

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES

Autarquia associada à Universidade de São Paulo

**SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO:
MELHORES PRÁTICAS PARA LABORATÓRIOS RADIOECOLÓGICOS**

CLAUDIA APARECIDA ZERBINATTI DE CARVALHO

**Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para a obtenção do grau
de Mestre em Ciências na Área de
Tecnologia Nuclear – Aplicações**

**Orientadora:
Prof. Dra. Désirée Moraes Zouain**

SÃO PAULO

2010

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES

Autarquia associada à Universidade de São Paulo

**SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO:
MELHORES PRÁTICAS PARA LABORATÓRIOS RADIOECOLÓGICOS**

CLAUDIA APARECIDA ZERBINATTI DE CARVALHO

**Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para a obtenção do grau
de Mestre em Ciências na Área de
Tecnologia Nuclear – Aplicações**

**Orientadora:
Prof. Dra. Désirée Moraes Zouain**

SÃO PAULO

2010

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa aos meus familiares, ao meu pai (*in memoriam*) que sempre apoiou os meus sonhos e iniciativas, a minha mãe, suporte para todos os momentos, ao meu esposo e a minha filha, pela disposição e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Profa. Dra. Désirée Moares Zouain pela orientação e aprendizado.

Agradeço à União Internacional de Radioecologia (IUR), pela divulgação e chamada dos laboratórios, em especial ao presidente François Bréchnignac.

Agradeço aos responsáveis e colaboradores dos laboratórios respondentes desta pesquisa.

Agradeço ao Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP), pela permissão e incentivo para a realização deste trabalho.

Agradeço aos colegas do Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo, em especial ao Dr. Luiz Sergio Romanato, Dra. Alessandra Carla Fatori Ergesse Machado e Dra. Rosane Correia Fagundes, Sandra Regina Mattiolo (M.Sc.), Raimundo da Silva Dias (M.Sc.) e ao Químico Marcelo Sartoratto.

Agradeço a Elide Mastena (M.A.), pelo apoio nos trabalhos de tradução.

Agradeço aos funcionários do IPEN, Dra. Linda Caldas, Dra. Bárbara Mazzili, Dra. Janete Cristina Gonçalves Gaburo Carneiro, Dra. Maria Teresa Colturato, Dra. Terezinha Daltro, Geógrafo Antonio Fernando Rodrigues Alvarez, Bibliotecária Edna Maria Alves e a Comissão de Pós-Graduação (CPG), pelo apoio em vários momentos.

EPÍGRAFE

**“Existem duas maneiras de ver a vida.
Uma é pensar que não existe milagre e a outra é que tudo é um milagre”.**
Albert Einstein (1879-1955)
Físico

**SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO:
MELHORES PRÁTICAS PARA LABORATÓRIOS RADIOECOLÓGICOS**

Claudia Aparecida Zerbinatti de Carvalho

RESUMO

A pesquisa tem por objeto estudar as melhores práticas existentes para subsidiar uma proposta conceitual de SGI - Sistema de Gestão Integrado (qualidade, meio ambiente, segurança e saúde no trabalho) aplicável a Laboratórios Radioecológicos. O planejamento da pesquisa está organizado nas seguintes etapas: realizou-se, numa primeira etapa, a pesquisa bibliográfica e documental em SGI, levantamento e estudo das normas aplicáveis (SGQ NBR ISO 9000 (2005), NBR ISO 9001 (2008), NBR ISO 9004 (2000), SGA NBR ISO 14001 (2004) e SGSST OHSAS 18001 (2007) e OHSAS 18002 (2008)), identificação e caracterização de processos em Laboratórios Radioecológicos e estudo de metodologia de melhores práticas e *benchmarking*; na segunda etapa da pesquisa desenvolveu-se o estudo de caso (pesquisa qualitativa, com a aplicação de questionários via correio eletrônico e entrevistas presenciais, quando possível), precedido de um levantamento e seleção de Laboratórios Radioecológicos internacionais e nacionais estudados e, em seguida, esses laboratórios foram contatados e parte deles concordou em participar na pesquisa; na terceira etapa da pesquisa foi construída a matriz de melhores práticas que mostrou resultados que puderam subsidiar uma proposta conceitual de SGI para Laboratórios Radioecológicos; a quarta e última etapa da pesquisa consistiu na construção da referida proposta conceitual de estrutura de SGI para Laboratórios Radioecológicos, tendo sido, então alcançado objetivo inicial da pesquisa.

**INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM
BEST PRACTICES IN RADIOECOLOGICAL LABORATORIES**

Claudia Aparecida Zerbinatti de Carvalho

ABSTRACT

The research aims to study the best practices to support a conceptual proposal for IMS - Integrated Management System (quality, environment, safety and health) applicable to Radioecology laboratories. The research design is organized into the following steps: in a first step, it was developed the bibliographic and documentary research in IMS, survey and study of standards (QMS ISO 9000 (2005), ISO 9001 (2008), ISO 9004 (2000), EMS ISO 14001 (2004) and OHSMS OHSAS 18001 (2007) and OHSAS 18002 (2008)), identification and characterization of processes in Radioecology Laboratories and study of best practices methodology and benchmarking; in the second stage of the research it was developed a case study (qualitative research, with questionnaires via email and interviews, when possible), preceded by a survey and selection of international and national radioecology laboratories and then these laboratories were contacted and some of them agreed to participate in this research; in the third stage of the research it was built the framework of best practices that showed results that could support the conceptual proposal for the IMS Radioecology Laboratory; the fourth and final stage of research consisted in the construction of the proposed conceptual framework of SGI for Radioecology Laboratory, being then achieved the initial objective of the research.

SUMÁRIO

| | Página |
|--|---------------|
| SUMÁRIO | |
| LISTA DE TABELAS | |
| LISTA DE FIGURAS | |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS | |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 16 |
| 1.1 Justificativa | 16 |
| 1.2 Breve histórico | 17 |
| 2 OBJETIVO GERAL..... | 36 |
| 2.1 Pressupostos..... | 36 |
| 2.2 Objetivos específicos | 36 |
| 2.3 Questões de pesquisa | 37 |
| 3 METODOLOGIA..... | 38 |
| 3.1 Caracterização da pesquisa | 38 |
| 3.2 Pesquisa bibliográfica e documental em SGI | 39 |
| 3.3 Pesquisa Qualitativa..... | 39 |
| 3.4 Construção de Matriz de Melhores Práticas | 40 |
| 3.5 Proposta Conceitual de Estrutura de SGI | 41 |
| 4 FUNDAMENTOS TEÓRICOS E REVISÃO DA LITERATURA..... | 42 |
| 4.1 Sistema de gestão da qualidade | 42 |
| 4.2 Sistema de gestão ambiental | 42 |
| 4.3 Sistema de gestão de saúde e segurança do trabalho | 44 |
| 4.4 SGI Sistema de Gestão Integrado (Qualidade, Meio Ambiente, Segurança e Saúde no trabalho)..... | 45 |
| 4.5 Caracterização de Laboratório Radioecológico no interesse desta pesquisa | 45 |
| 5 RESULTADOS | 56 |
| 5.1 Laboratórios pesquisados..... | 56 |
| 5.2 Laboratórios Respondentes..... | 58 |
| 5.3 Resultados da pesquisa | 60 |
| 6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS | 65 |
| 6.1 Proposta conceitual | 65 |
| 6.2 Proposta conceitual incluindo Ensaio e Calibração | 81 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 7 | CONCLUSÕES | 86 |
| | APÊNDICE A - Correspondência entre a OHSAS 18001:2007, NBR ISO 14001:2004 e NBR ISO 9001:2008 | 89 |
| | APÊNDICE B – Correspondência entre as normas NBR ISO 9001:2008 e NBR ISO/IEC 17025:2005 | 91 |
| | APÊNDICE C - Questionário enviado | 95 |
| | APÊNDICE D – Matriz dos sistemas SGQ, SGA, SGSST por laboratório | 101 |
| | GLOSSÁRIO | 113 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 120 |

