencial documental de todo o sistema de gestão criado para tratar da exposição a NORMs em laboratórios de ensaio em minerações de grande porte. O detalhamento destes PROs são apresentados no capítulo 4.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Sistema de Gestão da Higiene Ocupacional para Atividades com NORMs

Os 10 procedimentos operacionais elaborados estão listados a seguir:

- PRO 001 - Diretrizes gerais de radioproteção;
- PRO 002 - Treinamento de trabalhadores em radioproteção;
- PRO 003 - Bioanálise de excretas na exposição à radionuclídeos;
- PRO 004 - Controle de acesso às áreas contendo material NORM;
- PRO 005 - Descontaminação de áreas, trabalhadores e equipamentos em trabalhos com materiais NORM;
- PRO 006 - Recebimento e transporte de material NORM;
- PRO 007 - Processamento físico e químico de materiais NORM;
- PRO 008 - Gerência de resíduos sólidos gerados no processamento de materiais NORM;
- PRO 009 - Gerência de resíduos líquidos gerados no processamento de materiais NORM;
- PRO 010 - Monitoração da taxa de exposição externa.

4.1.1 Diretrizes Gerais de Radioproteção

Diretrizes gerais de radioproteção para o processamento dos minerais NORM foram estabelecidas, possuindo aplicação nas dependências dos laboratórios e nas frentes de pesquisa de minérios NORM, envolvendo atividades de pesquisa de campo, transporte, recebimento, envio, processamento físico, processamento químico, estocagem e descartes.

Estas diretrizes visam nortear as atividades com enfoque de radioproteção. Para tanto é necessário seguir os requisitos básicos de proteção radiológica (justificação, limitação de dose, otimização, tempo, distância, blindagem) explicitados no PRO 001 – Diretrizes gerais de radioproteção em anexo.

4.1.1.1 Classificação de material como NORM

A concentração de atividade associada à taxa de exposição permite a caracterização radiológica do material. O supervisor de radioproteção, com base na caracterização radiológica, deve realizar uma avaliação de estimativa de dose na manipulação desse material. Caso a dose estimada seja superior a 1 mSv/a ou a concentração de atividade seja superior a 10 Bq/g, o material deve ser classificado como NORM. Caso contrário, o mesmo está isento da classificação como NORM e dos cuidados de radioproteção.

Ao estar isento da classificação de NORM o material segue o fluxo normal de amostras. As amostras classificadas como NORM devem ser manipuladas, com base nas normas, procedimentos e programas. Além das normas, procedimentos e programas, condutas de radioproteção devem ser seguidas pelos trabalhadores visando à redução das exposições (vide PRO 001 em anexo).

4.2.2.2 Classificação das instalações

Após a classificação do material como NORM, a instalação deve ser classificada nas categorias I, II ou III, conforme norma CNEN–NN–4.01. Na sequência deve se proceder à análise da pertinência da criação de um serviço de Radioproteção. A seguir são apresentadas a classificação das instalações conforme norma CNEN.

✓ Instalações da Categoria I

“As instalações da categoria são as aquelas que apresentam atividade específica das substâncias radioativas sólidas naturais ou concentradas superior a 500 Bq/g (0,014 Ci/ g) ou a dose a que possam estar submetidos os seus trabalhadores ou indivíduos do público seja superior a 1,0 mSv por ano, acima do nível de radiação de fundo local”.

✓ Instalações da Categoria II

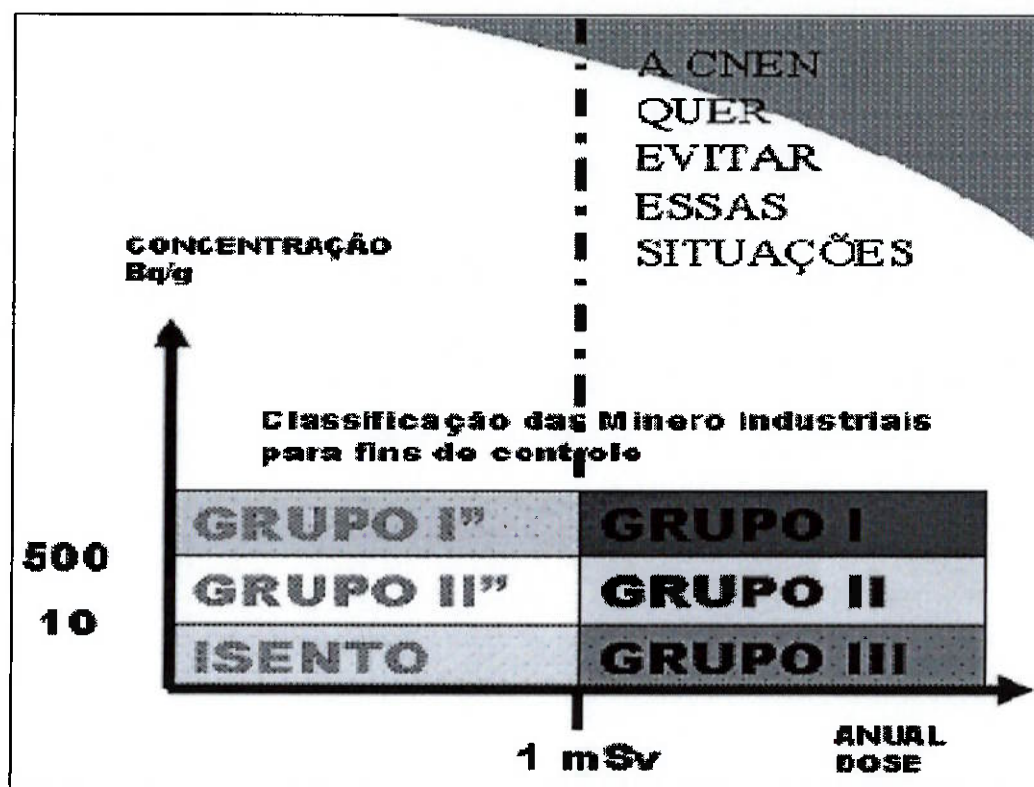
“São as instalações que apresentam atividade específica das substâncias radioativas sólidas naturais ou concentradas compreendidas entre 500 Bq/g (0,014 Ci/g) e 10 Bq/g (0,27nCi/g)”.

✓ Instalações da Categoria III

“São as instalações que apresentam atividade específica das substâncias radioativas sólidas naturais ou concentradas inferior a 10 Bq/g (0,27nCi/g) e a dose a que possam estar submetidos os seus trabalhadores seja superior a 1,0 mSv por ano, acima do nível de radiação de fundo local”.

De acordo com as classificações anteriores, espera-se que os materiais comumente processados no laboratório sejam classificados como Categoria III, dispensando a aplicação de procedimentos NORM elaborados para este projeto. Entretanto se avaliados como NORM, serão classificados como Categoria II, requerendo, portanto, a aplicação de procedimentos específicos para o controle do fluxo destes materiais durante seu processamento no galpão de processos.

A figura 6 ilustra as categorias (grupos) descritas anteriormente.



Fonte: CNEN (2005)

FIGURA 6 - Classificação dos materiais NORM's

Classificada a instalação como NORM, deve-se avaliar a pertinência de criação de um serviço de radioproteção. O mesmo deve ser criado caso a

estimativa de dose aponte doses superiores a 6 mSv/a. Caso contrario, não existe imposição legal para a criação, ficando a cargo da instituição a criação deste serviço.

A classificação do material e das instalações está exposta na figura 7, apresentado a seguir.

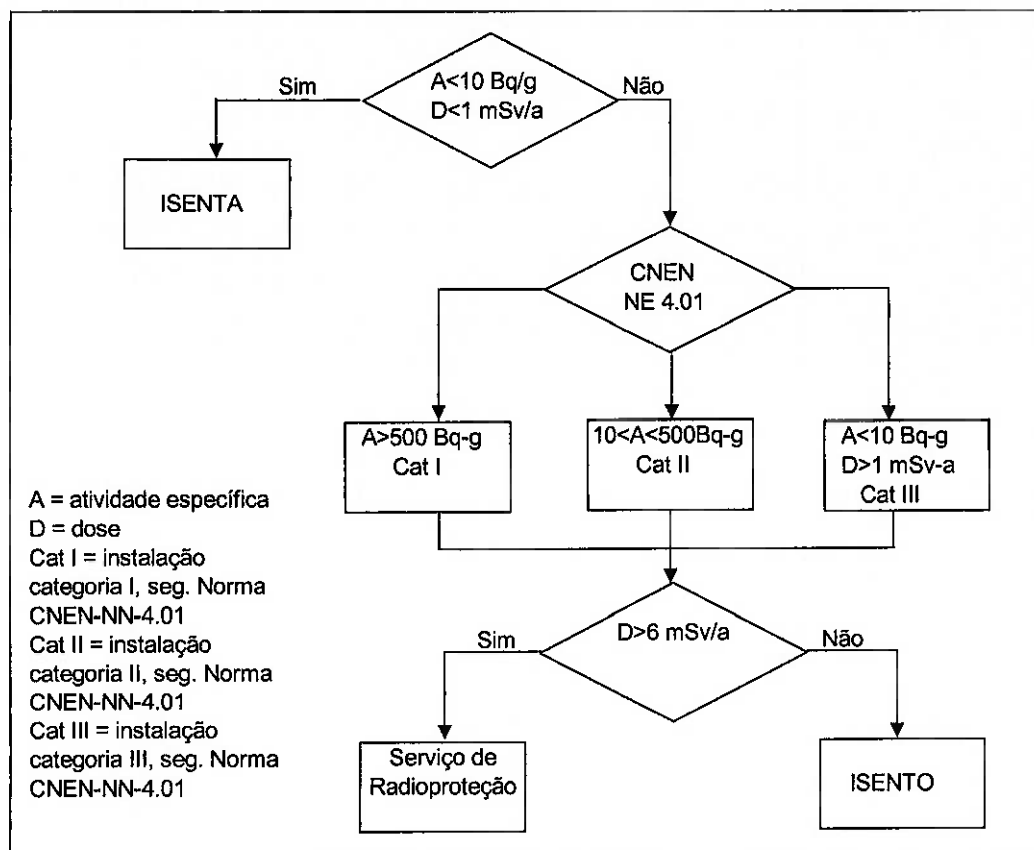


FIGURA 7 - Classificação do material e instalações NORM

4.2.2 Treinamento de trabalhadores em radioproteção

Os trabalhadores envolvidos com as atividades NORM devem ser treinados, nos diferentes níveis de função: operadores, técnicos de processos, técnicos em segurança do trabalho e engenheiros.

Visando facilitar a execução dos treinamentos os trabalhadores devem ser divididos em três grupos distintos: nível operacional, nível de supervisão e nível gerencial. Assim, os treinamentos a serem realizados foram distribuídos, conforme objetivo a ser alcançado, em três modalidades: aquisição de competências, manutenção de competências e ampliação de competências.

São considerados treinamentos: aulas teóricas, aulas práticas, palestras, workshops, cursos, intercâmbios e estágios.

As formas de avaliação e registros dos treinamentos, o perfil desejado para os treinadores e sugestão de ementas para os treinamentos estão explicitados no PRO 002 - Treinamento de trabalhadores em radioproteção, em anexo.

4.2.3 Bioanálise de excretas na exposição a radionuclídeos

Um programa de monitoração de bioanálise de excretas permite o estabelecimento formal das doses recebidas pelos trabalhadores sujeitos à exposição ao urânio, em condições normais e anormais de operação.

- Tipo de monitoração

A monitoração de rotina refere-se ao trabalho com risco contínuo de incorporação durante a operação normal. Neste caso, como a data da incorporação é indefinida, a ICRP (Comissão Internacional de Proteção Radiológica) considera um padrão de incorporação hipotético. É considerado que a incorporação ocorre no tempo correspondente à metade do intervalo de monitoração.

- Modelo biocinético

O radionuclídeo predominante em massa é o isótopo 238 do urânio (U-238). O diâmetro aerodinâmico, enquanto não determinado experimentalmente, é considerado igual a 1 micron (μ). O minério é classificado como classe S de solubilidade. (ICRP, 78, pg 125). As frações de U-238 inaladas que são excretadas na urina em função do intervalo de monitoração de rotina, fRu,S, são mostradas na tabela 5 abaixo, para o minério classe S(1).

Tabela 5 - Excreção Urinária Diária (24 h) para o Minério, Classe S, Monitoração de Rotina (atividade excretada / atividade inalada) (Bq/Bq)

Intervalo de Monitoração (Tempo em dias)	Fração da Atividade Inalada (fRu,S)
360	3,30E-06
180	4,30E-06
120	5,20E-06
90	6,00E-06
60	7,70E-06
30	1,20E-05
14	1,90E-05
7	2,40E-05

Fonte: ICRP (1988)

Algumas considerações sobre os níveis de referência e cálculos para apoio na determinação da exposição do trabalhador à radiação encontram-se listadas a seguir.

- Cálculo do fator de conversão de dose para o urânio natural.

Considerem-se as frações em atividade dos radioisótopos do urânio natural, (FAN) e os fatores de conversão de dose (FCD)S, para material classe S.

- Cálculo do limite de incorporação anual para o urânio natural.

O Limite de Incorporação Anual, é dado pela razão entre o Limite Anual de Dose Efetiva, 0,02 Sv e o fator de conversão de dose.

- Cálculo do nível de registro derivado e do nível de investigação derivado para a medida de urânio classe s, em urina no programa de rotina.

Considere-se o Nível de Registro Derivado como sendo o valor acima do qual a medida deve ser registrada e interpretada. O valor mínimo detectável pela técnica de medida utilizada deve ser menor ou, no máximo, igual a este valor.

- Interpretação dos resultados

O intervalo de monitoração definido para coleta de urina do operador será de 180 dias. Para a avaliação da dose efetiva comprometida devemos primeiro avaliar a atividade incorporada.

- Procedimento de coleta de urina

A excreta a ser analisada será toda a urina de um dia de excreção para melhor refletir a incorporação via inalação dos compostos. O material coletado deve ser mantido sob refrigeração. A coleta deve ser feita fora da área controlada de trabalho.

- Procedimento de bioanálise de urina

As amostras de urina devem ser encaminhadas para laboratório credenciado pela empresa e analisadas por ICP-MS (Espectrômetro de massa com plasma indutivamente acoplado). Os resultados serão enviados ao médico e analisados.

Detalhes destes cálculos e procedimentos podem ser verificados em anexo no PRO 003 – Bioanálise de excretas na exposição à radionuclídeos.

4.2.4 Controle de acesso a áreas contendo material NORM

O acesso às áreas controladas deve ser registrado por cada empregado, anotando hora de entrada e de saída em registro de qualidade específico. Este registro deve ser repetido a cada novo acesso.

O acesso à área, quando houver manipulação de materiais NORM, é exclusivo de empregados que possuam:

- ASO (atestado de saúde ocupacional);
- Tenha realizado o programa de bioanálise de excreta;

- Treinamento em radioproteção, conforme procedimento específico;
- PTR (permissão para trabalho com radiação) devidamente assinada pelo SESMT.

Caso seja necessária manutenção no local onde está sendo realizada uma atividade com materiais NORM, parar a operação, monitorar o local conforme procedimento específico, e descontaminá-lo se necessário antes de executar a manutenção. Anotar na PTR (permissão para trabalho com radiação) a paralisação por motivo de manutenção, data e período. Reiniciar as atividades após manutenção, com a emissão de uma nova PTR.

No final de cada jornada de trabalho, em áreas com atividades de exposição a poeiras, tomar banho completo.

Ao término das atividades do plano de trabalho, um técnico treinado em radioproteção deve monitorar a área e equipamentos quanto à contaminação. Estando a área sem contaminação, registrar na PTR (vide PRO 004 – Controle de acesso a áreas contendo material NORM) e liberar para livre acesso. Havendo indicações de contaminação, proceder conforme PRO 005 – Descontaminação de áreas, trabalhadores e equipamentos em trabalhos de materiais NORM. Monitorar e liberar o local para outras atividades;

4.2.5 Descontaminação de áreas, trabalhadores e equipamentos em trabalho de materiais NORM

Só poderão executar as atividades de descontaminação os trabalhadores que:

- Tenham treinamento específico em radioproteção dentro do tempo de validade (um ano);
- Tenham em sua posse a PTR, devidamente assinada.

Somente descontaminar equipamentos nos locais determinados no plano de trabalho.

Antes de se iniciar as medidas dos valores propriamente ditos, deve-se efetuar a medida do valor de referencia, background (BG), e anotá-lo na mesma planilha do local a ser monitorado. Caso o monitor disponha de recurso, medir o BG máximo, realizando 01 medida. Caso não disponha, realizar ao menos 05

medidas em local fora do ambiente a ser monitorado, que não sofra influência de fontes de radiação, e adotar o maior valor.

Medir a taxa de exposição nos locais de interesse, isto é, onde haja suspeita de contaminação. Comparar a medida de cada local de interesse com o BG máximo. Se a medida for inferior ao BG máximo, liberar a área. Se a medida de interesse for igual ou superior ao BG máximo, proceder à descontaminação. Todas as medidas realizadas devem ser registradas para controle e atendimento a requisitos legais.

Os procedimentos para a descontaminação de trabalhadores, locais e equipamentos encontram-se explicitados em PRO específico (vide PRO - 005).

4.2.6 Recebimento e transporte de materiais NORM

As condições técnicas para o recebimento e transporte de material NORM foram definidas pelo PRO 006 – Recebimento e transporte de material NORM no intuito de nortear as ações pertinentes ao transporte de materiais NORM à luz das normas da CNEN e do IBAMA e o seu recebimento nos laboratórios NORM. O fluxo que resume este processo de transporte e de recebimento de materiais NORM é representado na figura 8.

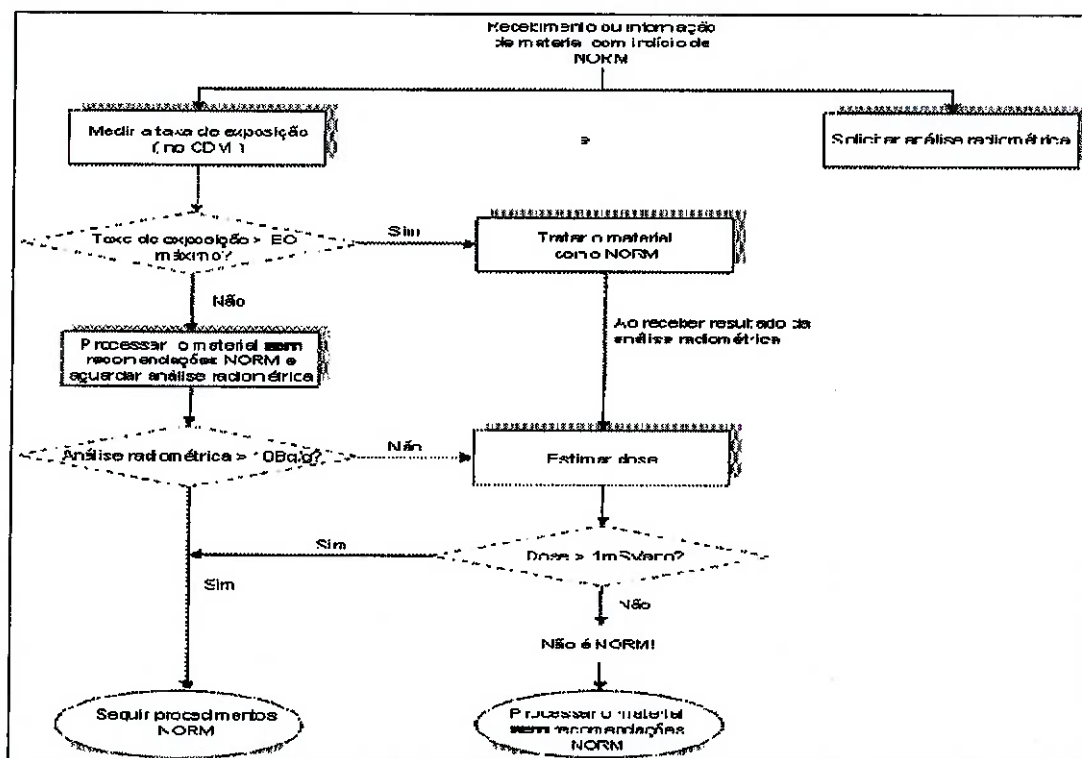


FIGURA 8 - Fluxo para o transporte e recebimento de materiais NORM.

As amostras recebidas pelos laboratórios (exemplos: provenientes de frentes de pesquisa, de universidades, de laboratórios, pilotagens, etc.) com indícios de material NORM, serão avaliadas quanto à taxa de exposição externa. A decisão quanto ao fluxo de tratamento das amostras baseia-se na análise radiométrica e na estimativa de dose, conforme figura 8.

4.2.7 Processamento físico e químico de materiais NORM

O material a ser processado como NORM deverá ter sido previamente classificado. Caso a amostra com indícios de ser NORM já se encontre em processo e não tenha sido ainda classificada, o engenheiro responsável deverá solicitar sua classificação.

O acesso de trabalhadores às áreas ou laboratórios destinados ao processamento dos materiais NORM deve seguir o procedimento específico de controle de acesso a áreas. Durante a realização das atividades com os materiais NORM os ambientes serão monitorados quanto a aerossóis, tanto baixos fluxo quanto alto fluxo, e também quanto à radiação externa.

Além das normas, procedimentos e programas, condutas de radioproteção devem ser seguidas pelos trabalhadores visando à redução das doses. Estas condutas são:

Só entrar nas áreas os trabalhadores autorizados;

Não manipular amostras fora dos locais determinados no plano de trabalho para tal fim;

Guardar os EPI's no local de trabalho;

Não permanecer desnecessariamente nas proximidades de materiais NORM ou de fontes de geração de poeira, no beneficiamento físico;

Manter ferimentos cobertos enquanto estiver nos locais de trabalho;

Não fumar; não beber; não comer;

Não usar maquiagem;

Trabalhar com o sistema de exaustão em funcionamento durante o beneficiamento;

Manter os locais de trabalho constantemente limpos;

Ao manipular material NORM na forma líquida, deve-se forrar a bancada com borracha. Caso haja derramamento, limpar com um pano umedecido, que deverá ser lavado a seguir, recolhendo os efluentes.

Após o término das atividades com o material NORM, as áreas ou laboratórios devem ser monitorados para fins de certificação de não estarem contaminados ou de necessitarem descontaminação, conforme procedimento específico.

O processamento de amostras de materiais NORM gera produtos e resíduos, sólidos e líquidos, além de sobras de matéria prima. Todo esse material deve ser contabilizado em cada processamento realizado, utilizando um registro de qualidade.

Os rejeitos sólidos serão previamente avaliados pela medida do nível de radiação, sendo liberados como rejeito comum quando o nível de radiação for menor que o BG máximo. Os rejeitos sólidos com nível de radiação superior ao BG máximo e os rejeitos líquidos gerados deverão ser radiologicamente caracterizados relativo aos radionuclídeos de meia vida longa (urânio, tório, rádio e chumbo), sendo sua destinação feita conforme procedimentos específicos.

Os materiais sólidos e líquidos classificados como "NORM" deverão ser inventariados.

4.2.8 Gerência de resíduos sólidos gerados no processamento de materiais NORM

Os resíduos sólidos gerados durante o processamento dos materiais NORM deverão ser analisados primeiramente com o monitor de radiação, de forma a verificar se esta se encontra acima do nível máximo do BG local.

Cada resíduo gerado será pesado e esse resultado será anotado no RG específico "Gerência de materiais NORM", apresentado no Anexo I, bem como o resultado da avaliação com o monitor.

De posse da caracterização radiológica, os valores das concentrações de atividade de todos os radionuclídeos serão somados, e a decisão sobre a disposição dos resíduos será feita observando-se os limites de norma listados

logo abaixo, conforme apresentado no PRO 008 – Gerencia de resíduos sólidos gerados no processamento de materiais NORM.

- Concentrações de atividade menores que 75 Bq/g
- Concentrações de atividade entre 75 Bq/g e 500 Bq/g
- Concentrações de atividade superiores a 500 Bq/g

Nos casos em que a concentração de atividade estiver acima de 75 Bq/g, os materiais devem ser inventariados.

Os demais resíduos gerados no processo, como por exemplo, máscaras descartáveis, embalagens, sacos plásticos, papéis filtro, etc., deverão ser lavados antes de descartados, conforme procedimento específico de descontaminação de áreas, trabalhadores e equipamentos.

O fluxo representativo do processo de gestão de resíduos sólidos é apresentado no PRO 008 em anexo.

4.2.9 Gerência de resíduos líquidos gerados no processamento de materiais NORM

Os resíduos líquidos gerados durante o processamento dos materiais NORM deverão ser analisados radiologicamente quanto aos radionuclídeos alfa emissores (U-238, U-234, U-235, Th-230, Th-228, Th-232 e Ra-226) e beta emissores (Ra-228 e Pb-210).

Cada resíduo gerado será medido em volume e o resultado registrado para controle.

De posse da caracterização radiológica, os valores das concentrações de atividade de todos os radionuclídeos serão somados, e a decisão sobre a disposição dos resíduos líquidos será feita observando-se os limites de norma listados logo abaixo, conforme apresentado no PRO 009 – Gerencia de resíduos líquidos gerados no processamento de materiais NORM:

- Concentrações de atividade menores que 100 Bq/g
- Concentrações de atividade entre 100 Bq/g e 370 Bq/g
- Concentrações de atividade superiores a 370 Bq/g

Nos casos em que a concentração de atividade estiver acima de 100 Bq/mL, os materiais devem ser inventariados .

Os demais resíduos gerados no processo, como por exemplo, máscaras descartáveis, embalagens, sacos plásticos, papéis filtro, etc., deverão ser lavados antes de descartados, conforme procedimento específico de descontaminação de áreas, trabalhadores e equipamentos.

O fluxo representativo do processo de gestão de resíduos sólidos é apresentado no PRO 009 em anexo.

4.2.10 Atividades de pesquisa envolvendo NORM

Uma medida do BG local deve ser realizada antes de iniciar as atividades de pesquisa. O responsável pela frente de pesquisa, com informações coletadas sobre o bem mineral que pesquisa, dará subsídios para a definição da necessidade de monitoração da área. A monitoração da área será feita para definição do BG local com contador Geiger Muller, por pessoa devidamente treinada, e será comparada com o BG da região, distante do corpo mineralizado. Estes dados serão registrados em registro de qualidade. As monitorações seguirão o procedimento de monitoração de exposição externa.

Caso o BG do local apresente valores superiores ao BG da região, o técnico deverá realizar a monitoração de aerossol, isto é, coleta de particulados em locais com poeira, por exemplo, junto a perfuratrizes.

Além dos filtros de aerossol, coletar também pequena quantidade de material para análise de urânio.

O supervisor de radioproteção, de posse desses resultados, fará a avaliação e classificará a atividade como NORM, ou como atividade normal.

Em casos de escavação de poços, se o BG local for maior que o BG da região, o supervisor de radioproteção deve informar o tempo máximo de permanência do operador dentro do poço usando os EPI's descritos neste procedimento e seguir as orientações previstas em procedimentos de espaço confinado.

Não sendo classificada a atividade como NORM, desconsiderar este procedimento. Caso contrário, adotar os controles descritos a seguir:

- Requisitos para trabalhos nas frentes de pesquisa

O trabalho nas frentes de pesquisa com minérios NORM deve ser realizado por trabalhadores que possuam treinamento em radioproteção, conforme PRO específico.

O EPI aplicado à proteção dos trabalhadores contra incorporação de radionuclídeos presentes no aerossol é a máscara contra poeira nível P3.

Além do uso do EPI, nas frentes de trabalho devem ser adotadas as boas práticas, como não beber, não comer, não fumar e não permanecer desnecessariamente nos locais de trabalho.

- Amostras de minério

As amostras de furo de sondagem devem ser guardadas em galpão próprio, com aberturas na parte superior para a dissipação do radônio, e separado do alojamento dos trabalhadores. O transporte das amostras e o seu manuseio sejam para arquivamento, para cortar, para a descrição de testemunhos, etc., devem ser feitos utilizando máscara contra poeira nível P3.

4.2.11 Monitoração da taxa de exposição externa

Os locais com atividades com materiais NORM devem ser monitorados. Cada laboratório possui um croqui (planta baixa), visando à localização dos pontos de monitoração de rotina, que são fixos, de modo a permitir a comparação com o histórico de medidas. No campo, nas frentes de pesquisa, por não haver rotina, não se utiliza croquis. Novos pontos podem ser inseridos de forma suplementar aos pontos previamente estabelecidos.

Os valores devem ser anotados em registro de qualidade e deve conter a assinatura do responsável pelas medidas. Além das medidas, a média das taxas de exposição deve ser calculada e anotada na planilha.

Antes de se iniciar as medidas dos valores propriamente ditos, deve-se efetuar a medida do BG, e anotá-lo na planilha do local a ser monitorado. Caso o monitor disponha de recurso, medir o BG com incerteza de 15% ou menor, realizando 01 medida. Caso não disponha, realizar ao menos 05 medidas.

As medidas de taxa de exposição só devem ser realizadas por técnicos que tenham sido treinados por supervisor de radioproteção da empresa ou outra

instituição, tenham conhecimento do manual de operação do equipamento, e façam parte do programa de bioanálise.

Os valores medidos devem ser anotados em registro de qualidade que, depois de preenchidas, serão levadas ao supervisor de radioproteção. Ele fará a comparação dos valores medidos com os níveis para monitoração da taxa de exposição externa, que são apresentados abaixo na tabela 6, e com base nestes valores, tomará as decisões cabíveis.

Tabela 6 - Níveis de referência para a monitoração da taxa de exposição externa.

EXPOSIÇÃO EXTERNA	FORMA DE ATUAÇÃO		
	Nível de registro	Nível de investigação	Nível de intervenção
Monitor portátil	> 0,25 mR/h	> 0,75 mR/h	> 2,5 mR/h

Fonte: CNEN (2005).

5 CONCLUSÕES

Como apresentado no desenvolvimento do texto, a utilização de ferramentas de qualidade, notadamente a descrição de processos através de fluxogramas, da definição de atividades com os mais variados matizes de criticidade, a padronização das atividades críticas e o treinamento de pessoal envolvido constituem eficientes mecanismos de aplicação prática da moderna "Gestão da Qualidade" nos processos atuais e portanto podem e devem ser aplicadas também a gestão da higiene ocupacional.

Deste modo, através do uso de ferramentas da qualidade foram definidos os procedimentos aplicáveis (criação do sistema de gestão de higiene ocupacional para a exposição a materiais NORMs) ao laboratório de ensaio de uma empresa de mineração e implementados os controles relacionados à essa padronização do processo em estudo.

Portanto os benéficos resultados da implantação de ferramentas de qualidade foram observados no caso em análise e comprovada a viabilidade do uso dessas ferramentas, no caso prático apresentado, através da descrição dos fluxogramas de processos envolvidos no laboratório de controle de qualidade dos materiais NORM (Laboratório de ensaio), da definição e elaboração dos procedimentos críticos e do treinamento de pessoal envolvido nos procedimentos definidos.

Apesar da dificuldade de constatação da eficácia dos controles implantados², houve a efetiva elaboração e implantação de todos os padrões elaborados e de todos os controles definidos (inclusive controle clínico laboratorial) num sistema de gestão da higiene ocupacional para todas as atividades com materiais NORM no referido laboratório de ensaio de uma empresa de mineração em estudo.

² Por razões estratégicas, o projeto de exploração mineral das áreas contendo traços de materiais NORM foi prematuramente interrompido. Em função disso, não há disponibilidade de dados suficientes para caracterizar a efetiva ausência de contaminações, dada a escassez de manipulação de materiais NORM. As análises realizadas até a data de continuidade do projeto não apresentaram nenhum sinal de contaminação

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Silva. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Belo Horizonte: Ed. de Desenvolvimento Gerencial, 2002. cap. 1, p.16, cap. 2, p.23-28, cap. 3, p.61, 64.

ANDRADE, Fabio Felipe. **O Método de melhorias PDCA**. 2003. Dissertação (Mestre em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ARAUJO, Luiz César G. de. **Organização e métodos**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

CAMPOS ,Vicente Falconi. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços, 2004.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Qualidade Total: padronização de empresas**. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni, 1992.

CAUCHICK, Miguel. **Quality and Business Excellence Programs in the World**. 2005 ASQ World Conference on Quality and Improvement, 2005.

CRUZ, Tadeu. **Sistemas, organização & métodos**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

CURY, Antonio. **Organização e métodos**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA QUALIDADE. Critérios de Excelência 2006. fevereiro 2006.

HOLANDA, Ricardo Victória. **Programa de Melhoria do Sistema da Qualidade: Uma Proposta de metodologia para empresas construtoras de edifícios com certificação ISSO 9000**, 2003. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catatina.

HPS N13.22-1995, **“An American National Standard – Bioassay Programs for Uranium”**

ICRP (Comissão Internacional de Proteção Radiológica) Publicação 78, **Individual Monitoring for Internal Exposures of Workers Replacement of ICRP**, publication 54, 1988.

LUPORINI, Carlos Eduardo Mori; PINTO, Nelson Martins. **Sistemas administrativos**. São Paulo: Atlas, 1992.

LRQA BRASIL. **Certificação da Qualidade**. Disponível em: <<http://www.lrqa.com.br/certificacao/qualidade/pbqp-h.asp>>. Acesso em: 30 mar. 2007.

Lipsztein, J.L., Melo, D.R., Sousa, W., Dias da Cunha, K.M., Azeredo, A.M.G, Julião, L. Santos, M. **“Norm Workers: a challenge for internal dosimetry programmes”**. *Radiation Protection Dosimetry*. Nuclear Technology Publishing, vol 105, nos. 1-4, pp. 317-320, 2003.

Melo, Dustana R. et all, **Apostila do curso de dosimetria interna**, Instituto de Radioproteção e Dosimetria, 2001.

NEVES, Francisco Nuno Pontes Correia. **Internal Quality and Business Excellence Programs as a Tool for Evaluation of a Quality Management System**. 2006 ASQ World Conference on Quality and Improvement, 2006.

NHO 08 Fundacentro.

Norma CNEN – NE – 1.10 – **Segurança de sistemas de barragem de rejeitos contendo radionuclídeos**, 1980.

Norma CNEN – NE – 6.02 – **Licenciamento de instalações radiativas**, 1998.

Norma CNEN – NE – 6.05 – **Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Radiativas**, 1985.

Norma CNEN – NE – 6.06 – **Seleção e Escolha de Locais para Depósitos de Rejeitos Radioativos**, 1989.

Norma CNEN – NE – 6.09 – **Critérios de Aceitação para Deposição de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Nível de Radiação**, 2002.

Norma CNEN – NN – 3.01 – **Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica**, 2005.

Norma CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear) – NE – 3.02 – **Serviços de Radioproteção**, 1988.

PALADINI, Edson Pacheco; CARVALHO, Marly Monteiro. **Gestão da Qualidade: Teoria e casos**. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2005. cap. 1, p. 2-19, cap. 3, p. 86-91, p. 102-108. cap. 5, p. 161-167.

PY JUNIOR, Delcy de Azevedo; PEREIRA, Wagner de Souza. **Programa de monitoração ocupacional da unidade de concentrado de Urânio de Caetité (URA) - Ba- Br - programa de bioanálise.** Revista Brasileira de pesquisa e desenvolvimento, Vol. 4, Nº 3., Parte 1, setembro de 2002, pp 748 – 753.

SAFETY GUIDE RS-G-1.2-1999, **“Assessment of Occupational Exposure Due to Intakes of Radionuclides”**, 1999.

SAFETY SERIES 115-1996, **“International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources”**, 1996.

SILVA, João Martins da. **5S O Ambiente da Qualidade.** Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1994.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção.** São Paulo: Editora Atlas, 1996.

Xavier, M.A. **NORM industrial activities most likely to require regulatory considerations**, .(IRPA 12- International Congress of the international Radiation Protection Radiation, outubro/2008) acessado em 29/06/09 no site: <http://www.irpa12.org.ar/PDF/sem2/Aquino.pdf>

ANEXOS

DIRETRIZES GERAIS DE RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-001	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

1. OBJETIVO

Este documento visa estabelecer as diretrizes gerais de radioproteção para o processamento dos minerais NORM, isto é, com ocorrência natural de radionuclídeos.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Nas dependências do LABORATORIO, em atividades como o recebimento, o envio, o processamento físico, o processamento químico, a estocagem e o descarte. E nas frentes de pesquisa de minérios NORM, em atividades como estocagem e transporte.

3. REFERÊNCIAS

3.1 – Normas CNEN

1.10. Segurança de sistemas de barragem de rejeitos contendo radionuclídeos.

3.01. Diretrizes básicas de proteção radiológica.

3.02. Serviços de radioproteção.

3.03. Certificação da qualificação de supervisores de radioproteção.

4.01. Requisitos de segurança e proteção radiológica para instalações minero industriais.

5.01. Transporte de materiais radioativos.

6.02. Licenciamento de instalações radiativas.

6.05. Gerência de rejeitos radioativos em instalações radiativas.

6.06. Seleção e escolha de locais para depósitos de rejeitos radioativos.

6.09. Critérios de aceitação para deposição de rejeitos radioativos de baixo e médio nível de radiação.

3.2 – Procedimentos

Os procedimentos e os programas elaborados para os trabalhos com minérios NORM são:

DIRETRIZES GERAIS DE RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-001	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

Programas:

Bioanálise de excretas;

Monitoração individual baseada na amostragem de baixo fluxo;

Monitoração de área de aerossol radioativo.

Procedimentos:

Controle de acesso às áreas contendo material NORM;

Descontaminação de áreas, trabalhadores e equipamentos;

Gerência de resíduos líquidos de minérios NORM;

Gerência de resíduos sólidos de minérios NORM;

Treinamento de trabalhadores em radioproteção;

Frentes de pesquisa;

Transporte;

Permissão para trabalho com radionuclídeos;

Recomendações para processamento físico químico de materiais NORM;

Monitoração de área de exposição externa.