LISTA DE TABELAS

| | Página |
|------------------|--|
| Tabela 1 | Requisitos comuns da PAS 99 18 |
| Tabela 2 | Histórico da radioecologia no IPEN/CNEN 21 |
| Tabela 3 | Laboratórios de Radioecologia Nacionais 22 |
| Tabela 4 | Atividades do LARA/IPEN/CNEN 48 |
| Tabela 5 | Plano do Programa de Monitoração Radiológica Ambiental do IPEN 49 |
| Tabela 6 | Atividades do Programa de Monitoração Radiológica Ambiental do IPEN 49 |
| Tabela 7 | Laboratórios Pesquisados 56 |
| Tabela 8 | Laboratórios Respondentes 59 |
| Tabela 9 | Requisitos do SGI mediante abordagem por processo PDCA 65 |
| Tabela 10 | Requisitos do SGI – Procedimentos obrigatórios (SGQ, SGA, SGSST) 66 |
| Tabela 11 | Focos de atenção para um Laboratório Radioecológico 69 |
| Tabela 12 | Planilha de Identificação de Aspectos, Impactos Ambientais e Riscos Potenciais de SST 70 |
| Tabela 13 | Exemplos de requisitos legais de Laboratório Radioecológico 71 |
| Tabela 14 | Monitoramento e mensuração do desempenho do SGI 79 |
| Tabela 15 | Requisitos do SGI – Procedimentos obrigatórios (SGQ, SGA, SGSST, e SGEC) 82 |
| Tabela 16 | Procedimentos para itens de ensaio e calibração 85 |

LISTA DE FIGURAS

| | | Página |
|------------------|---|---------------|
| Figura 1 | Metodologia utilizada | 39 |
| Figura 2 | Modelo de um sistema de gestão da qualidade baseado em processo | 42 |
| Figura 3 | Modelo de sistema de gestão ambiental | 43 |
| Figura 4 | Modelo de sistema de gestão SST | 44 |
| Figura 5 | Atividades desenvolvidas | 61 |
| Figura 6 | Normas utilizadas pelos Laboratórios Respondentes | 62 |
| Figura 7 | Sistema de Gestão Integrado | 63 |
| Figura 8 | Dificuldades encontradas para a integração dos sistemas | 63 |
| Figura 9 | Vantagens e desvantagens da integração dos sistemas | 64 |
| Figura 10 | Objetivos e Metas | 72 |
| Figura 11 | Programas do SGI – PGI | 73 |
| Figura 12 | Estrutura documental do SGI | 76 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT** - Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- AEC** - *United States Atomic Energy Commission.*
- AAEC** - *Australian Atomic Energy Commission.*
- AINSE** - *Australian Institute of Nuclear Science and Engineering (Australia).*
- ANL** - *Argonne National Laboratory.*
- ANSTO** - *Australian Nuclear Science and Technology Organisation (Australia).*
- AQCS** - *Analytical Quality Control Services.*
- BARC** - *The Bhabha Atomic Research Centre.*
- BPL** - Boas Práticas de Laboratório.
- BIPM** - *Bureau International de Poids et Mesures.*
- BNL** - *Brookhaven National Laboratory.*
- CASMIE** - Comitê de Avaliação do Serviço de Monitoração Individual Externa (IRD).
- CETESB** - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.
- CCTM** - Centro de Ciência e Tecnologia de Materiais.
- CEA** - Centro Experimental ARAMAR, unidade do CTMSP em Iperó/SP
- CEP** - Controle Estatístico de Processos.
- CLAE** - Cromatografia Líquida de Alta Eficiência.
- CMR** - Centro de Metrologia das Radiações.
- CNAAA** - Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto.
- CNEA** - *Comisión Nacional de Energía Atômica.*
- CNEN** - Comissão Nacional de Energia Nuclear.
- CNPq** - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.
- CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente.
- CR** - Centro de Radiofarmácia (IPEN/CNEN).
- CSIRO** - *Australian Commonwealth Scientific and Research Organization (Austrália).*
- CVRD** - Companhia Vale do Rio Doce.
- CTBTO** - *Comprehensive nuclear-test-ban-treaty organization.*
- CTMSP** - Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo.
- DRS** - Diretoria de Radioproteção e Segurança (IRD).
- DS** - Organograma da Diretoria de Segurança (IPEN/CNEN).
- EMS** - *Environmental Management System.*
- EPA** - *Environmental Protection Agency.*