Esses programas e procedimentos se relacionam conforme o Fluxograma 1, Diretrizes gerais de radioproteção, apresentado em anexo.

4. DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Radionuclídeos naturais: Radionuclídeos pertencentes às famílias do U-238, U-235 e Th-232.

CNEN: Comissão Nacional de Energia Nuclear.

PTR: Permissão para trabalho com radionuclídeos.

Radionuclídeos: Elementos químicos emissores de radiação ionizante.

DIRETRIZES GERAIS DE RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-001	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

Bioanálise de excreta: Método de análise “in vitro” que consiste em medir a atividade na excreta de radionuclídeo e sua interpretação em termos de dose efetiva comprometida.

Treinamento em radioproteção: Treinamento, anual, realizado por supervisor de radioproteção ou empregado devidamente treinado que habilita a entrada em áreas que tenham atividades com radionuclídeos. Deve abranger, no mínimo princípios físicos, biológicos da radioproteção, cuidados na manipulação de radionuclídeos e normas pertinentes.

Atividade: Toda atividade humana que introduz fonte de exposição ou vias de exposição adicionais ou estende a exposição a mais pessoas, ou modifica o conjunto de vias de exposição devida a fontes existentes.

NORM: Minérios contendo radionuclídeos de ocorrência natural. Materiais que quando manipulados podem produzir doses efetivas superiores a 1 mSv por ano ou que tenham concentração de atividade de radionuclídeos naturais iguais ou superiores a 10 Bq/g.

ALARA: Tão baixo quanto razoavelmente exeqüível.

5. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS

Não se aplica.

6. SSO

6.1 Riscos

Não se aplica.

6.2 EPI's

Não se aplica.

7. SGQA

7.1 Aspectos ambientais da atividade

DIRETRIZES GERAIS DE RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-001	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

Não se aplica.

8. DESCRIÇÃO

Este documento visa nortear as atividades com enfoque de radioproteção. Para tanto devemos seguir os requisitos básicos de proteção radiológica, citados a seguir.

- a) Justificação: nenhuma atividade envolvendo radionuclídeos será aceita, se não produzir benefício para os indivíduos expostos ou para a sociedade.
- b) Limitação de dose: a dose do trabalhador não pode ser exceder, em cinco anos, 100 mSv, com média anual de 20 mSv.
- c) Otimização: medidas de controle que visam tornar as doses tão baixas quanto possíveis.

Deve-se ater aos princípios práticos da radioproteção, como a seguir:

- a) Tempo: a dose é diretamente proporcional ao tempo de exposição.
- b) Distância: a dose é inversamente proporcional ao quadrado da distância da fonte de radiação.
- c) Blindagem: a utilização de blindagem reduz a exposição.

O princípio **ALARA** também deve ser considerado e significa em uma tradução livre *"a dose dos trabalhadores deve ser tão baixa quanto possível"*.

8.1 – Classificação de material como NORM

A concentração de atividade associada à taxa de exposição permite a caracterização radiológica do material. O supervisor de radioproteção, com base na caracterização radiológica, deve realizar uma avaliação de estimativa de dose na manipulação desse material. Caso a dose estimada seja superior a 1 mSv/a ou a concentração de atividade seja superior a 10 Bq/g, o material deve ser classificado como NORM. Caso contrário, o mesmo está isento da classificação como NORM e dos cuidados de radioproteção.

DIRETRIZES GERAIS DE RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-001	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

Ao estar isento da classificação de NORM o material segue o fluxo normal de amostras.

As amostras classificadas como NORM devem ser manipuladas, com base nas normas, procedimentos e programas descritos neste PRO, Diretrizes gerais de radioproteção.

Além das normas, procedimentos e programas, condutas de radioproteção devem ser seguidas pelos trabalhadores visando à redução das exposições. Estas condutas são:

- Não é permitido fumar, beber, comer e usar maquiagem nos locais de trabalho;
- Manter ferimentos cobertos, nos locais de trabalho;
- Não permanecer desnecessariamente nas proximidades de minério ou de fontes de geração de poeira, no beneficiamento físico.
- Manter os locais de trabalho constantemente limpos.
- Banho completo obrigatório, ao final de cada jornada de trabalho, no beneficiamento físico.
- Utilizar touca, no beneficiamento físico.
- Utilizar os EPI's descritos na PTR.
- Ao manipular material NORM na forma líquida, deve-se forrar a bancada com borracha e papel absorvente.

Após a classificação do material como NORM, a instalação deve ser classificada nas categorias I, II ou III, conforme norma CNEN–NN–4.01. Na sequência deve se proceder à análise da pertinência da criação de um serviço de Radioproteção.

Na instalação categoria I, a atividade específica deve ser maior que 500 Bq/g ou a dose recebida pelo trabalhador ou público maior que 1 mSv/a.

Na categoria II a atividade específica deve estar entre 10 e 500 Bq/g.

Na categoria III a atividade específica deve ser inferior a 10 Bq/g, mas as doses devem ser maiores que 1 mSv/a.

DIRETRIZES GERAIS DE RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-001	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

Classificada a instalação como NORM, deve-se avaliar a pertinência de criação de um serviço de radioproteção. O mesmo deve ser criado caso a estimativa de dose aponte doses superiores a 6 mSv/a. Caso contrário, não existe imposição legal para a criação, ficando a cargo da instituição a criação deste serviço.

A classificação do material e das instalações está exposta no Fluxograma 2, Classificação do material e instalações NORM, apresentado em anexo.

9. RESPONSABILIDADES

Diretor: responsável legal pela radioproteção.

Gerentes de área: garantir os recursos necessários para a execução das atividades de radioproteção.

Engenheiro de Processo: planejar as atividades em conformidade com os procedimentos descritos no item 3.2.

Supervisor de radioproteção: aprovar e garantir a implantação dos procedimentos, garantindo que estejam em conformidade com as normas CNEN aplicáveis;

Estimar as doses recebidas pelos trabalhadores;

Emitir relatório anual de doses dos trabalhadores;

Realizar workshop anual de avaliação crítica das atividades de radioproteção;

Revisar nos procedimentos de radioproteção anualmente.

Supervisor/técnico de processo: garantir o cumprimento dos procedimentos pertinentes às atividades da sua área.

Trabalhadores: cumprir os procedimentos pertinentes às suas atividades.

Medicina do trabalho: responsável pela validação de PTR, liberação para acesso às áreas, e monitoramento individual, conforme procedimentos específicos.

DIRETRIZES GERAIS DE RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-001	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

Segurança do trabalho: responsável pela validação de PTR, controle de acesso, monitoramento individual e ambiental, conforme procedimentos específicos.

Meio ambiente: responsável por avaliar os dados e relatórios de monitoramento e propor melhorias pertinentes ao meio ambiente.

10. TREINAMENTO

Público alvo: Empregados da envolvidos na manipulação de material NORM.

Carga horária: Conforme o procedimento "Treinamento de trabalhadores em radioproteção".

Frequência: Conforme o procedimento "Treinamento de trabalhadores em radioproteção".

11. REGISTROS

REF. INTERNA/ NÚMERO DO RG	TÍTULO DO REGISTRO	TEMPO MÍNIMO DE RETENÇÃO	LOCAL DE ARQUIVO	RESPONSÁVEL PELO ARQUIVAMENTO	ARQUIVO
Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

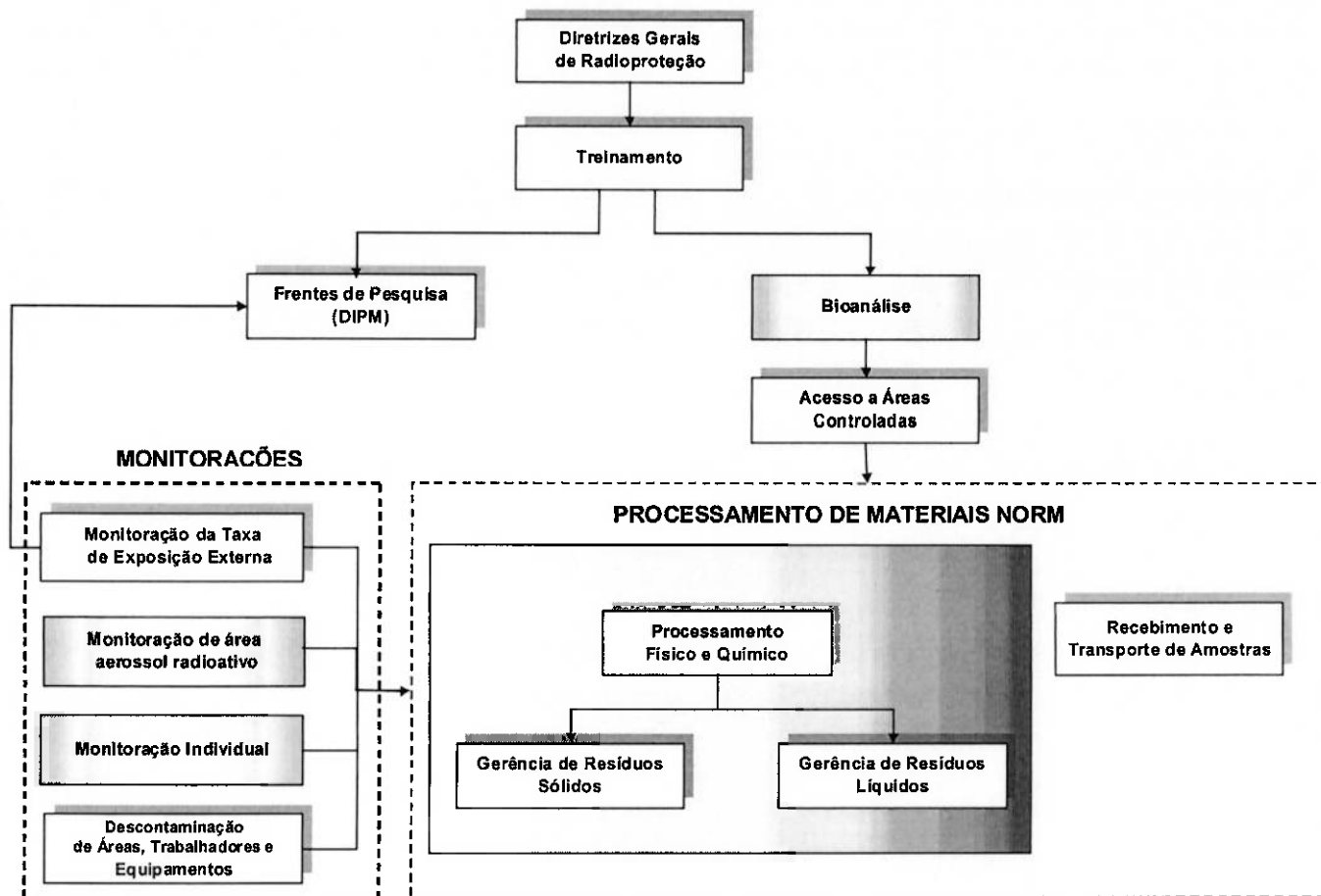
12. ANEXO

Anexo I: Diagrama das diretrizes gerais de radioproteção.

Anexo II: Diagrama da classificação do material e instalações NORM.

DIRETRIZES GERAIS DE RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-001	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

DIRETRIZES GERAIS DE RADIOPROTEÇÃO



DIRETRIZES GERAIS DE RADIOPROTEÇÃO

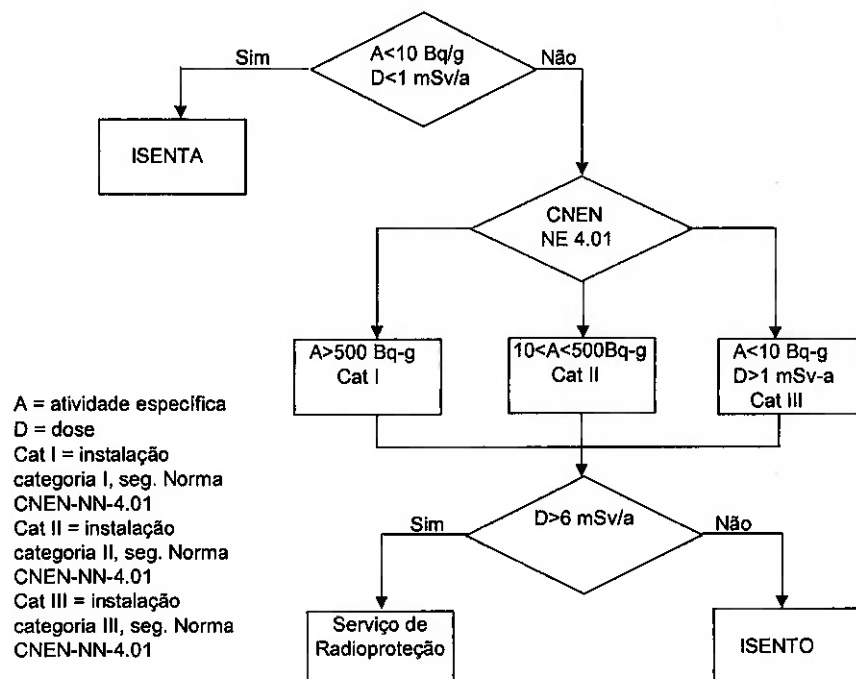
Nº: PRO-001

Pág.: 00/00

Classificação: Uso interno

Rev.: 00-
00/00/0000

Classificação do material e instalações NORM



TREINAMENTO DE TRABALHADORES EM RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-002	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

1. OBJETIVO

Treinar os trabalhadores envolvidos com as atividades com materiais NORM, em níveis diferenciados para operadores, técnicos de processos, técnicos em segurança do trabalho e engenheiros.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Aos trabalhadores da empresa que estão sujeitos a exposição a materiais NORM.

3. REFERÊNCIAS

3.1 Normas CNEN

1 – Norma CNEN – NN 3.01 – Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica, 2005.

2 - Norma CNEN – NE 3.02 Serviços de radioproteção, 1988.

3 - Norma CNEN – NN 4.01 Requisitos de segurança e proteção radiológica para instalações minero industriais, 2003.

3.2 Bibliografia complementar

IAEA, 2002, Recruitment, qualification and training of personnel for nuclear power plants: safety guide. — Vienna: International Atomic Energy Agency, Safety Standards Series, no. NS-G-2.8, 122 pp.

IAEA, 2004, Workplace monitoring for radiation and contamination: Practical Radiation technical manual, Vienna, 61 pp.

IAEA, 1999, Occupational radiation protection: safety guide / jointly sponsored by the International Atomic Energy Agency and the International Labor Office. Vienna: International Atomic Energy Agency, 88 pp.

IAEA, 1999 a, Assessment of occupational exposure due to external sources of radiation: safety guide / jointly sponsored by the International Atomic Energy Agency

TREINAMENTO DE TRABALHADORES EM RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-002	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

and the International Labor Office. — Vienna International Atomic Energy Agency, 96 pp.

IAEA, 1999 b, Assessment of occupational exposure due to intakes of radionuclides: Safety guide. — Vienna: International Atomic Energy Agency, Safety Standards Series, no. RS-G-1.2, 92 pp.

IAEA, 2001, Training in radiation protection and the safe use of radiation sources. — Vienna: International Atomic Energy Agency, Safety Reports Series, no. 20, 78 pp.

4. DEFINIÇÕES E CONCEITOS

CNEN: Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Radionuclídeos: Elementos químicos emissores de radiação ionizante.

Treinamento em radioproteção: Treinamento, anual, realizado por supervisor de radioproteção ou empregado devidamente treinado que habilita a entrada em áreas que tenham atividades com radionuclídeos. Deve abranger no mínimo princípios físicos, biológicos da radioproteção, cuidados na manipulação de radionuclídeos e normas pertinentes.

NORM: Do inglês “Materiais com ocorrência natural de radionuclídeos”. Materiais que quando manipulados podem produzir doses efetivas superiores a 1 mSv/a ou que tenham atividade específica superior a 10 Bq/g.

ALARA: Tão baixo quanto razoavelmente exeqüível.

PTR – Permissão para trabalho com radiação.

5. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS

- Lista de presença;
- Papel;
- Caneta;
- Provas discursivas;
- Provas de múltipla escolha;
- Apostilas;

TREINAMENTO DE TRABALHADORES EM RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-002	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

- Apresentações (em meio digital).

6. SSO

6.1 Riscos

Não se aplica.

6.2 EPI's

Não se aplica.

7. SGQA

7.1 Aspectos ambientais da atividade

Não se aplica.

8. METODOLOGIA

8.1 Divisão dos empregados em grupos homogêneos para o treinamento:

Visando facilitar a relação treinando - treinador, os trabalhadores foram divididos três grupos distintos: nível operacional, nível supervisão e nível gerencial.

8.2 Treinamentos a serem desenvolvidos

Consideram-se três níveis de treinamento:

a) Adquirir competências: Tem como objetivo inserir o treinando nas concepções básicas de radioproteção. Esse tipo de treinamento permite que o trabalhador possa ter acesso as áreas e trabalhar com segurança com materiais NORM. Deve ser o treinamento inicial de todo e qualquer trabalhador.

b) Manter as competências: Tem como objetivo a reciclagem dos conhecimentos em radioproteção, visando a manutenção das condições seguras de trabalho com material NORM. Esse tipo de treinamento é feito para manter as competências adquiridas nos treinamentos básicos (adquirir competência). Este tipo de treinamento permite que o trabalhador mantenha a permissão de entrada em áreas com material NORM.

TREINAMENTO DE TRABALHADORES EM RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-002	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

c) Ampliar as competências: Tem como objetivo expandir os conhecimentos em radioproteção, visando a criação de técnicos na área de radioproteção que tenham competências de trabalhar nos serviços de radioproteção. Estes técnicos (nível médio ou superior) terão a função de auxiliar o Supervisor de Radioproteção no desenvolvimento e suas atividades.

8.3 Frequência e carga horária dos treinamentos

As frequências de treinamento são funções do tipo de empregado a ser treinado e do tipo de treinamento a ser realizado. As frequências e cargas horárias mínimas dos tipos de treinamento por tipos de empregados estão exposta na Tabela 01, abaixo.

Tabela 01 – Carga horária e frequência mínima de treinamentos em radioproteção realizados no LABORATORIO

<i>Treinamento</i>	<i>Nível operacional</i>	<i>Nível supervisão</i>	<i>Nível gerencial</i>
Adquirir competências	20 horas anuais	20 horas anuais	2 horas anuais
Manter competências	8 horas anuais	8 horas anuais	Não se aplica
Ampliar competências	40 horas anuais	40 horas anuais	Não se aplica

TREINAMENTO DE TRABALHADORES EM RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-002	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

8.4 Formas de treinamentos a ser desenvolvidos

Aulas teóricas: Provêem o embasamento teórico, necessário para o desenvolvimento das outras formas de treinamento. Devem contemplar os princípios de radioproteção, as instruções operacionais das áreas rotineiras dos empregados, e deve ser diferenciada por grupo de empregados. Devem, ainda, ser acompanhadas de recursos audiovisuais, tais como transparências, ou outros. Quando possível, devem ser acompanhadas de práticas. É recomendável que seja distribuído material impresso para o acompanhamento. Devem ser realizadas preferencialmente por profissionais da empresa.

Aulas Práticas: Sedimenta o conhecimento adquirido nas aulas teóricas, e na medida do possível, trazer novas informações. Importante fazer visitas a laboratórios, às áreas da instalação e de outras instalações da empresa ou mesmo de outras empresas.

Palestras: Aprofunda questões teóricas ou práticas, focando um ou poucos tópicos. Podem ser feitas por profissionais da empresa ou convidados, com tempo máximo de 2 horas.

"Workshop" interno: Aprofunda questões teóricas ou práticas, focando um ou mais tópicos. Podem ser feitas por profissionais da empresa ou convidados, com no mínimo 4 horas e no máximo 8 horas de duração.

Cursos: Aprofunda questões teóricas ou práticas, focando um ou mais tópicos. Podem ser feitas por profissionais da empresa ou convidados, com tempo mínimo de 20 horas.

Intercâmbios: Devem ser realizados dentro da própria instalação ou em outras instalações da empresa, ou ainda em instalações de outras empresas. Devem ser rápidos (no máximo uma semana) e direcionados a resolver problemas específicos, dando-se preferência para instalações da empresa.

TREINAMENTO DE TRABALHADORES EM RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-002	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Estágios: Devem ser realizados dentro da própria instalação ou em outras instalações da empresa, ou ainda em instalações de outras empresas. Devem ser mais longos que os intercâmbios (no mínimo duas semanas) e são utilizados para ganhar experiências diferentes da rotina (formação complementar), dando-se preferência para instalações fora da empresa.

8.5 Formas de avaliação

Os treinamentos operacionais e de supervisão devem ser avaliados por meio escrito, com no mínimo 5 questões discursivas ou dez de múltipla escolha. A nota mínima de aproveitamento é 7. No caso de não aprovação, o treinando será considerado em processo de aprendizado, sendo novamente inscrito no próximo treinamento. Como suplementação do mecanismo de avaliação escrita, outras formas de avaliação podem ser utilizadas, por exemplo, avaliação oral. Apresentações orais podem ser usadas, devendo ser registradas.

8.6 Registro dos treinamentos

Todos os treinamentos devem ter registrado o nível de treinamento a que pertencem a carga horária, a ementa, os instrutores (com "*curriculum vitae*" resumido a uma página), os ouvintes, os métodos de avaliação e as notas.

Um certificado de presença e aproveitamento deve ser entregue aos treinando, ficando uma cópia com o Segurança do trabalho, e outra com o setor de treinamento. Os dados devem ficar disponíveis para auditoria externa, no Serviço de Radioproteção.

8.7 Perfil dos treinadores

Os treinadores devem possuir experiência compatível com o treinamento. Devem ser supervisores de radioproteção, ou ter formação equivalente com aderência ao treinamento. Os empregados da empresa que contemplem as exigências acima são considerados treinadores natos. Instrutores não pertencentes ao quadro da empresa devem ter seu "*curriculum vitae*" aprovado pelo Supervisor de Radioproteção e devem

TREINAMENTO DE TRABALHADORES EM RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-002	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

passar por entrevista eliminatória, com algum instrutor nato, antes de assumirem a função de instrutor.

Em casos excepcionais, instrutores que não contemplem as exigências acima podem assumir os treinamentos, desde que este seja aprovado pelo Serviço de Radioproteção, com justificativa, que deverá ficar disponível para auditoria.

O supervisor de radioproteção, por ser um empregado com especificidade de formação, deve ter tratamento diferenciado e específico, sendo seu treinamento realizado junto a outro Supervisor de Radioproteção ou participação de congressos, workshops e similares.

8.8 Ementas do treinamento

A ementa refere-se ao treinamento mínimo que os empregados devem ter, para garantir sua segurança e o bom desempenho de suas funções. As ementas dos treinamentos específicos devem estar disponíveis para auditoria externa nos Serviço de Radioproteção.

9. RESPONSABILIDADES

Diretor: responsável legal pela radioproteção.

Gerentes de área: garantir os recursos necessários para a execução das atividades descritas nos procedimentos do item 5.2.

Engenheiro de Processo: planejar as atividades em conformidade com o item 5.2.

Supervisor de radioproteção: aprovar e garantir a implantação dos procedimentos descritos no item 5.2, de forma que estejam em conformidade com as normas CNEN aplicáveis.

Supervisor/técnico de processo: garantir o cumprimento dos procedimentos operacionais pertinentes às atividades da sua área e os descritos no item 5.2.

TREINAMENTO DE TRABALHADORES EM RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-002	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Trabalhadores: cumprir os procedimentos operacionais pertinentes às suas atividades e os descritos no item 5.2.

Medicina do trabalho: responsável pela validação de PTR, controle de acesso, monitoramento individual, conforme procedimentos descritos no item 5.2.

Segurança do trabalho: responsável pela validação de PTR, controle de acesso, monitoramento individual e ambiental, conforme o item 5.2.

Meio ambiente: responsável por avaliar os dados e relatórios de monitoramento e propor melhorias pertinentes ao meio ambiente.

10. TREINAMENTO

Público alvo: Empregados envolvidos na manipulação de materiais NORM.

Carga horária: Conforme o procedimento "Treinamento de trabalhadores em radioproteção".

Frequência: Conforme o procedimento "Treinamento de trabalhadores em radioproteção".

11. REGISTROS

REF. INTERNA/	TÍTULO DO REGISTRO	TEMPO MÍNIMO	LOCAL DE	RESPONSÁ VEL PELO	ARQUIVO
	Lista de presença.	1 ano	SESMT	Segurança	

12. ANEXO

Anexo I: Ementas dos treinamentos.

TREINAMENTO DE TRABALHADORES EM RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-002	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Ementa 1 - Treinamento para adquirir competência para trabalhadores de nível gerencial.

1. Responsabilidades na radioproteção
 - 1.1. Responsabilidade do titular
 - 1.2. Responsabilidade do Supervisor
 - 1.3. Responsabilidades dos trabalhadores
 - 1.4. Segurança do trabalhador
2. Filosofia da radioproteção
 - 2.1. Princípio ALARA
 - 2.2. Princípios físicos de radioproteção
 - 2.3. Princípios operacionais de radioproteção
3. Normas de radioproteção
 - 3.1. NN-3.01
 - 3.2. NE-3.02
 - 3.3. NN-4.01
 - 3.4. Outras normas.

Ementa 2 - Treinamento para adquirir competência para trabalhadores de nível operacional.

1. Radiação
 - 1.1. Origem da radiação
 - 1.2. Radioatividade
 - 1.3. Fontes de radiação
2. Exposição
 - 2.1. Exposição
 - 2.2. Interação da radiação com a matéria
 - 2.3. Efeitos biológicos
 - 2.4. Interação da radiação com o tecido
 - 2.5. Danos celulares

TREINAMENTO DE TRABALHADORES EM RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-002	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

- 2.6. Etapas da interação
- 2.7. Classificação dos efeitos
- 2.8. Reversibilidade
- 2.9. Transmissividade
- 2.10. Fatores de influencia
- 2.11. Síndrome
- 2.12. Grandezas radiológicas
- 3. Radioproteção
 - 3.1. Contaminação
 - 3.2. Exposição
 - 3.3. Vias naturais
 - 3.4. Vias artificiais
 - 3.5. Princípios físicos da Radioproteção
 - 3.5.1. Tempo
 - 3.5.2. Blindagem
 - 3.5.3. Distância
 - 3.6. Princípios operacionais de Radioproteção
 - 3.6.1. Princípio da justificação
 - 3.6.2. Princípio da otimização
 - 3.6.3. Princípio da limitação da dose individual
 - 3.7. Condições para o trabalho
- 4. Classificação de áreas
 - 4.1. Área livre
 - 4.2. Supervisionada
 - 4.3. Controlada
 - 4.4. Acesso a áreas
 - 4.4.1. Autorização
 - 4.4.2. EPI
 - 4.4.3. Monitoração

TREINAMENTO DE TRABALHADORES EM RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-002	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Ementa 3 - Treinamento para adquirir competência para trabalhadores de nível de supervisão.

Equivalente à Ementa 2 anterior mais os itens abaixo.

1. Responsabilidades na radioproteção
 - 1.1. Segurança do trabalhador
 - 1.2. Filosofia da radioproteção
 - 1.3. Princípio ALARA
2. Normas de radioproteção
 - 2.1. NN-3.01
 - 2.2. NE-3.02
 - 2.3. NN-4.01
 - 2.4. Outras normas.

Ementa 4 - Treinamento para manter competência para trabalhadores de nível de supervisão.

Equivalente à Ementa 2.

Ementa 5 - Treinamento para manter competência para trabalhadores de nível operacional.

Equivalente à Ementa 2.

Ementa 6 - Treinamento para ampliar competência para trabalhadores de nível de supervisão.

Equivalente à Ementa 3 mais os itens abaixo.

1. Detecção da radiação
 - 1.1. Alfa
 - 1.2. Beta
 - 1.3. Gama
2. Equipamentos de medição da radiação
 - 2.1. Geiger-Muller

TREINAMENTO DE TRABALHADORES EM RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-002	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

- 2.2. Cintilador
- 2.3. Contador Proporcional
- 2.4. Dosímetros termoluminescentes (TLD)
- 2.5. Filme dosimétrico
- 3. Amostragem ocupacional
 - 3.1. Dosímetro individual
 - 3.1.1.TLD
 - 3.1.2.Filme
 - 3.2. Dosímetro de área
 - 3.2.1.TLD
 - 3.2.2.Filme
 - 3.3. Amostragem de ar de alto fluxo
 - 3.4. Amostragem de ar de baixo fluxo
 - 3.5. Taxa de exposição
 - 3.6. Bioanálise de excreta
- 4. Cálculo de dose efetiva comprometida
 - 4.1. Filosofia do cálculo de dose
- 5. Amostragem Ambiental
 - 5.1. Coleta na matriz água
 - 5.1.1.Água de superfície
 - 5.1.2.Água subterrânea
 - 5.1.3.Água de chuva
 - 5.2. Coleta na matriz ar
 - 5.2.1.Aerossol
 - 5.2.2.Radônio
 - 5.3. Coleta na matriz biológica
 - 5.3.1.Produtos agrícolas
 - 5.3.2.Produtos pecuários
 - 5.3.3.Peixes
 - 5.4. Coleta de matrizes integradoras

TREINAMENTO DE TRABALHADORES EM RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-002	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

5.4.1.Solo

5.4.2.Sedimento

6. Rotinas do serviço de radioproteção

Ementa 7 - Treinamento para ampliar competência para trabalhadores de nível operacional.

Equivalente à Ementa 2 mais os itens descritos abaixo.

1. Detecção da radiação
 - 1.1. Alfa
 - 1.2. Beta
 - 1.3. Gama
2. Equipamentos de medição da radiação
 - 2.1. Geiger-Muller
 - 2.2. Cintilador
 - 2.3. Contador Proporcional
 - 2.4. Dosímetros termoluminescentes (TLD)
 - 2.5. Filme dosimétrico
3. Amostragem ocupacional
 - 3.1. Dosímetro individual
 - 3.1.1.TLD
 - 3.1.2.Filme
 - 3.2. Dosímetro de área
 - 3.2.1.TLD
 - 3.2.2.Filme
 - 3.3. Amostragem de ar de alto fluxo
 - 3.4. Amostragem de ar de baixo fluxo
 - 3.5. Taxa de exposição
 - 3.6. Bioanálise de excreta
4. Cálculo de dose efetiva comprometida
 - 4.1. Filosofia do cálculo de dose

TREINAMENTO DE TRABALHADORES EM RADIOPROTEÇÃO	Nº: PRO-002	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

5. Amostragem Ambiental

5.1. Coleta na matriz água

5.1.1. Água de superfície

5.1.2. Água subterrânea

5.1.3. Água de chuva

5.2. Coleta na matriz ar

5.2.1. Aerossol

5.2.2. Radônio

5.3. Coleta na matriz biológica

5.3.1. Produtos agrícolas

5.3.2. Produtos pecuários

5.3.3. Peixes

5.4. Coleta de matrizes integradoras

5.4.1. Solo

5.4.2. Sedimento

6. Rotinas do serviço de radioproteção

BIOANÁLISE DE EXCRETAS NA EXPOSIÇÃO A RADIONUCLÍDEOS

Nº: PRO-003

Pág.: 00/00

Classificação: Uso interno

Rev.: 00-
00/00/0000

1. OBJETIVO

Este procedimento visa estabelecer o programa de monitoramento para a realização de análise de excreta (urina) do operador, visando a avaliação da incorporação de urânio pelo organismo e seu controle. As diretrizes deste procedimento baseiam-se no diagnóstico, prevenção e controle da presença de radionuclídeos no organismo.

2. APLICAÇÃO

Nas dependências da empresa, em trabalhadores com atividades sujeitas à incorporação de urânio via inalação.

3. REFERÊNCIAS

- ICRP (Comissão Internacional de Proteção Radiológica) Publicação 78, Individual Monitoring for Internal Exposures of Workers Replacement of ICRP publication 54, 1988.
- CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear) - NN 3.01, Diretrizes Básicas de Radioproteção, 2005.
- Norma CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear) – NE – 3.02 – Serviços de Radioproteção, 1988.
- SAFETY SERIES 115-1996, "International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources"
- HPS N13.22-1995, "An American National Standard – Bioassay Programs for Uranium"
- SAFETY GUIDE RS-G-1.2-1999, "Assessment of Occupational Exposure Due to Intakes of Radionuclides".
- PY JUNIOR, Delcy de Azevedo; PEREIRA, Wagner de Souza. Programa de monitoração ocupacional da unidade de concentrado de Urânio de Caetité (URA) - Ba- Br - programa de bioanálise. Revista Brasileira de pesquisa e desenvolvimento, Vol. 4, Nº 3., Parte 1, setembro de 2002, pp 748 - 753
- Melo, Dustana R. et all, 2001, apostila do curso de dosimetria interna, Instituto de Radioproteção e Dosimetria.

4. DEFINIÇÕES

Programa de monitoração: Sistematização da coleta de dados sobre radionuclídeos ou campo de radiação, de forma ordenada, visando o estabelecimento de doses nos trabalhadores.

Monitoração de rotina: Programa de monitoração realizado de forma periódica, como rotina na instalação. Refere-se ao trabalho com risco contínuo de

BIOANÁLISE DE EXCRETAS NA EXPOSIÇÃO A RADIONUCLÍDEOS	Nº: PRO-003	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

contaminação durante operação normal. As monitorações de rotina cumprem o papel de controle geral das condições de trabalho.

NORM: Minérios contendo radionuclídeos de ocorrência natural. Materiais que quando manipulados podem produzir doses efetivas superiores a 1 mSv por ano ou atividade específica de materiais radioativos superior a 10 Bq/g.

Incorporação: Entrada de radionuclídeos no organismo humano por qualquer via de contaminação.

U-234, U-235, U-238: isótopos de Urânio

$f_{u,s}^R$: frações de U-238, da classe S, inalado que são excretadas na urina em função do intervalo de monitoração de rotina

Classe S: classe de absorção pulmonar tipo S, do inglês *slow*.

Urânio natural: Mistura os isótopos de urânio de massa 234, 235 e 238 na sua composição encontrada na natureza.

FAN: Fração de atividade dos radioisótopos do urânio natural

(FCD)_s: Fator de conversão de atividade em dose (Sv/Bq).

e(50)_s dose efetiva comprometida no período de 50 anos

LLD (Limite legal de dose) - 0,02 Sv: Limite de dose anual estipulado pela CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear)

Limite de incorporação anual (LIA): máximo de incorporação que o indivíduo pode ter em um ano, que convertido em dose não ultrapasse o limite anual

Nível de Registro Derivado (NRD): Nível de dose a a partir do qual as mesmas devem ser registradas e interpretadas. Valores inferiores devem ser considerados zero.

Nível Investigação Derivado (NID): Nível de dose a partir do qual as circunstâncias de recebimento da dose devem ser investigadas. O processo será reavaliado e adequado.

BIOANÁLISE DE EXCRETAS NA EXPOSIÇÃO A RADIONUCLÍDEOS	Nº: PRO-003	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

5. DESCRIÇÃO

5.1. PROGRAMA DE BIOANÁLISE

5.1.1 - Considerações gerais

Este programa de monitoração permite o estabelecimento formal das doses recebidas pelos trabalhadores sujeitos à exposição ao urânio, em condições normais e anormais de operação.

5.1.2 - Tipo de monitoração

A monitoração de rotina refere-se ao trabalho com risco contínuo de incorporação durante a operação normal. Neste caso, como a data da incorporação é indefinida, a ICRP (Comissão Internacional de Proteção Radiológica) considera um padrão de incorporação hipotético. É considerado que a incorporação ocorre no tempo correspondente à metade do intervalo de monitoração.

5.1.3 - Modelo biocinético

O radionuclídeo predominante em massa é o isótopo 238 do urânio (U-238). O diâmetro aerodinâmico, enquanto não determinado experimentalmente, é considerado igual a 1 micron (μ). O minério é classificado como classe S de solubilidade. (ICRP, 78, pg 125).

As frações de U-238 inaladas que são excretadas na urina em função do intervalo de monitoração de rotina, $f_{u,s}^R$, são mostradas na tabela 1 abaixo, para o minério classe S⁽¹⁾.

TABELA 1. Excreção Urinária Diária (24 h) para o Minério, Classe S, Monitoração de Rotina (atividade excretada / atividade inalada) (Bq/Bq). Referencia ICRP (Comissão Internacional de Proteção Radiológica) Publicação 78, Individual Monitoring for Internal Exposures of Workers Replacement of ICRP publication 54, 1988.

BIOANÁLISE DE EXCRETAS NA EXPOSIÇÃO A RADIONUCLÍDEOS

Nº: PRO-003

Pág.: 00/00

Classificação: Uso interno

Rev.: 00-
00/00/0000

Intervalo de Monitoração (Tempo em dias)	Fração da Atividade Inalada ($f_{u,s}^R$)
360	3,30E-06
180	4,30E-06
120	5,20E-06
90	6,00E-06
60	7,70E-06
30	1,20E-05
14	1,90E-05
7	2,40E-05

5.2. NÍVEIS DE REFERÊNCIA

5.2.1 - Cálculo do fator de conversão de dose para o urânio natural:

Considerem-se as frações em atividade dos radioisótopos do urânio natural, (FAN) e os fatores de conversão de dose (FCD)_S, para material classe S.

TABELA 2. Parâmetros do urânio natural.

Isótopo	(FAN)	(FCD) _S (Sv/Bq)
U-234	0,489	6,80E-06
U-235	0,022	6,10E-06
U-238	0,489	5,70E-06

Portanto, o fator de conversão de dose para o urânio natural, classe S, $e_{(50),S}$, é dado por:

$$e_{(50),S} = 3,33 \times 10^{-6} + 1,34 \times 10^{-7} + 2,79 \times 10^{-6}$$

BIOANÁLISE DE EXCRETAS NA EXPOSIÇÃO A RADIONUCLÍDEOS	Nº: PRO-003	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Logo,

$$e_{(50),S} = 6,25 \times 10^{-6} \text{ Sv/Bq}$$

5.2.2 - Cálculo do limite de incorporação anual para o urânio natural.