- EPI** - Equipamento de proteção individual.
- FANs** - Florescimento de Algas Nocivas.
- FEEMA** - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente.
- FMEA** - Análise de Modo e Efeito de Falha.
- GCD** - Grupo de Cálculo de Dose (IPEN/CNEN).
- GMR** - Gerência de Metrologia das Radiações (IPEN/CNEN).
- GMRA** - Divisão de Radiometria Ambiental (IPEN/CNEN).
- GMRD** - Divisão de Calibração e Dosimetria (IPEN/CNEN).
- GO** - Goiânia.
- HABs** - *Harmful Algal Blooms*.
- HAZOP** - *Hazard and Operability Study*.
- HIFAR** - *High Flux Australian Reactor*.
- IAEA** - *International Atomic Energy Agency* (Austria).
- IEN** - Instituto de Engenharia Nuclear.
- ICP-MS** - *Inductively coupled plasma mass spectrometry*.
- ICRP** - *International Commission on Radiological Protection*.
- IEA** - Instituto de Energia Atômica.
- IER** - *Institute of Environmental Research* (Austrália).
- ILAC** - *International Laboratory Accreditation Cooperation*.
- INAC** - *International Nuclear Atlantic Conference*.
- INB/UTM** - Unidade de Tratamento de Minérios em Caldas – MG.
- IQA** - Inovação e Qualidade Assistida.
- IPEN** - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.
- INMETRO** - Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial.
- IRD** - Instituto de Radioproteção e Dosimetria.
- IUR** - *International Union of Radioecology*.
- JAERI** - *Japan Atomic Research Institute*.
- JUSE** - *Union of Japanese Scientists and Engineers*.
- ISO** - *International Organization for Standardization* (Suíça).
- LARA/IF/UFF** - Laboratório de Radioecologia do Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense.
- LARA/IPEN/CNEN** - Laboratório de Prestação de Serviços em Análises Radiométricas do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.
- LARE** - Laboratório Radioecológico do Centro Experimental de ARAMAR.

LARAMG - Laboratório de Radioecologia e Mudanças Globais.

LAPOC - Laboratório de Poços de Caldas.

LCI - Laboratório de Calibração de Instrumentos (IPEN/CNEN).

LDA - Laboratório de Dosimetria de Doses Altas (IPEN/CNEN).

LDT - Laboratório de Dosimetria Termoluminescente (IPEN/CNEN).

LMD - Laboratório de Materiais Dosimétricos (IPEN/CNEN).

LMIV - Laboratório de Monitoração in Vivo (IPEN/CNEN).

LMRA - Laboratório de Radiometria Ambiental (IPEN/CNEN).

LNMRI - Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes

LRA - Laboratório de Radiometria Ambiental (IPEN/CNEN).

LRT - Laboratório de Radiotoxicologia (IPEN/CNEN).

MB - Marinha do Brasil.

MESL - *Marine Environmental Studies Laboratory.*

MEL - *Marine Environment Laboratories (Monaco).*

MG - Minas Gerais.

ML - Manual de Laboratório.

MW – Mega Watts.

NBR - Norma brasileira publicada pela ABNT.

NR - Norma Regulamentadora.

OECD - *Organization for Economic Cooperation and Development.*

OHSAS - *Occupational Health and Safety Assessment Series* (Reino Unido).

OMS - Organização Mundial de Saúde.

PAS - *Publicly Available Specification.*

PDCA - *Plan-Do-Check-Act* (Planejar-Fazer-Verificar-Agir).

PGI – Programa de Gestão Integrado.

PMRA - Programa de Monitoração Radioecológica Ambiental

PMARO - Programa de Monitoração Ambiental Radiológico Operacional (Eletronuclear).

PMFFM - Programa de Monitoração da Fauna e Flora Marinha.

PR - Posição regulatória (CNEN).

RA – Representante da Direção.

RDC - Resolução da Diretoria Colegiada.

REL - *Radioecology Laboratory.*

RML - *Radiometrics Laboratory.*

SEANA - Serviços de Análises Ambientais.

SGI - Sistema de Gestão Integrado (Qualidade, Meio ambiente, Segurança e Saúde no Trabalho).

SGQ - Sistema de Gestão da Qualidade.

SGA - Sistema de Gestão Ambiental.