O Limite de Incorporação Anual, é dado pela razão entre o Limite Anual de Dose Efetiva, 0,02 Sv e o fator de conversão de dose. Para material classe S, o Limite de Incorporação Anual, LIA_S , é dado por:

$$LIA_S = 0,02 / 6,25 \times 10^{-6} \text{ Sv/Bq}$$

Logo,

$$LIA_S = 3.200 \text{ Bq}$$

5.2.3 - Cálculo do nível de registro derivado e do nível de investigação derivado para a medida de urânio classe s, em urina no programa de rotina.

Considere-se o Nível de Registro Derivado como sendo o valor acima do qual a medida deve ser registrada e interpretada. O valor mínimo detectável pela técnica de medida utilizada deve ser menor ou, no máximo, igual a este valor. O Nível de Registro Derivado para o urânio classe S, para o programa de monitoração de rotina, $NRD_S^{R(1)}$, é dado por⁽¹⁾:

$$NRD_S^R = (1/10) (LIA_S) (T/365)$$

Onde T é o intervalo de monitoração, em dias.

O Nível de Registro Derivado para a medida de urânio classe S na urina, no programa de rotina, $NRD_S^{R_{URINA}}$, é, então, dado por:

$$NRD_S^{R_{URINA}} = f_{u,S}^R NRD_S^R$$

O Nível de Investigação Derivado para a medida de urânio classe S na urina, no programa de rotina, $NID_S^{R_{URINA}}$, é, então, dado por:

$$NID_S^R = (3/10) (LIA_S) (T/365) \text{ e}$$

BIOANÁLISE DE EXCRETAS NA EXPOSIÇÃO A RADIONUCLÍDEOS	Nº: PRO-003	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

$$NID^R_{S^{URINA}} = f^R_{u,S} NID^R_S$$

A tabela 3 mostra os Níveis de Registro Derivados e os Níveis de Investigação Derivados para a medida de urânio na urina, calculados em função dos intervalos de monitoração:

TABELA 3 - Níveis de Registro Derivados e Níveis de Investigação Derivados para Medidas de Urânio em Urina, para o Minério, Classe S, Monitoração de Rotina.

Intervalo de Monitoração (d)	$NRD^R_{S^{URINA}}$ (Bq)	$NID^R_{S^{URINA}}$ (Bq)
360	1,04E-03	3,13E-03
180	6,79E-04	2,04E-03
120	5,47E-04	1,64E-03
90	4,74E-04	1,42E-03
60	4,05E-04	1,22E-03
30	3,16E-04	9,47E-04
14	2,33E-04	7,00E-04
7	1,47E-04	4,42E-04

5.2.4 - Interpretação dos resultados

O intervalo de monitoração definido para coleta de urina do operador será de 180 dias.

Para a avaliação da dose efetiva comprometida devemos primeiro avaliar a atividade incorporada:

$$I = M / f^R_{u,S}$$

BIOANÁLISE DE EXCRETAS NA EXPOSIÇÃO A RADIONUCLÍDEOS	Nº: PRO-003	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Onde:

I - é a incorporação;

M - é o resultado da bioanálise (Bq/dia) e

$f_{u,S}^R$ - é o valor da fração excretada por Bq inalado (tabela 01 do programa).

Com o valor da incorporação, I, é só multiplicar esse valor pelo $e_{(50),S}$, relatado no item 5.4.1 deste programa.

Ações recomendadas pela ICRP após a realização da monitoração de rotina em função do Nível de Referência – NRD e NID:

Menor que o NRD:

- 1 – Não calcular o valor da incorporação
- 2 – Registrar o resultado menor que NRD
- 3 – Anotar o resultado da dose como zero

Entre NRD e NID:

- 1 – Calcular o valor da incorporação
- 2 – Calcular a dose comprometida
- 3 – Registrar o valor da incorporação e das doses no banco de dados

Maior que o NID:

- 1 – Realizar todos os procedimentos do item anterior
- 2 – Proceder investigações no local de trabalho
- 3 – Repetir as monitorações
- 4 – Utilizar técnicas *in vivo* e *in vitro*
- 5 – Rever as frequências de monitoração

BIOANÁLISE DE EXCRETAS NA EXPOSIÇÃO A RADIONUCLÍDEOS	Nº: PRO-003	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

6 – Executar novas medidas para acompanhar a meia-vida biológica da contaminação

7 – Comunicar imediatamente à CNEN.

5.2.5 – Procedimento de coleta de urina

A excreta a ser analisada será toda a urina de um dia de excreção para melhor refletir a incorporação via inalação dos compostos.

Para coleta os trabalhadores devem receber frascos plásticos de 1L limpos, previamente acidulados com 1 mL de ácido nítrico, devidamente identificados, com tampa que não permita vazamento. O material coletado deve ser mantido sob refrigeração. A coleta deve ser feita fora da área controlada de trabalho. O operador deve lavar as mãos antes da coleta e coletar toda urina excretada em 24 horas.

A medicina do trabalho deve fazer a orientação do operador na entrega do frasco e preencher o formulário – RG -Recomendações para Coleta de Amostra de Urina.

5.2.6 – Procedimento de bioanálise de urina

As amostras de urina devem ser encaminhadas para laboratório credenciado e analisadas por ICP-MS (Espectrômetro de massa com plasma indutivamente acoplado).

6. REGISTROS

	TÍTULO DO REGISTRO
RG- medicina	Recomendações para Coleta de Amostra de Urina.

**BIOANÁLISE DE EXCRETAS NA
EXPOSIÇÃO A RADIONUCLÍDEOS**

Nº: PRO-003

Pág.: 00/00

Classificação: Uso interno

Rev.: 00-
00/00/0000**7. RESPONSABILIDADES****Gerência Operacional**

Prover recursos para a realização da bioanálise de excreta (urina).

Informar a medicina a relação de operadores sujeitos a incorporação de urânio pelo organismo.

Supervisor de Radioproteção

Supervisionar as atividades com potencial exposição à radionuclídeos.

Desenvolver e implantar o programa de bioanálise.

Fiscalizar laboratório executor de análise das amostras de excretas (urina).

Interpretar os resultados das análises de excretas dos operadores enviados pelo laboratório executor de análise de amostras.

Elaborar o relatório de estimativa de dose anual e encaminhar para a medicina do trabalho.

Medicina do Trabalho

Convocar o operador para coleta de amostras de urina.

Registrar a orientação de coleta ao operador colhendo assinatura no RG-
Recomendações para Coleta de Amostra de Urina.

Receber do operador os frascos de urina coletados e encaminhá-los ao laboratório credenciado para coleta da amostra.

Receber os resultados do relatório de estimativa de dose do supervisor de radioproteção e informar ao trabalhador.

Manter os resultados da bioanálise arquivados em prontuário individual por operador.

Apoiar no credenciamento do laboratório de coleta das amostras de excretas (urina).

**BIOANÁLISE DE EXCRETAS NA
EXPOSIÇÃO A RADIONUCLÍDEOS**

Nº: PRO-003

Pág.: 00/00

Classificação: Uso interno

Rev.: 00-
00/00/0000**Operador**

Cumprir as recomendações de coleta de excretas definidas no RG–
Recomendações para Coleta de Amostra de Urina.

8. TREINAMENTO

Público alvo: Empregados e contratadas envolvidos na manipulação de material NORM.

Carga Horária: Conforme o procedimento "Treinamento de trabalhadores em radioproteção".

Frequência: Conforme o procedimento "Treinamento de trabalhadores em radioproteção".

CONTROLE DE ACESSO A ÁREAS CONTENDO MATERIAL NORM	Nº: PRO-004	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

I. OBJETIVO

Estabelecer o controle e a conduta de entrada e saída de empregados, em áreas que haja manipulação de amostras de minério NORM.

II. CAMPO DE APLICAÇÃO

Nas dependências do LABORATORIO onde o acesso é controlado.

III. REFERÊNCIAS

- 1 – Norma CNEN – NN-3.01 Diretrizes Básicas de Radioproteção, 2005.
- 2 – PRO: Diretrizes gerais de radioproteção.
- 3 – Programa de higiene ocupacional.

IV. DEFINIÇÕES E CONCEITOS

CNEN: Comissão Nacional de Energia Nuclear.

NORM: Minérios contendo radionuclídeos de ocorrência natural. Materiais que, quando manipulados, podem produzir doses efetivas superiores a 1 mSv por ano ou atividade específica de materiais radioativos superior a 10 Bq/g.

Radionuclídeos: Elementos químicos emissores de radiações ionizantes.

Treinamento em radioproteção: Treinamento que habilita o acesso a áreas e execução de atividades com materiais NORM, conforme PRO específico.

Bioanálise de excreta: Método de análise *in vivo* que consiste em medir a atividade radiológica na excreta de urina e sua interpretação em termos de dose.

PTR: Permissão para trabalho com materiais NORM.

SESMT: Serviço de Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho.

ASO: Atestado de Saúde Ocupacional.

V. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS

CONTROLE DE ACESSO A ÁREAS CONTENDO MATERIAL NORM	Nº: PRO-004	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

Não se aplica.

3. SSO

3.1 Riscos

Não se aplica.

3.2 EPI's

EPI's conforme descrito na PTR.

7. SGQA

7.1 Aspectos ambientais da atividade

Não se aplica.

3. DESCRIÇÃO

O acesso à área, quando houver manipulação de materiais NORM, é exclusivo de empregados que possuam:

- ASO;
- Tenha realizado o programa de bioanálise de excreta;
- Treinamento em radioproteção, conforme PRO específico;
- PTR devidamente assinada pelo SESMT.

3.1 - A emissão da PTR

A PTR deverá ser emitida por plano de trabalho pelo técnico responsável da atividade e liberada por supervisor de radioproteção, após a conferência do ASO e do treinamento em radioproteção.

O técnico responsável pela atividade deverá providenciar o trâmite da PTR.

De posse da PTR devidamente assinada, o trabalhador já está apto e autorizado a acompanhar as atividades.

A PTR deverá ser fixada em local visível na entrada da área onde será realizado o trabalho.

CONTROLE DE ACESSO A ÁREAS CONTENDO MATERIAL NORM	Nº: PRO-004	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

Caso o trabalho venha se estender além do prazo previsto inicialmente, emitir nova PTR.

3.2 - Disposições gerais

O acesso às áreas controladas deve ser registrado por cada empregado, anotando hora de entrada e de saída em RG específico. Este registro deve ser repetido a cada novo acesso.

Caso seja necessária manutenção no local onde está sendo realizada uma atividade com materiais NORM, parar a operação, monitorar o local conforme PRO específico, e descontaminá-lo se necessário antes de executar a manutenção. Anotar na PTR a paralisação por motivo de manutenção, data e período.

Reiniciar as atividades após manutenção, com a emissão de uma nova PTR.

No final de cada jornada de trabalho, em áreas com atividades de exposição a poeiras, tomar banho completo.

Ao término das atividades do plano de trabalho:

- O técnico treinado em radioproteção deve monitorar a área e equipamentos quanto à contaminação. Estando a área sem contaminação, registrar na PTR e liberar para livre acesso. Havendo indicações de contaminação, proceder conforme PRO específico. Monitorar e liberar o local para outras atividades;
- A AREA RESPONSÁVEL deverá encaminhar os documentos (lista de controle de acesso e PTR) para a Segurança do Trabalho, que arquivará para consulta por 2 anos. Após este período, estes documentos deverão ser encaminhados para o arquivo inativo, devendo ser preservados conforme item 11.

4. RESPONSABILIDADES

Supervisor de radioproteção

Treinar os empregados neste procedimento.

Avaliar e autorizar a PTR, nos itens sob sua responsabilidade.

CONTROLE DE ACESSO A ÁREAS CONTENDO MATERIAL NORM	Nº: PRO-004	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Liberar o acesso à área através da PTR, após monitoração e encerramento das atividades do plano de trabalho correspondente.

Segurança do Trabalho

Providenciar (contratar) os treinamentos dos empregados.

Treinar os empregados neste procedimento.

Garantir a disponibilidade do equipamento para a monitoração de área.

Monitorar a área controlada radiologicamente.

Arquivar os registros de monitoração radiológica dos locais e dos trabalhadores.

Monitorar a contaminação e liberar o acesso às áreas de trabalho com materiais NORM após encerramento das atividades.

Medicina do Trabalho

Avaliar e autorizar os operadores nos itens sob sua responsabilidade (ASO).

Encaminhar a lista atualizada contendo a aptidão dos operadores para o SESMT e para o supervisor de radioproteção.

Engenheiro responsável pelo plano de trabalho

Solicitar ao técnico responsável da atividade a emissão da PTR correspondente ao plano de trabalho a ser executado.

Controlar as PTR's e as listas de controle de acesso emitidas durante as atividades do plano de trabalho.

Encaminhar as PTR's e as listas de controle de acesso para a Segurança do Trabalho.

10. TREINAMENTO

Público alvo: Empregados envolvidos na manipulação de materiais NORM.

Carga Horária: Conforme o PRO "Treinamento de trabalhadores em radioproteção".

Freqüência: Conforme o PRO "Treinamento de trabalhadores em radioproteção".

CONTROLE DE ACESSO A ÁREAS CONTENDO MATERIAL NORM	Nº: PRO-004	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

11. REGISTROS

REF. INTERNA/	TÍTULO DO REGISTRO	TEMPO MÍNIMO DE	LOCAL DE ARQUIVO	RESPONSÁVEL
RG SSO LABORATÓRIO	PTR – Permissão para trabalho com material NORM	Internamente por 2 anos	(sala de arquivo)	Segurança do Trabalho
		Arquivo inativo: 75 anos de idade e 30 anos após término da ocupação	Empresa terceirizada	Empresa terceirizada
RG SSO LABORATÓRIO	Lista de Controle de Acesso às Áreas	Internamente por 2 anos	(sala de arquivo)	Segurança do Trabalho
		Arquivo inativo: 75 anos de idade e 30 anos após término da ocupação	Empresa terceirizada	Empresa terceirizada

12. ANEXO

Anexo I: Formulário da PTR – Permissão para trabalhos com radiação.

Anexo II: Lista de controle de acesso.

CONTROLE DE ACESSO A ÁREAS CONTENDO MATERIAL NORM	Nº: PRO-004	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

Recomendações Gerais

- 1 – Siga rigorosamente as recomendações relativas às atividades / tarefas a serem executadas
- 2 – Antes de iniciar os serviços, certifique-se que todos os cuidados foram tomados
- 3 – Esta PTR é válida somente quando os campos de assinatura estiverem devidamente assinados

Engenheiro Responsável:	Técnico AREA RESPONSÁVEL:
Projeto:	Plano de Trabalho:

Trabalho a ser executado:

Data Início:	Data Fim:
---------------------	------------------

Área:

☐ **Preparação Amostra** ☐ **Densidade//Cyclosizer**

☐ **Flotação/Lixiviação/Concentração**

<input type="checkbox"/> Mascara PF3	<input type="checkbox"/> Luva	<input type="checkbox"/> Luva
<input type="checkbox"/> Luva	<input type="checkbox"/> Jaleco	<input type="checkbox"/> Jaleco
<input type="checkbox"/> Óculos	<input type="checkbox"/> Óculos	<input type="checkbox"/> Óculos
<input type="checkbox"/> Jaleco	<input type="checkbox"/> Sapato de Segurança	<input type="checkbox"/> Sapato de Segurança
<input type="checkbox"/> Sapato de Segurança		
<input type="checkbox"/> Protetor Auricular		

CONTROLE DE ACESSO A ÁREAS
CONTENDO MATERIAL NORM

Nº: PRO-004

Pág.: 00/00

Classificação: Uso interno

Rev.: 00-
00/00/0000

* Fica indispensável a limpeza do local e o uso de EPI conforme descrição acima

Engenheiro Responsável:

Assinatura:

Data:

Supervisor de Radioproteção:

Assinatura:

Data:

Nome(s) do(s) participantes	Matricula	Gerência	Assinatura(s)
01) Eng. Responsável:			
02) Tec.:			
03) Tec. Segurança:			
04)			
05)			

Monitoração da área:

Maior valor medido:

Necessita descontaminação?

☐

Sim

☐

Não

Valor medido após a descontaminação:

Assinatura:

Data:

CONTROLE DE ACESSO A ÁREAS CONTENDO MATERIAL NORM	Nº: PRO-004	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

Liberação da área:

Data:

Liberado: ☐ ☐ Sim ☐ Não

Assinatura (Supervisão Radioproteção):

Comentários do(s) executante(s):

(Ocorreu algum fato relevante referente à segurança durante a execução do trabalho.

Ex: manutenção)

Engenheiro Responsável:

Técnico AREA RESPONSÁVEL:

Projeto:

Plano de Trabalho:

Trabalho a ser executado:

Data Início:

Data Fim:

Área de controle de acesso:

CONTROLE DE ACESSO A ÁREAS CONTENDO MATERIAL NORM	Nº: PRO-004	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

Nome(s) do(s) autorizados	Matricula	Data	HORA		Assinatura(s)
			Entrada	Saída	
01)					
02)					
03)					
04)					
05)					
06)					

Assinatura do responsável:

Data:

DESCONTAMINAÇÃO DE ÁREAS, TRABALHADORES E EQUIPAMENTOS EM TRABALHOS DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-005	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

1. OBJETIVO

Definir as medidas técnicas para a remoção de radionuclídeos naturais presentes nas áreas de trabalho, nos equipamentos, ferramentas, roupas, etc.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Nas atividades envolvendo o processamento de materiais NORM nas instalações do LABORATORIO.

3. REFERÊNCIAS

- 1 – Norma CNEN-NE-3.01 – Diretrizes básicas de radioproteção, 2005.
- 2 – Norma CNEN–NN-4.01 – Requisitos de segurança e proteção radiológica para instalações minero industriais, 2003.
- 3 – PRO Diretrizes gerais de radioproteção.
- 4 – LAIA: Levantamento de aspectos e impactos ambientais de atividades com materiais NORM.
- 5 – LPD: Levantamento de perigos e danos de atividades com materiais NORM.
- 6 - PRO -010 “Classificação, coleta e estocagem de resíduos para descarte”.

4. DEFINIÇÕES E CONCEITOS

CNEN: Comissão Nacional de Energia Nuclear.

NORM: Minérios contendo radionuclídeos de ocorrência natural. Materiais que, quando manipulados, podem produzir doses efetivas superiores a 1 mSv por ano ou atividade específica de materiais radioativos superior a 10 Bq/g.

Radionuclídeos: Elementos químicos emissores de radiação ionizante.

Concentração de atividade (Bq/g ou Bq/L): atividade dos radionuclídeos por unidade de massa ou volume.

BG: Radiação de fundo (do inglês *background*).

DESCONTAMINAÇÃO DE ÁREAS, TRABALHADORES E EQUIPAMENTOS EM TRABALHOS DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-005	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

PTR: Permissão para trabalho com materiais NORM.

ASO: Atestado de Saúde Ocupacional.

Descontaminação: Remoção de material radioativo presente de forma não desejada em superfícies móveis, ferramentas, roupas, equipamentos, etc., até que a concentração de atividade atinja um nível igual ou menor que o BG.

5. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS

Monitor de taxa de exposição com sonda pan cake acoplada.

Planilha do RG - Formulário de Descontaminação.

Solução aquosa contendo detergente;

Solução de ácido sulfúrico diluído a 5 % em peso.

6. SSO

6.1 Riscos

Os riscos para as atividades de processamento são: exposição a radiações ionizantes e produtos químicos (uso de soluções ácidas).

6.2 EPI's

Máscara semi-facial com filtro tipo P3;

Luva de acordo com procedimento operacional da atividade;

Avental;

Óculos;

Sapato de segurança;

Demais EPI's e EPC's pertinentes à segurança de trabalho.

7. SGQA

7.1 Aspectos ambientais da atividade

DESCONTAMINAÇÃO DE ÁREAS, TRABALHADORES E EQUIPAMENTOS EM TRABALHOS DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-005	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Os aspectos ambientais envolvidos nas atividades de processamento são: emissão de radioatividade e geração de resíduos especiais. As planilhas a consultar:

- LAIA – Levantamento de aspectos e impactos ambientais.
- PRO “Identificação e avaliação de aspectos e impactos ambientais”.

8. DESCRIÇÃO

8.1 Geral

Só poderão executar as atividades de descontaminação os trabalhadores que:

- Tenham treinamento específico em radioproteção dentro do tempo de validade (um ano);
- Tenham em sua posse a PTR, devidamente assinada.

Somente descontaminar equipamentos nos locais determinados no plano de trabalho.

Para a descontaminação, as instruções para manuseio são:

- Só entrar nas áreas os trabalhadores autorizados;
- Não ingerir alimentos ou água;
- Não fumar;
- Não usar maquiagem;
- Usar cabelos presos e touca;
- Não usar barba.

Antes de se iniciar as medidas dos valores propriamente ditos, deve-se efetuar a medida do valor de referencia, background (BG), e anotá-lo na mesma planilha do local a ser monitorado. Caso o monitor disponha de recurso, medir o BG máximo, realizando 01 medida. Caso não disponha, realizar ao menos 05 medidas em local fora do ambiente a ser monitorado, que não sofra influência de fontes de radiação, e adotar o maior valor.

Medir a taxa de exposição nos locais de interesse, isto é, onde haja suspeita de contaminação.

DESCONTAMINAÇÃO DE ÁREAS, TRABALHADORES E EQUIPAMENTOS EM TRABALHOS DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-005	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Comparar a medida de cada local de interesse com o BG máximo.

8.2 Critérios

Se a medida for inferior ao BG máximo, liberar.

Se a medida de interesse for igual ou superior ao BG máximo, proceder à descontaminação.

8.3 Descontaminação

De trabalhadores.

Monitorar o trabalhador (roupas, cabelos, mãos e sola dos sapatos).

Aplicar o critério de descontaminação.

Em caso de contaminação, solicitar ao trabalhador que tome banho com sabonete.

Após o banho, repetir a monitoração.

Caso ainda permaneça a contaminação, procurar supervisor de radioproteção responsável.

Todas as medidas realizadas devem ser registradas na planilha do RG.

De locais e equipamentos.

Monitorar o local ou o equipamento de interesse.

Seguir o critério de realização de descontaminação.

Lavar o local ou material com solução aquosa com detergente, secar, e após, repetir a medida.

Se continuar a presença de contaminação, lavar o local ou material com solução aquosa ácida, enxaguar, secar, e após, repetir a medida seguindo o critério de descontaminação.

Caso ainda permaneça a contaminação, procurar o supervisor de radioproteção responsável.

Todas as medidas realizadas devem ser registradas na planilha do RG.

DESCONTAMINAÇÃO DE ÁREAS, TRABALHADORES E EQUIPAMENTOS EM TRABALHOS DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-005	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

9. RESPONSABILIDADES

Supervisor de Radioproteção

Treinar os empregados neste procedimento.

Avaliar e autorizar a PTR, nos itens sob sua responsabilidade.

Acompanhar os resultados das monitorações radiométricas.

Dar suporte técnico às atividades.

Atuar nas anormalidades.

Segurança do Trabalho

Monitorar locais de trabalho.

Monitorar trabalhadores.

Arquivar documentos.

Medicina do Trabalho

Atualizar e emitir o ASO.

Engenheiro de Processos

Providenciar a caracterização do material.

Seguir os procedimentos NORM.

Solicitar a emissão da PTR..

Meio Ambiente

Dar suporte técnico quanto aos aspectos e aos impactos ambientais relacionados à atividade;

Assegurar que as medidas adotadas estejam em conformidade com a legislação ambiental aplicável.

10. TREINAMENTO

DESCONTAMINAÇÃO DE ÁREAS, TRABALHADORES E EQUIPAMENTOS EM TRABALHOS DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-005	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Público alvo: Empregados envolvidos no processamento de materiais NORM.

Carga horária: Conforme PRO "Treinamento de trabalhadores em radioproteção".

Frequência: Conforme PRO "Treinamento de trabalhadores em radioproteção".

11. REGISTROS

REF. INTERNA/ NÚMERO DO	TÍTULO DO REGISTRO	TEMPO MÍNIMO DE RETENÇÃO	LOCAL DE ARQUIVO	RESPONSÁ VEL PELO ARQUIVAM
RG LABORATORIO	Gerência de Materiais NORM e	Internamente por 2 anos	(sala de arquivo)	Segurança do Trabalho
RG LABORATORIO	Inventário de materiais NORM.	Arquivo inativo	Empresa terceirizada	Empresa terceirizada

12. ANEXO

DESCONTAMINAÇÃO DE ÁREAS, TRABALHADORES E EQUIPAMENTOS EM TRABALHOS DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-005	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Anexo I: RG - Formulário de Descontaminação.

Nome do Empregado: _____

Gerência: _____

Setor: _____ **Matricula:** _____

Data: _____

Medição da radiação de fundo: _____ (Bq/cm²)

Medição do local de interesse ou material.

Objeto monitorado	Maior valor obtido (Bq/cm ²)	Necessita de descontaminação	Valor após descontaminação (Bq/cm ²)

Descontaminar se Valor medido \geq BG máximo.

Liberação da área e/ou materiais:

Data _____

Assinatura: _____

RECEBIMENTO E TRANSPORTE DE MATERIAL NORM	Nº: PRO-006	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

1. OBJETIVO

Definir as condições técnicas para o transporte de materiais NORM e o seu recebimento no LABORATORIO.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Nas dependências do LABORATORIO e no transporte de amostras no Brasil.

3. REFERÊNCIA

Termo de referência "Controle da atividade de transporte de materiais radioativos no Brasil", termo de referência entre o IBAMA e a CNEN, 2001.

Norma CNEN-NE-5.01, Transporte de materiais radioativos, 1988.

4. DEFINIÇÕES E CONCEITOS

NORM: Minérios contendo radionuclídeos de ocorrência natural. Materiais que quando manipulados podem produzir doses efetivas superiores a 1 mSv por ano ou que tenham concentração de atividade de radionuclídeos naturais iguais ou superiores a 10 Bq/g.

IBAMA: Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

CNEN: Comissão Nacional de Energia Nuclear.

U-nat: U-238, U-234 e U-235 em sua composição natural.

A2: Apresenta o valor básico da atividade de um radionuclídeo no caso de não se tratar de material radioativo sob forma especial (item 4.2 da Norma CNEN-NE-5.01).

5. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS

Monitor de radiação com sonda Geiger Muller.

6. SSO

6.1 Riscos

RECEBIMENTO E TRANSPORTE DE MATERIAL NORM	Nº: PRO-006	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Radiação ionizante.

6.2 EPI's

Não se aplica.

7. SGQA

7.1 Aspectos ambientais da atividade

Não se aplica.

8. DESCRIÇÃO

Este Padrão Técnico de Processo foi realizado para nortear as ações pertinentes ao transporte de materiais NORM à luz das normas da CNEN e do IBAMA e o seu recebimento no LABORATORIO.

8.1. Transporte de material NORM

A Norma aplicável é: "Termo de Referência - Controle da Atividade de Transporte de Materiais Radioativos no Brasil" IBAMA / CNEN.

O item 4.1 deste Termo de Referência especifica no item e que a Norma não se aplica a:

e) material natural e minérios contendo radionuclídeos que ocorrem naturalmente que não estão destinados a serem processados para o uso desses radionuclídeos se a concentração de atividade do material não ultrapassar 10 vezes os valores especificados na tabela 1.

De acordo com a Norma CNEN-NE-5.01, tabela 1, verifica-se que para U-nat o valor de A2 é "não limitado", podendo-se transportar qualquer quantidade de material contendo essa composição de radionuclídeo (U-nat).

A norma CNEN-NE-5.01 item 4 especifica que material radioativo para efeito de transporte é qualquer material com atividade específica superior a 70 kBq/kg (ou aprox. 2×10^{-9} Ci/g ou 2nCi/g).

RECEBIMENTO E TRANSPORTE DE MATERIAL NORM	Nº: PRO-006	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Portanto, estando o material NORM com atividade específica igual ou inferior a 70 kBq/kg, não existe a necessidade de procedimentos específicos de transporte.

Estando o material NORM com atividade superior a 70 kBq/kg, um plano de transporte baseado na norma CNEN-NE-5.01, deve ser realizado por um supervisor credenciado pela CNEN.

8.2. Recebimento de material NORM

As amostras recebidas pelo LABORATORIO (exemplos: provenientes de frentes de pesquisa, de universidades, de laboratórios, pilotagens, etc.) com indícios de material NORM, serão avaliadas no LABORATORIO quanto à taxa de exposição externa. A decisão quanto ao fluxo de tratamento das amostras baseia-se na análise radiométrica e na estimativa de dose, conforme a Figura 1 em anexo.

9. RESPONSABILIDADES

Segurança do Trabalho

Providenciar a classificação do material quanto a NORM, segundo o PRO "Diretrizes gerais de radioproteção".

Supervisor de Radioproteção

Avaliar os materiais através de medidas de taxa de exposição, análise radiométrica e estimativa de dose dos trabalhadores.

Demais trabalhadores

Comunicar a segurança do trabalho e ao supervisor qualquer informação adicional que possa contribuir na avaliação do material como NORM.

10. TREINAMENTO

Conforme PRO específico de treinamento.

11. REGISTROS

RECEBIMENTO E TRANSPORTE DE MATERIAL NORM	Nº: PRO-006	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

EF. TERNA/	TÍTULO DO REGISTRO	RECUPERAÇ ÃO	TEMPO MÍNIMO DE	LOCAL DE	RESPONSAV EL PELO	ARQUIV 0
ão se plica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

12. ANEXO

Anexo I: Diagrama de recebimento de materiais NORM.

Anexo II: Inventário de materiais NORM.

RECEBIMENTO E TRANSPORTE DE MATERIAL NORM

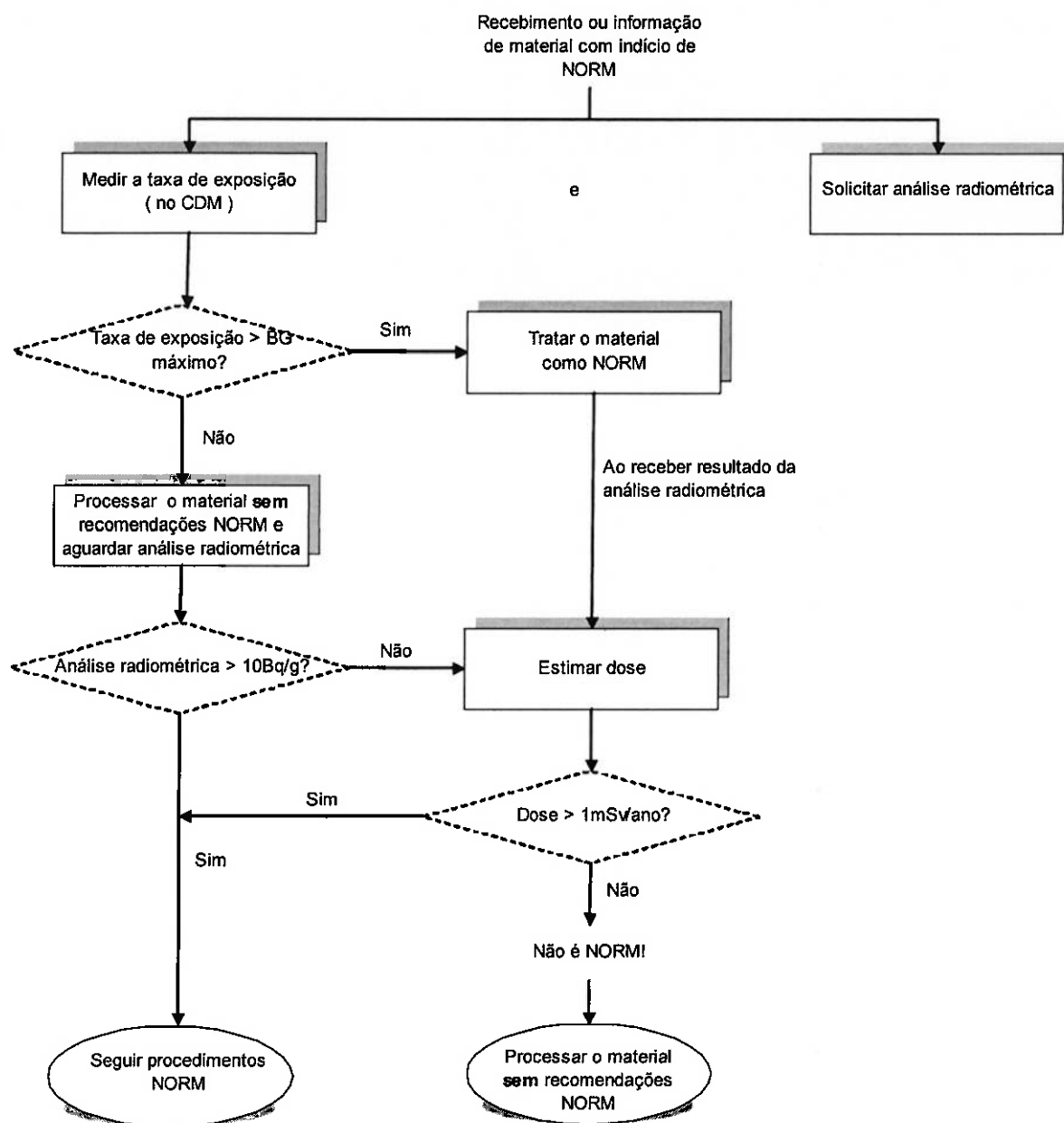
Nº: PRO-006

Pág.: 00/00

Classificação: Uso interno

Rev.: 00-00/00/0000

Diagrama de recebimento de materiais NORM



PROCESSAMENTO FÍSICO E QUÍMICO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-007	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

1. OBJETIVO

Estabelecer o controle e a conduta dos trabalhadores no processamento de materiais NORM.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Nas atividades envolvendo o processamento de materiais NORM nas instalações do LABORATORIO.

3. REFERÊNCIA

- 1 – Norma CNEN-NE-3.01 – Diretrizes básicas de radioproteção, 2005.
- 2 – Norma CNEN – NN 4.01 – Requisitos de segurança e proteção radiológica para instalações minero industriais, 2003.
- 3 – PRO Diretrizes gerais de radioproteção.
- 4 – LAIA: Levantamento de aspectos e impactos ambientais de atividades com materiais NORM.
- 5 – LPD: Levantamento de perigos e danos de atividades com materiais NORM.

4. DEFINIÇÕES E CONCEITOS

CNEN: Comissão Nacional de Energia Nuclear.

NORM: Minérios contendo radionuclídeos de ocorrência natural. Materiais que, quando manipulados, podem produzir doses efetivas superiores a 1 mSv por ano ou atividade específica de materiais radioativos superior a 10 Bq/g.

TENORM: Materiais provenientes de materiais NORM, enriquecidos tecnologicamente, por exemplo, através do seu processamento físico ou químico.

Radionuclídeos: Elementos químicos emissores de radiação ionizante.

Concentração de atividade (Bq/g ou Bq/L): atividade dos radionuclídeos por unidade de massa ou volume.

PROCESSAMENTO FÍSICO E QUÍMICO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-007	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

BG: Radiação de fundo (do inglês *background*).

Treinamento em radioproteção: Treinamento que habilita o acesso a áreas e execução de atividades com materiais NORM, conforme PRO "Treinamento de trabalhadores em radioproteção".

Bioanálise de excreta: Método de análise *in vivo* que consiste em medir a atividade na excreta de radionuclídeo e sua interpretação em termos de dose.

PTR: Permissão para trabalho com materiais NORM.

ASO: Atestado de Saúde Ocupacional.

5. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS

Não se aplica.

6. SSO

6.1 Riscos

Os riscos para as atividades de processamento são: exposição a radiações ionizantes e incorporação de aerossol radioativo.

6.2 EPI's

EPI's conforme descrito na PTR.

7. SGQA

7.1 Aspectos ambientais da atividade

Os aspectos ambientais envolvidos nas atividades de processamento são: emissão de radioatividade e geração de resíduos especiais.

Para a execução deste PRO o operador deve conhecer a planilha "LAIA – Levantamento e Avaliação de Aspectos e Impactos" onde se encontram discriminados todos os aspectos das tarefas e os procedimentos (PRO's) a serem seguidos para prevenir os impactos . As seguintes planilhas devem ser consultadas:

PROCESSAMENTO FÍSICO E QUÍMICO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-007	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

- “Atividades com materiais NORM”
- “Preparação de amostras”
- “Cominuição”

Os materiais resultantes do processamento devem ser destinados conforme PRO's específicos.

8. DESCRIÇÃO

8.1 Geral

As amostras NORM devem ser manipuladas com base nas normas, procedimentos e programas descritos no PRO “Diretrizes gerais de radioproteção”.

O material a ser processado como NORM deverá ter sido previamente classificado. Caso a amostra com indícios de ser NORM já se encontre em processo e não tenha sido ainda classificada, o engenheiro responsável deverá solicitar sua classificação.

O acesso de trabalhadores às áreas ou laboratórios destinados ao processamento dos materiais NORM deve seguir o PRO específico “Controle de acesso a áreas contendo material NORM”.

Durante a realização das atividades com os materiais NORM os ambientes serão monitorados quanto a aerossóis, tanto baixos fluxo quanto alto fluxo, e também quanto à radiação externa.

Além das normas, procedimentos e programas, condutas de radioproteção devem ser seguidas pelos trabalhadores visando à redução das doses. Estas condutas são:

- Só entrar nas áreas os trabalhadores autorizados;
- Não manipular amostras fora dos locais determinados no plano de trabalho para tal fim;
- Guardar os EPI's no local de trabalho;

PROCESSAMENTO FÍSICO E QUÍMICO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-007	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

- Não permanecer desnecessariamente nas proximidades de materiais NORM ou de fontes de geração de poeira, no beneficiamento físico;
- Manter ferimentos cobertos enquanto estiver nos locais de trabalho;
- Não fumar;
- Não beber;
- Não comer;
- Não usar maquiagem;
- Trabalhar com o sistema de exaustão em funcionamento durante o beneficiamento;
- Manter os locais de trabalho constantemente limpos;
- Em áreas com atividades de exposição a poeiras, tomar banho completo após o término do expediente.

Ao manipular material NORM na forma líquida, deve-se forrar a bancada com borracha. Caso haja derramamento, limpar com um pano umedecido, que deverá ser lavado a seguir, recolhendo os efluentes.

Após o término das atividades com o material NORM, as áreas ou laboratórios devem ser monitorados para fins de certificação de não estarem contaminados ou de necessitarem descontaminação, conforme PRO específico.

8.2 – Controle de materiais NORM

O processamento de amostras de materiais NORM gera produtos e resíduos, sólidos e líquidos, além de sobras de matéria prima.

Todo esse material deve ser contabilizado em cada processamento realizado, sendo utilizada para isso a planilha do RG "Gerência de materiais NORM", cujo modelo é apresentado no Anexo I.

No encerramento do plano de trabalho, o técnico de processos AREA RESPONSÁVEL deve encaminhar o RG preenchido à Segurança do Trabalho, para arquivamento e outras providências.

PROCESSAMENTO FÍSICO E QUÍMICO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-007	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Os rejeitos sólidos serão previamente avaliados pela medida do nível de radiação, sendo liberados como rejeito comum quando o nível de radiação for menor que o BG máximo. Os rejeitos sólidos com nível de radiação superior ao BG máximo e os rejeitos líquidos gerados deverão ser radiologicamente caracterizados relativo aos radionuclídeos de meia vida longa (urânio, tório, rádio e chumbo), sendo sua destinação feita conforme PRO's específicos.

Os materiais sólidos e líquidos classificados como "NORM" deverão ser inventariados, conforme RG "Inventário de materiais NORM", cujo modelo é apresentado no Anexo II.

9. RESPONSABILIDADES

Supervisor de Radioproteção

Treinar os empregados neste procedimento.

Avaliar e autorizar a PTR, nos itens sob sua responsabilidade.

Acompanhar os resultados das monitorações radiométricas.

Dar suporte técnico às atividades.

Atuar nas anormalidades.

Segurança do Trabalho

Monitorar locais de trabalho.

Monitorar trabalhadores.

Arquivar documentos.

Medicina do Trabalho

Atualizar e emitir o ASO.

Engenheiro de Processos

Providenciar a caracterização do material.

Seguir os procedimentos NORM.

PROCESSAMENTO FÍSICO E QUÍMICO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-007	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

Solicitar a emissão da PTR.

Meio Ambiente

Dar suporte técnico quanto aos aspectos e aos impactos ambientais relacionados à atividade;

Assegurar que as medidas adotadas estejam em conformidade com a legislação ambiental aplicável.

10. TREINAMENTO

Público alvo: Empregados envolvidos no processamento de materiais NORM.

Carga horária: Conforme PRO “Treinamento de trabalhadores em radioproteção”.

Frequência: Conforme PRO “Treinamento de trabalhadores em radioproteção”.

11. REGISTROS

REF. INTERNA/ NÚMERO DO RG	TÍTULO DO REGISTRO	TEMPO MÍNIMO DE RETENÇÃO	LOCAL DE ARQUIVO	RESPONSÁVEL PELO ARQUIVAMENTO
RG LABORATORIO	Gerência de Materiais NORM	Internamente por 2 anos	(sala de arquivo)	Segurança do Trabalho
RG LABORATORIO	e Inventário de materiais NORM.	Arquivo inativo	Empresa terceirizada	Empresa terceirizada

GERÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-008	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

1. OBJETIVO

Definir as medidas técnicas para o controle, o armazenamento e a disposição de resíduos sólidos NORM. Este procedimento contempla os requisitos aplicáveis da norma CNEN-NE 6.05.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Nas dependências do LABORATORIO, onde haja atividades com materiais NORM ou materiais deles derivados.

3. REFERÊNCIAS

- 1 – Norma CNEN – NN – 3.01 – Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica, 2005.
- 2 – Norma CNEN – NE – 6.02 – Licenciamento de instalações radiativas, 1998.
- 3 – Norma CNEN – NE – 6.05 – Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Radiativas, 1985.
- 4 – PRO - "Diretrizes gerais de radioproteção".

4. DEFINIÇÕES E CONCEITOS

CNEN: Comissão Nacional de Energia Nuclear.

NORM: Do inglês "Materiais com ocorrência natural de radionuclídeos". Materiais que quando manipulados podem produzir doses efetivas superiores a 1 mSv/a ou que tenham atividade superior a 10 Bq/g.

Concentração de atividade (Bq/g): atividade dos radionuclídeos por unidade de massa.

BG: Radiação de fundo (do inglês *background*).

Resíduo: Qualquer material resultante de atividade humana cuja reutilização é imprópria, ou não prevista, podendo este ser na forma líquida, sólida ou gasosa.

GERÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-008	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Rejeito radioativo: Qualquer material resultante de atividade humana que contenha radionuclídeos em quantidade superiores aos limites de isenção especificados na norma CNEN-NE-6.02: "Licenciamento de instalações radiativas", e para o qual a reutilização é imprópria ou não é prevista.

Emissores alfa: Radionuclídeos cuja emissão de radiação corpuscular é a partícula alfa. Para este procedimento os radionuclídeos de interesse são: U-238, U-234, U-235, Th-230, Th-228, Th-232 e Ra-226.

Emissores beta: Radionuclídeos cuja emissão de radiação corpuscular é a partícula beta. Para este procedimento os radionuclídeos de interesse são: Ra-228 e o Pb-210.

5. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS

- Sacos plásticos;
- Tambores metálicos;
- Monitor de radiação;
- Pallets.

6. SSO

6.1 Riscos

Os riscos envolvidos no manuseio dos resíduos sólidos são: exposição à radiação ionizante e incorporação de aerossol radioativo.

Para a execução deste PRO o operador deve conhecer as planilhas "Identificação de Perigos e Danos e Classificação de Riscos" onde se encontram discriminados todos os riscos das tarefas e os procedimentos (PRO's). As seguintes planilhas devem ser consultadas:

- "Atividades com materiais NORM"
- "Preparação de amostras"
- "Cominuição"

GERÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-008	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

Para executar as atividades deste PRO, é necessário que os trabalhadores:

- Tenham treinamento conforme PRO específico;
- Atendam os requisitos de treinamento;
- Tenham em sua posse a PTR, devidamente assinada;
- Atendam os requisitos e recomendações especificados no plano de trabalho.

Além das normas, procedimentos e programas, condutas de radioproteção devem ser seguidas pelos trabalhadores visando à redução das doses. Estas condutas são:

- Não manipular amostras fora dos locais determinados no plano de trabalho para tal fim;
- Guardar os EPI's no local de trabalho;
- Só entrar nas áreas os trabalhadores autorizados;
- Manter ferimentos cobertos enquanto estiver nos locais de trabalho;
- Não permanecer desnecessariamente nas proximidades de materiais NORM ou de fontes de geração de poeira, no beneficiamento físico;
- Não ingerir alimentos ou água;
- Não fumar;
- Não usar maquiagem;
- Usar cabelos presos;
- Não usar barba;
- Em áreas com atividades de exposição a poeiras, tomar banho completo após o término do expediente.

6.2 EPI's

EPI's conforme descrito na PTR.

7. SGQA

GERÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-008	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

7.1 Aspectos ambientais da atividade

Os aspectos ambientais envolvidos nas atividades de processamento são: emissão de radioatividade e geração de resíduos especiais.

Para a execução deste PRO o operador deve conhecer a planilha “LAIA – Levantamento e Avaliação de Aspectos e Impactos” onde se encontram discriminados todos os aspectos das tarefas e os procedimentos (PRO’s) a serem seguidos para prevenir os impactos . As seguintes planilhas devem ser consultadas:

- “Atividades com materiais NORM”
- “Preparação de amostras”
- “Cominuição”

8. DESCRIÇÃO

Os resíduos sólidos gerados durante o processamento dos materiais NORM deverão ser analisados primeiramente com o monitor de radiação, de forma a verificar se esta se encontra acima do nível máximo do BG local.

Cada resíduo gerado será pesado e esse resultado será anotado no RG específico “Gerência de materiais NORM”, apresentado no Anexo I, bem como o resultado da avaliação com o monitor. Proceder inicialmente da seguinte maneira:

- **Avaliação radiológica menor que o BG máximo**
Proceder conforme PRO--010 e PRO--033;
- **Avaliação radiológica maior que o BG máximo**

Os resíduos sólidos gerados serão armazenados temporariamente como NORM em sacos plásticos, dentro de um tambor, enquanto são analisados radiometricamente quanto aos radionuclídeos alfa emissores (U-238, U-234, U-235, Th-230, Th-228, Th-232 e Ra-226) e beta emissores (Ra-228 e Pb-210).

GERÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-008	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

De posse da caracterização radiológica, os valores das concentrações de atividade de todos os radionuclídeos serão somados, e a decisão sobre a disposição dos resíduos será feita observando-se os seguintes limites de norma:

- **Concentrações de atividade menores que 75 Bq/g**

O resíduo está liberado radiologicamente para disposição em aterro, entretanto para sua classificação quanto a riscos ambientais deverá ser consultado o PRO--010.

- **Concentrações de atividade entre 75 Bq/g e 500 Bq/g**

O resíduo será acondicionado em tambores e armazenado como NORM. Entretanto, esse resíduo só deve ter destinação sob orientação de um supervisor de radioproteção credenciado pela CNEN.

- **Concentrações de atividade superiores a 500 Bq/g**

O resíduo deverá ser armazenado em tambores como resíduo perigoso, e o supervisor de radioproteção deverá consultar a CNEN quanto a sua destinação.

Nos casos em que a concentração de atividade estiver acima de 75 Bq/g, os materiais devem ser inventariados, preenchendo a planilha do RG específico "Inventário de materiais NORM". Modelo do RG é apresentado no Anexo II.

A seqüência da execução descrita acima pode ser visualizada no fluxograma no Anexo III.

Os demais resíduos gerados no processo a ser descartados, como por exemplo, máscaras descartáveis, embalagens, sacos plásticos, papéis filtro, etc., deverão ser lavados antes de descartados, conforme PRO específico "Descontaminação de áreas, trabalhadores e equipamentos em trabalhos com materiais NORM". Atender ao PRO--010 e também ao PRO "Gerência de resíduos líquidos gerados no processamento de materiais NORM".

9. RESPONSABILIDADES

GERÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-008	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Supervisor de Radioproteção

Dar suporte técnico, supervisionando as atividades com potencial exposição à radionuclídeos, acompanhando os resultados das monitorações radiométricas, propondo melhorias.

Treinar os trabalhadores em radioproteção e atuar nas anormalidades, comunicando a CNEN sobre rejeitos com concentração de atividade superior a 500 Bq/g.

Segurança do Trabalho

Monitorar locais de trabalho e os trabalhadores.

Arquivar documentos e fazer cumprir este procedimento.

Medicina do Trabalho

Atualizar e emitir o ASO.

Engenheiros de Processos

Providenciar a caracterização do material e seguir os procedimentos NORM.

Meio Ambiente

Dar suporte técnico quanto aos aspectos e aos impactos ambientais relacionados à atividade;

Assegurar que as medidas adotadas estejam em conformidade com a legislação ambiental.

10. TREINAMENTO

Público alvo: Empregados envolvidos no processamento de materiais NORM.

Carga horária: Conforme PRO específico "Treinamento de trabalhadores em radioproteção".

Freqüência: Conforme PRO específico "Treinamento de trabalhadores em radioproteção".

GERÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-008	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

11. REGISTROS

REF. INTERNA/	TÍTULO DO REGISTRO	TEMPO MÍNIMO DE	LOCAL DE ARQUIVO	RESPONSÁVEL PELO
RG LABORATORIO e	Gerência de Materiais NORMm e	Internamente por 2 anos	(sala de arquivo)	Segurança do Trabalho
RG LABORATORIO	Inventário de Materiais NORM	Arquivo inativo: 75 anos de idade e 30 anos após término da ocupação	Empresa terceirizada	Empresa terceirizada

12. ANEXO

Anexo I: Classificação de Registros Sólidos e Destinação.

**GERÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS
GERADOS NO PROCESSAMENTO DE
MATERIAIS NORM**

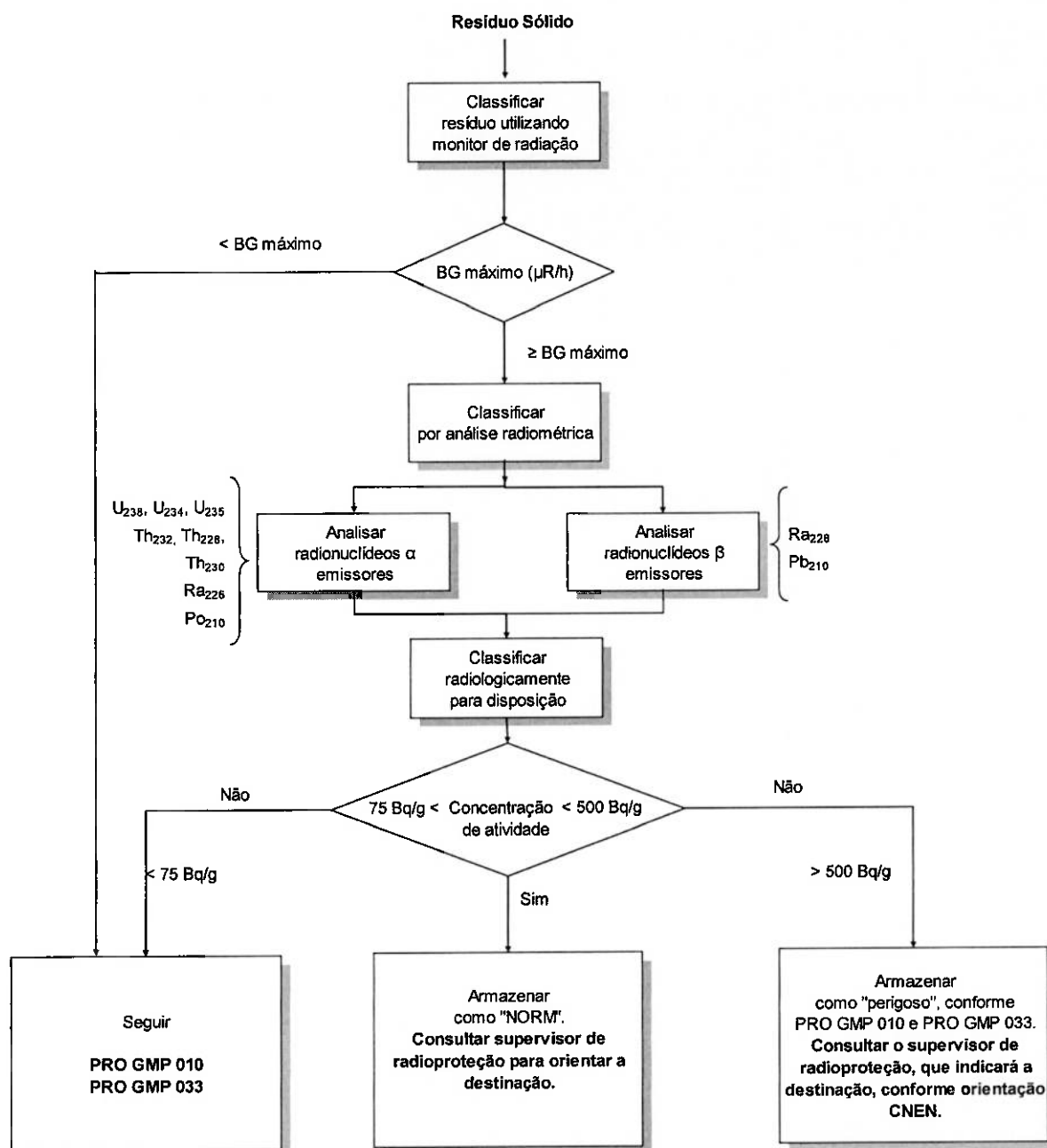
Nº: PRO-008

Pág.: 00/00

Classificação: Uso interno

Rev.: 00-
00/00/0000

ANEXO I: CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E DESTINAÇÃO



GERÊNCIA DE RESÍDUOS LÍQUIDOS GERADOS NO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-002	Pág.: 1/
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

1. OBJETIVO

Definir as medidas técnicas para o controle, o armazenamento e a disposição de resíduos líquidos NORM. Este procedimento contempla os requisitos aplicáveis da norma CNEN-NE 6.05.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Nas dependências do LABORATORIO, onde haja atividades com materiais NORM ou materiais deles derivados.

3. REFERÊNCIAS

1 – Norma CNEN – NN – 3.01 – Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica, 2005.

2 – Norma CNEN – NE – 6.02 – Licenciamento de instalações radiativas, 1998.

3 – Norma CNEN – NE – 6.05 – Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Radiativas, 1985.

4 – PRO: Diretrizes gerais de radioproteção.

5 – LAIA: Levantamento de aspectos e impactos ambientais de atividades com materiais NORM.

6 – LPD: Levantamento de perigos e danos de atividades com materiais NORM.

4. DEFINIÇÕES E CONCEITOS

CNEN: Comissão Nacional de Energia Nuclear.

NORM: Do inglês “Materiais com ocorrência natural de radionuclídeos”. Materiais que quando manipulados podem produzir doses efetivas superiores a 1 mSv/a ou que tenham atividade específica superior a 10 Bq/g.

GERÊNCIA DE RESÍDUOS LÍQUIDOS GERADOS NO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-002	Pág.: 1/
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Concentração de atividade (Bq/L): atividade dos radionuclídeos por unidade de volume.

BG: Radiação de fundo (do inglês *background*).

Resíduo: Qualquer material resultante de atividade humana cuja reutilização é imprópria, ou não prevista, podendo este ser na forma líquida, sólida ou gasosa.

Rejeito radioativo: Qualquer material resultante de atividade humana que contenha radionuclídeos em quantidade superiores aos limites de isenção especificados na norma CNEN-NE-6.02: "Licenciamento de instalações radiativas", e para o qual a reutilização é imprópria ou não é prevista.

Emissores alfa: Radionuclídeos cuja emissão de radiação corpuscular é a partícula alfa. Para este procedimento os radionuclídeos de interesse são: U-238, U-234, U-235, Th-230, Th-228, Th-232 e Ra-226.

Emissores beta: Radionuclídeos cuja emissão de radiação corpuscular é a partícula beta. Para este procedimento os radionuclídeos de interesse são: Ra-228 e o Pb-210.

5. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS

- pHmetro;
- Bombonas plásticas;
- Pallets.

6. SSO

6.1 Riscos

GERÊNCIA DE RESÍDUOS LÍQUIDOS GERADOS NO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-002	Pág.: 1/
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Os riscos envolvidos no manuseio dos resíduos líquidos são: exposição à radiação ionizante e incorporação de aerossol radioativo.