SMA - Secretária do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

SGSST - Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho.

SGEC - Sistema de Gestão de Ensaio e Calibração.

SST - Segurança e Saúde no Trabalho.

TP - Departamento de Processamento de Material Radioativo (IPEN/CNEN)

UERJ - Universidade Estadual do Rio de Janeiro.

UFF - Universidade Federal Fluminense.

USA - *United States of America*.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

As organizações devem estar comprometidas em desenvolver suas atividades e negócios, não só para atender aos requisitos, regulamentos e clientes, mas também destinadas a proteger a segurança e a saúde de seus colaboradores e terceiros assim como as necessidades (requisitos) ambientais, com foco na sustentabilidade.

A boa relação entre os laboratórios, empresas e instituições é fundamental, especialmente quando é referida a competência para a realização de atividades técnicas específicas (INMETRO, 2008). A acreditação e a certificação dos laboratórios surgem como ferramentas para atingir este objetivo.

A acreditação é a escolha quando se deseja melhorar a competência dos métodos laboratoriais. É concedida com base na NBR ISO / IEC 17025, de acordo com diretrizes estabelecidas pela *International Laboratory Accreditation Cooperation* (ILAC) ou segundo os códigos de BPL da *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD).

A certificação é a escolha quando se deseja melhorar e evidenciar uma boa organização e bons princípios de gestão da qualidade (IQA, 2010).

Atualmente várias organizações nacionais de normalização na Europa estão desenvolvendo suas próprias normas e diretrizes para um sistema de gestão integrado, especialmente porque seus clientes estão exigindo uma resposta integrada às diferentes responsabilidades, como meio ambiente, saúde e segurança (JØRGENSEN et al., 2004).

A adoção do SGI tem se apresentado como uma promessa de solução para as questões de integração dos sistemas de gestão nas organizações, propondo uma estrutura unificada, transparente e consistente para o que, de outra forma, poderia ser um conjunto desnecessariamente complicado de sistemas de gestão.

Os Laboratórios Radioecológicos realizam atividades de química clássica, determinações instrumentais e radiométricas em amostras ambientais e efluentes, análises

microbiológicas da água, ensaios de genotoxicidade de efluentes, determinação de toxicidade ambiental, análises de urânio em amostras de urina para profissionais, entre outras, que são relevantes ao contexto da sustentabilidade ambiental.

O tema foi escolhido em virtude da elevada importância das atividades dos Laboratórios Radioecológicos no suporte ao desenvolvimento de pesquisas nucleares, que buscam continuamente melhorias nas suas práticas e na preservação do meio ambiente em suas ações.

Observada a responsabilidade para a obtenção da qualidade nas atividades ou processos dos Laboratórios Radioecológicos e a importância de um sistema de gestão ambiental e de saúde e segurança no trabalho, em relação à monitoração ambiental com a finalidade de verificar os possíveis efeitos ao meio ambiente e a saúde e segurança do trabalhador, a proposta de um SGI foi identificada.

1.2 Breve histórico

1.2.1 Sistemas da Qualidade e SGI

No processo de evolução de sistemas da qualidade pode-se observar a contínua busca por melhorias no desenvolvimento dos sistemas de gestão e de suas ferramentas de apoio.

Estudos conduzidos pela estudante denotam a percepção nas organizações, da necessidade de levar a evolução dos sistemas de gestão de forma coordenada, unificando-os, a fim de tornar a avaliação e o *feedback* mais eficientes e eficazes, destinados a melhoria contínua. A integração deve ser planejada e implementada de maneira estruturada.

Para simplificar a implementação de múltiplas normas de sistemas, a PAS 99 (RISK, 2006) é uma opção para auxiliar as organizações a se beneficiarem com a consolidação dos requisitos comuns de todas as normas/especificações de sistemas de gestão e com a gestão eficaz desses requisitos, conforme a Tabela 1:

Tabela 1 – Requisitos comuns da PAS 99
Fonte: PAS 99 (RISK, 2006)

| Requisitos da PAS 99 | ISO 9001 Qualidade seção | ISO 14001 Gestão Ambiental seção | OHSAS 18001 Segurança e saúde seção |
|--|---|---|--|
| 4.1 Requisitos gerais | 4.1 | 4.1 | 4.1 |
| 4.2 Política do sistema de gestão | 5.1, 5.3 | 4.2 | 4.2 |
| 4.3 Planejamento | | 4.3 | 4.3 |
| 4.3.1 Identificação e avaliação de aspectos, impactos e riscos | 5.2, 5.4.2, 7.2.1, 7.2.2 | 4.3.1 | 4.3.1 |
| 4.3.2 Identificação de requisitos Legais e outros requisitos | 5.3(b), 7.2.1(c) | 4.3.2 | 4.3.2 |
| 4.3.3 Planejamento de contingências | 8.3 | 4.4.7 | 4.4.7 |
| 4.3.4 Objetivos | 5.4.1 | 4.3.3 | 4.3.3 |
| 4.3.5 Estrutura organizacional, funções, responsabilidades e autoridades. | 5.5 | 4.4.1 | 4.4.1 |
| 4.4 Implementação e operação | | | |
| 4.4.1 Controle operacional | 7 | 4.4.6 | 4.4.6 |
| 4.4.2 Gestão de recursos | 6 | 4.4.1, 4.4.2 | 4.4.1, 4.4.2 |
| 4.4.2 Requisitos de documentação | 4.2 | 4.4.4, 4.4.5, 4.5.4 | 4.4.4, 4.4.5, 4.5.3 |
| 4.4.4 Comunicação | 5.5.3, 7.2.3, 5.3(d), 5.5.1 | 4.4.3 | 4.4.3 |
| 4.5 Avaliação de desempenho | | | |
| 4.5.1 Medição e monitoramento | 8.1 | 4.5.1 | 4.5.1 |
| 4.5.2 Avaliação de conformidade | 8.2.4 | 4.5.2 | 4.5.1 |
| 4.5.3 Auditoria interna | 8.2.2 | 4.5.5 | 4.5.4 |
| 4.5.4 Tratamento de não-conformidades | 8.3 | 4.5.3 | 4.5.2 |
| 4.6 Melhoria | | | |
| 4.6.1. Generalidades | 8.5.1 | 4.5.3 | 4.5.2 |
| 4.6.2 Ação corretiva, preventiva e de melhoria | 8.5.2, 8.5.3 | 4.5.3 | 4.5.2 |
| 4.7 Análise crítica pela direção | | | |
| 4.7.1 Generalidades | 5.6.1 | 4.6 | 4.6 |
| 4.7.2 Entrada | 5.6.2 | | |
| 4.7.3 Saída | 5.6.3 | | |

1.2.2 A evolução dos modelos de Laboratórios Radioecológicos

O início de programas nucleares levou a Radioecologia a ser reconhecida como parte de um campo científico interdisciplinar, pois considerações da ordem ecológica (avaliação dos impactos ambientais) começaram a surgir desde a fase inicial do empreendimento.

“O termo Radioecologia passou a ser usado quase simultaneamente, em 1956 nos Estados Unidos e na União Soviética, para denotar estudos referentes a atmosfera, água, fauna e flora contaminadas com substâncias radioativas originadas em operações industriais e militares.” (PASCHOA apud Krumholz, Peredl’skiy)¹.

Nos Estados Unidos nas décadas de 40 a 60 foram inaugurados vários laboratórios. Em Illinois, 1946, foi criado o *Argonne National Laboratory* (ANL), a primeira instituição da *United States Atomic Energy Commission* (AEC). Em 1951, o reator EBR-1 de Argonne foi responsável pela primeira produção de eletricidade útil por meio nuclear. Em 1947 foi inaugurado o *Brookhaven National Laboratory* (BNL), no qual o Departamento de Ciência Aplicada começou a realizar atividades de pesquisa ambiental, tecnologia energética e análise e pesquisa e desenvolvimento de materiais. O Departamento de Biologia contribuiu com estudos: o efeito das radiações em sistemas vivos, o controle genético e fisiológico do crescimento, e o estudo da base molecular da estrutura biológica e da função biológica (CNEN, 1977).

Na Argentina em 1950 foi criada a *Comisión Nacional de Energía Atômica* (CNEA), contribuindo decisivamente para o desenvolvimento e aplicação prática das inovações tecnológicas. Dentre as principais atividades: área de reatores, ciclo do combustível e produção de radioisótopos (CNEN, 1977).