Para a execução deste PRO o operador deve conhecer as planilhas "Identificação de Perigos e Danos e Classificação de Riscos" onde se encontram discriminados todos os riscos das tarefas e os procedimentos (PRO's). A seguinte planilha deve ser consultada:

- "Atividades com materiais NORM"

Para executar as atividades deste PRO, é necessário que os trabalhadores:

- Tenham treinamento conforme PRO "Treinamento de trabalhadores em radioproteção";
- Atendam os requisitos de treinamento;
- Tenham em sua posse a PTR, devidamente assinada;
- Atendam os requisitos e recomendações especificados no plano de trabalho.

Além das normas, procedimentos e programas, condutas de radioproteção devem ser seguidas pelos trabalhadores visando à redução das doses. Estas condutas são:

- Não manipular amostras fora dos locais determinados no plano de trabalho para tal fim;
- Guardar os EPI's no local de trabalho;
- Só entrar nas áreas os trabalhadores autorizados;
- Manter ferimentos cobertos enquanto estiver nos locais de trabalho;
- Não permanecer desnecessariamente nas proximidades de materiais NORM;
- Não ingerir alimentos ou água;

GERÊNCIA DE RESÍDUOS LÍQUIDOS GERADOS NO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-002	Pág.: 1/
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

- Não fumar;
- Não usar maquiagem;
- Usar cabelos presos;
-

6.2 EPI's

EPI's conforme descrito na PTR.

7. SGQA

7.1 Aspectos ambientais da atividade

Os aspectos ambientais específicos envolvidos nas atividades de processamento de NORM's são: emissão de radioatividade e geração de resíduos especiais.

Para a execução deste PRO o operador deve conhecer a planilha "LAIA – Levantamento e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais" onde se encontram discriminados todos os aspectos das tarefas e os procedimentos (PRO's) a serem seguidos para prevenir os impactos. A seguinte planilha deve ser consultada:

- "Atividades com materiais NORM".

8. DESCRIÇÃO

Os resíduos líquidos gerados durante o processamento dos materiais NORM deverão ser analisados radiologicamente quanto aos radionuclídeos alfa emissores (U-238, U-234, U-235, Th-230, Th-228, Th-232 e Ra-226) e beta emissores (Ra-228 e Pb-210).

GERÊNCIA DE RESÍDUOS LÍQUIDOS GERADOS NO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-002	Pág.: 1/
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Cada resíduo gerado será medido em volume e esse resultado será anotado no RG "Gerência de materiais NORM", cujo modelo é apresentado no Anexo I.

De posse da caracterização radiológica, os valores das concentrações de atividade de todos os radionuclídeos serão somados, e a decisão sobre a disposição dos resíduos líquidos será feita observando-se os seguintes limites de norma:

- **Concentrações de atividade menores que 100 Bq/g**

O resíduo está liberado radiologicamente para disposição em aterro, entretanto para sua classificação quanto a riscos ambientais deverá ser consultado o PRO.

- **Concentrações de atividade entre 100 Bq/g e 370 Bq/g**

O resíduo será acondicionado em tambores e armazenado como NORM. Entretanto, esse resíduo só deve ter destinação sob orientação de um supervisor de radioproteção credenciado pela CNEN.

- **Concentrações de atividade superiores a 370 Bq/g**

O resíduo deverá ser armazenado em tambores como resíduo perigoso, e o supervisor de radioproteção deverá consultar a CNEN quanto a sua destinação.

Nos casos em que a concentração de atividade estiver acima de 100 Bq/mL, os materiais devem ser inventariados, preenchendo a planilha do RG "Inventário de materiais NORM". Modelo do RG é apresentado no Anexo II.

A seqüência da execução descrita acima pode ser visualizada no fluxograma no Anexo III.

Os demais resíduos gerados no processo a ser descartados, como por exemplo, máscaras descartáveis, embalagens, sacos plásticos, papéis filtro, etc., deverão ser lavados antes de descartados, conforme PRO específico de

GERÊNCIA DE RESÍDUOS LÍQUIDOS GERADOS NO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-002	Pág.: 1/
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

descontaminação e PRO 010 "Classificação, coleta e estocagem de resíduos para descarte" e PRO específico de resíduos.

A AREA RESPONSÁVEL deverá ainda encaminhar os documentos gerados neste procedimento, o RG "Gerência de materiais NORM", e o RG "Inventário de materiais NORM", para a Segurança do Trabalho, que os arquivará para consulta por 2 anos. Após este período, estes documentos deverão ser encaminhados para o arquivo inativo, devendo ser preservados conforme item 11.

9. RESPONSABILIDADES

Supervisor de Radioproteção

Dar suporte técnico às atividades.

Supervisionar as atividades com potencial exposição à radionuclídeos.

Acompanhar os resultados das monitorações radiométricas.

Propor melhorias, conforme o princípio da "Otimização" em radioproteção.

Treinar os trabalhadores em radioproteção.

Atuar nas anormalidades.

Comunicar à CNEN os rejeitos com concentração de atividade superior a 370 Bq/mL.

Segurança do Trabalho

Monitorar locais de trabalho.

Monitorar trabalhadores.

Arquivar documentos.

Fazer cumprir este procedimento.

GERÊNCIA DE RESÍDUOS LÍQUIDOS GERADOS NO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-002	Pág.: 1/
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

Medicina do Trabalho

Atualizar e emitir o ASO.

Engenheiros de Processos

Providenciar a caracterização do material.

Seguir os procedimentos NORM.

Meio Ambiente

Dar suporte técnico quanto aos aspectos e aos impactos ambientais relacionados à atividade;

Assegurar que as medidas adotadas estejam em conformidade com a legislação ambiental aplicável.

10. TREINAMENTO

Público alvo: Empregados envolvidos no processamento de materiais NORM.

Carga horária: Conforme PRO "Treinamento de trabalhadores em radioproteção".

Frequência: Conforme PRO "Treinamento de trabalhadores em radioproteção".

11. REGISTROS

REF. INTERNA/ NÚMERO DO RG	TÍTULO DO REGISTRO	TEMPO MÍNIMO DE RETENÇÃO	LOCAL DE ARQUIVO	RESPONSÁVEL PELO ARQUIVAMENT
RG LABORATORIO	Gerência de Materiais	Internamente por 2 anos	(sala de arquivo)	Segurança do Trabalho

GERÊNCIA DE RESÍDUOS LÍQUIDOS GERADOS NO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-002	Pág.: 1/
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

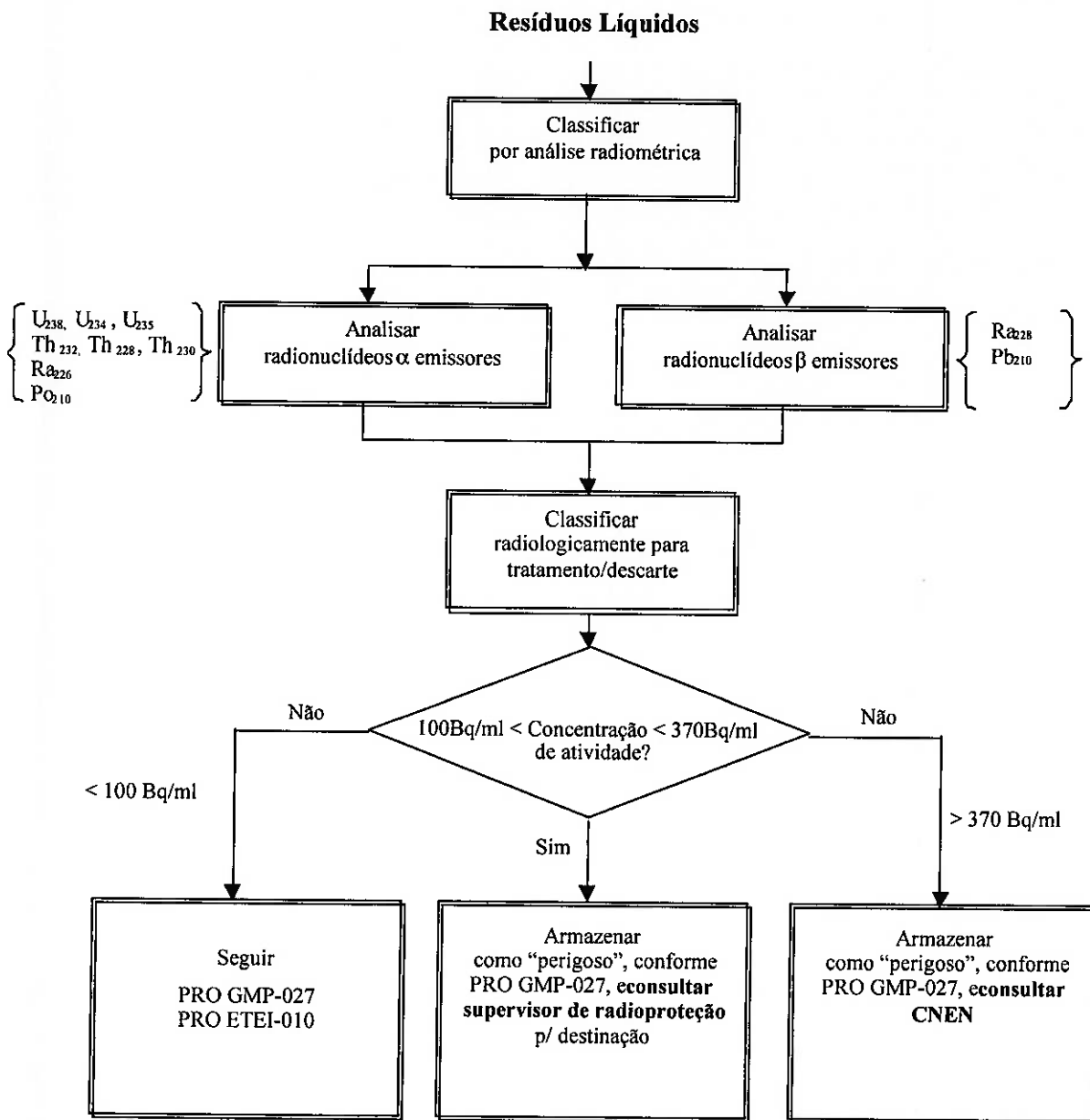
e RG LABORATORIO	NORM e E Inventário de Materiais NORM	Arquivo inativo: 75 anos de idade e 30 anos após término da ocupação	Empresa terceirizada a	Empresa terceirizada
------------------------	---	--	------------------------------	-------------------------

12. ANEXO

Anexo I: Classificação de resíduos líquidos e destinação.

GERÊNCIA DE RESÍDUOS LÍQUIDOS GERADOS NO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS NORM	Nº: PRO-009	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

ANEXO I: CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS LÍQUIDOS E DESTINAÇÃO



MONITORAÇÃO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO EXTERNA	Nº: PRO-010	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

1. OBJETIVO

Estabelecer a metodologia para a monitoração da taxa de exposição externa às radiações ionizantes, em locais onde se manipulam minerais NORM.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Nas dependências do LABORATORIO e nas frentes de pesquisa onde se manipulam minerais NORM.

3. REFERÊNCIAS

1 – CNEN-NN-3.01. Diretrizes Básicas de Radioproteção, 2005.

2 – PRO - Diretrizes gerais de radioproteção.

4. DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Radionuclídeos: Elementos químicos emissores de radiações ionizantes.

NORM: Minérios contendo radionuclídeos de ocorrência natural. Materiais que quando manipulados podem produzir doses efetivas superiores a 1 mSv por ano ou atividade específica de materiais radioativos superior a 10 Bq/g.

ASO: Atestado de saúde ocupacional.

R (mR): Roentgen (mili Roentgen). Unidade de medida de taxa de exposição, no sistema internacional de medida, correspondente a $2,58 \cdot 10^{-4} \text{ C. kg}^{-1}$.

Nível de registro: Valor de dose, ou grandeza a ela relacionada, medido na rotina de um programa de monitoração, cuja magnitude seja relevante para justificar o seu registro.

Nível de investigação: Nível de referência que, quando atingido ou excedido, torna necessária a avaliação das causas e conseqüências dos fatos que levaram à detecção deste nível, bem como a proposição de ações corretivas necessárias.

MONITORAÇÃO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO EXTERNA	Nº: PRO-010	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

Nível de intervenção: Nível de dose evitável, que leva à implementação de uma ação remediadora ou protetora específica, em uma situação de emergência ou de exposição crônica.

BG: Radiação de fundo (Background).

5. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS

- Monitor de radiações ionizantes, α , β , e γ ;
- Sonda Geiger Muller para radiações β e γ ;
- Croqui do local (Planta baixa);
- RG – Planilha de monitoração externa;

6. DESCRIÇÃO

6.1 – Monitoração da taxa de exposição

Os locais com atividades com materiais NORM devem ser monitorados.

No LABORATORIO cada um dos locais possui um croqui (planta baixa), visando à localização dos pontos de monitoração de rotina, que são fixos, de modo a permitir a comparação com o histórico de medidas.

No campo, nas frentes de pesquisa, por não haver rotina, não se utiliza croquis.

Novos pontos podem ser inseridos de forma suplementar aos pontos previamente estabelecidos.

Os valores devem ser anotados em planilha própria (RG) e deve conter a assinatura do responsável pelas medidas. Além das medidas, a média das taxas de exposição deve ser calculada e anotada na planilha.

A média das medidas realizadas, bem como do BG é dada por:

$$Tx = \frac{\sum_i Mi}{n}$$

MONITORAÇÃO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO EXTERNA	Nº: PRO-010	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

Onde:

T_x é a taxa de exposição, em mR/h;

M_i é o valor de cada medida individual, em mR/h;

n é o número de medidas realizadas.

Antes de se iniciar as medidas dos valores propriamente ditos, deve-se efetuar a medida do BG, e anotá-lo na planilha do local a ser monitorado. Caso o monitor disponha de recurso, medir o BG com incerteza de 15% ou menor, realizando 01 medida. Caso não disponha, realizar ao menos 05 medidas.

As medidas de taxa de exposição só devem ser realizadas por técnicos que tenham sido treinados por supervisor de radioproteção da ou outra instituição, tenham conhecimento do manual de operação do equipamento, e façam parte do programa de bioanálise.

A monitoração deve ser realizada segurando o monitor de radiações α , β , e γ com uma mão e a sonda geiger Muller na outra, na posição horizontal, a uma altura de 1,20 a 1,50 metros do solo (altura da cintura). As medidas devem ser realizadas a uma distância de 1 metro das instalações e equipamentos. As áreas de circulação de trabalhadores dentro dos laboratórios também devem ser monitoradas. Os locais de monitoração devem estar a uma distância mínima de 3 metros um do outro.

Os valores medidos devem ser anotados nas planilhas do RG que, depois de preenchidas, serão levadas ao supervisor de radioproteção. Ele fará a comparação dos valores medidos com os níveis para monitoração da taxa de exposição externa, que são apresentados na tabela 01 abaixo e, com base nestes valores, tomará as decisões cabíveis.

Tabela 01 - Níveis de referências para a monitoração da taxa de exposição.

MONITORAÇÃO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO EXTERNA	Nº: PRO-010	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

EXPOSIÇÃO EXTERNA COM MONITOR PORTÁTIL	NÍVEL DE REGISTRO	NÍVEL DE INVESTIGAÇÃO	NÍVEL DE INTERVENÇÃO
	> 0,25 mR/h	> 0,75 mR/h	> 2,5 mR/h

Ref.: Norma CNEN-NN-3.01 da CNEN.

7. ASPECTOS AMBIENTAIS DA ATIVIDADE

Não se aplica.

8. RESPONSABILIDADES

Gerentes

Prover recursos para a realização das monitorações.

Responsável da pela execução das atividades na frente de pesquisa

Fazer com que os empregados envolvidos nas atividades cumpram esse procedimento;

Medicina do Trabalho

Emitir o ASO;

Engenheiro de Segurança do Trabalho

Providenciar a avaliação do local de trabalho.

Solicitar treinamento para os empregados envolvidos.

Fazer cumprir este procedimento.

Treinar os técnicos de Segurança no procedimento.

Propor melhorias, conforme o princípio da "Otimização" em radioproteção.

Supervisão de radioproteção

Treinar os trabalhadores em radioproteção.

MONITORAÇÃO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO EXTERNA	Nº: PRO-010	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00-00/00/0000

Propor melhorias, conforme o princípio da "Otimização" em radioproteção.

Supervisionar as atividades com potencial exposição à radionuclídeos.

Técnico de Segurança do Trabalho

Cumprir o procedimento.

Informar ao Engenheiro de Segurança os dados de monitoração Individual.

Propor melhorias, conforme o princípio da "Otimização" em radioproteção.

9. TREINAMENTO

Público alvo: Técnicos de Segurança do Trabalho.

Carga horária: Conforme o procedimento "Treinamento de trabalhadores em radioproteção".

Frequência: Conforme o procedimento "Treinamento de trabalhadores em radioproteção".

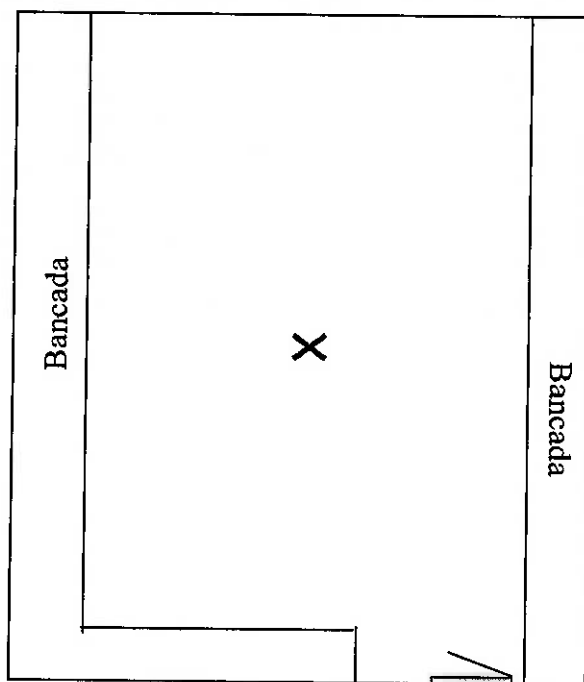
10. REGISTROS

REF. INTERNA/ NÚMERO	TÍTULO DO REGISTRO	TEMPO MÍNIMO DE	LOCAL DE ARQUIV	RESPONSÁ VEL PELO ARQUIVAME	ARQUIVO
RG SSO LABORATO RIO	Planilha monitoração de exposição externa.	30 anos	SESMT	Segurança	

11. ANEXO

Anexo I: Exemplo de formulário. RG LABORATORIO - Formulário Taxa de Exposição Bancada de Quarteamento.

MONITORAÇÃO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO EXTERNA	Nº: PRO-010	Pág.: 00/00
	Classificação: Uso interno	Rev.: 00- 00/00/0000

LABORATÓRIO: BANCADA DE QUARTEAMENTO

Legenda: **X** Ponto de medição

Responsável pela amostragem: _____

Matrícula: _____

Local: _____

Data: _____

Assinatura: _____

Pontos de amostragem	Medida (mR/h)

**MONITORAÇÃO DA TAXA DE EXPOSIÇÃO
EXTERNA**

Nº: PRO-010

Pág.: 00/00

Classificação: Uso interno

Rev.: 00-
00/00/0000

Média	

BG:

(mR/h)

Existe medida \geq BG máximo?

Sim: Proceder à descontaminação