No Japão, foi fundado em 1956 o *Japan Atomic Research Institute* (JAERI). O Papel do JAERI no programa nuclear japonês é o de conexão entre as pesquisas fundamentais realizadas pelas universidades e suas aplicações em sistemas de produção de energia nuclear, aplicações de radiações, propulsão naval e avaliação de efeitos ecológicos

¹ <http://www.sbfisica.org.br/bjp/download/v06e/v06a105.pdf>. Acesso em: 25 Jun 2010.

da energia nuclear (CNEN, 1977).

Na Índia, em 1956 foi inaugurado o *The Bhabha Atomic Research Centre* (BARC), engajado em trabalhos de pesquisa e desenvolvimento em todas as fases da energia nuclear (CNEN, 1977).

Na França, próximo de *Aix-en-Provence*, em 1959 foi decidida a criação do *Centre D'études Nucleaires de Cadarache*. O objetivo básico consistiu na inovação tecnológica para a construção de reatores de potência e a construção do “motor nuclear” para propulsão naval (CNEN, 1977).

Na Bélgica, a *International Union of Radioecology* (IUR) foi fundada na década de setenta como um órgão não-governamental, dedicada ao desenvolvimento e conhecimento da sociedade em relação à radioecologia²:

“As direções científicas tomadas em radioecologia foram drasticamente influenciadas no passado pelo acidente de Chernobyl. Atualmente, uma profunda evolução está em curso para mais pesquisas e estudos em ecologia, sob a pressão de condução do aumento da preocupação da sociedade com as questões ambientais e a visão da necessidade de re-impulsionar a indústria nuclear para enfrentar questões como o aquecimento global e as demandas energéticas futuras. A IUR desempenha um papel central nessa evolução nos seus quatro principais instrumentos de ação: grupos de tarefas específicas; workshops, seminários e conferências; cursos de formação; ferramenta web site para informação e comunicação.”

No Brasil, em 1955, foi assinado o contrato para aquisição do Reator Nuclear de Pesquisa IEA-R1 pela Comissão de Energia Atômica do CNPq, e foi inaugurado em 25 de janeiro de 1958 pelo presidente Juscelino Kubitschek, o que muito contribuiu para o avanço das pesquisas na área de radioecologia. Na Tabela 2 é apresentado o histórico da radioecologia no IPEN (CNEN, 1977).

² Tradução literal do original em inglês (BRÉCHIGNAC et al., 2008).

Tabela 2: Histórico da radioecologia no IPEN**Fonte:** Adaptada de IPEN (2010)³

| DATA | EVENTO |
|-------------|---|
| 1956 | Criação do IEA |
| 1958 | Inauguração do IEA-R1 Criação da Divisão de Radiobiologia denominado Serviço de Proteção Radiológica. |
| 1961 | Laboratório de Monitoração Individual para controle da irradiação externa por meio de filmes dosimétricos. |
| 1963 | Os rejeitos sólidos compressíveis começaram a ser compactados. |
| 1965 | Aquisição de um equipamento para dosimetria radiofotoluminescente, começaram as pesquisas em dosimetria das radiações. A dosimetria interna foi iniciada nesse mesmo período com a determinação de radionuclídeos por bioanálise. |
| 1969 | Criado o Centro de Ciência e Tecnologia de Materiais (CCTM), destinado ao estudo e desenvolvimento de materiais e métodos de dosimetria (estudo dos danos provocados em materiais pelas radiações ionizantes e ao desenvolvimento e caracterização de materiais dosimétricos). |
| 1976 | As atividades de radioproteção foram organizadas em três áreas: radioproteção ocupacional, monitoração ambiental e gerência de rejeitos radioativos. Foi estabelecido formalmente o laboratório de radioproteção ambiental, na época como Área de Proteção do Meio Ambiente do Centro de Proteção Radiológica e Dosimetria, para dar apoio ao Serviço de Radioproteção, no controle das descargas de material radioativo para o meio ambiente na forma líquida, material particulado e gases. |
| 1979 | O IEA passou a chamar-se IPEN e foi elaborado o primeiro Plano de Emergência Radiológica do IPEN. |
| 1982 | Criada a Diretoria de Segurança Nuclear que englobou até 2000, os departamentos de Radioproteção Ocupacional, Monitoração Ambiental, Gerência de Rejeitos e Metrologia das Radiações e o Serviço de Engenharia e Segurança do Trabalho. |
| 2002 | Criado o Centro de Metrologia das Radiações (CMR) os laboratórios das áreas de Calibração e Dosimetria e de Radiometria Ambiental, passaram a constituir juntos o CMR. ⁴ |
| 2008 | Implementado o Organograma da Diretoria de Segurança (DS). Nele foram criadas três Gerências, dentre as quais a Gerência de Metrologia das Radiações – GMR. |

³ <https://www.ipen.br/sitio/index.php?idm=166>. Acesso em: 25 Jun 2010.

⁴ <https://www.ipen.br/sitio/?idc=432>. Acesso em: 20 Jun 2010.

Em destaque alguns laboratórios nacionais na Tabela 3 e os resumos de suas atividades são descritos nos itens a seguir:

Tabela 3 – Laboratórios de Radioecologia Nacionais

| LABORATÓRIO | INAUGURAÇÃO |
|--|-------------|
| Centro de Radiofarmácia (IPEN/CNEN) | 1958 |
| Serviço de Análises Ambientais (SEANA/IRD/CNEN) | 1972 |
| Radiofarmácia (IEN/CNEN) | 1974 |
| Laboratório de Radioecologia (LAPOC/CNEN) | 1974 |
| Laboratório de Radiometria Ambiental (LMRA/IPEN/CNEN) | 1976 |
| Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes (LNMRI/IRD/CNEN) | 1976 |
| Laboratório de Monitoração Ambiental (LMA/ELETRONUCLEAR) | 1978 |
| Laboratório Radioecológico do Centro Experimental de ARAMAR (LARE/CTMSP) | 1988 |
| Laboratório de Radioecologia (LARA/IF/UFF) | 1999 |
| Laboratório de Radioecologia e Mudanças Globais (LARAMG/UERJ) | 2002 |

1.2.2.1 Centro de Radiofarmácia (IPEN/CNEN)

O IPEN foi a Instituição pioneira na produção de radioisótopos e radiofármacos no Brasil, suas atividades começaram no antigo Departamento de Processamento de Material Radioativo (TP), atual Centro de Radiofarmácia (CR).

A produção experimental iniciada em 1959 com o radiofármaco ^{131}I , usado para diagnóstico e terapia de doenças da tireóide, foi fundamental para a viabilização e consolidação da medicina nuclear no país. Com mais de 20 anos de experiência na área de produção de radioisótopos em Reator Nuclear, o IPEN iniciou, com a aquisição de um acelerador ciclotron, modelo CV-28, a produção de ^{67}Ga e ^{123}I , utilizados em diagnóstico (IPEN, 2010b).

No início das atividades de produção experimental de radiofármacos, os insumos (radioisótopos) eram produzidos no próprio IPEN. Com o expressivo aumento da demanda e a inadequação da capacidade do Reator IEA-R1 que operava a 2 MW e do

ciclotron existente com energia insuficiente, esses insumos passaram a ser importados quase na sua totalidade. A partir de 1995, o IPEN iniciou um programa de nacionalização, com objetivo de passar a produzir parte dos radioisótopos atualmente importados. Esse programa promoveu a instalação de um ciclotron de 30 MeV com investimentos superiores a US\$ 6 milhões (IPEN, 2010b).

Em 1999 as atividades de produção e distribuição dos produtos radioativos do CR, obtiveram a recomendação à certificação ISO 9002 por meio de um programa de qualidade do IPEN. Em 2002, dando continuidade ao programa, o CR foi certificado na norma ISO 9001 para o escopo de pesquisa e desenvolvimento, produção, controle de qualidade e comercialização de radioisótopos. Em 2005 o CR conquistou a re-certificação na mesma norma. Em 2005 o CR produziu 100% da necessidade anual do mercado nacional de ^{67}Ga e de ^{201}Tl e 60% de ^{131}I . Esse programa de nacionalização respondeu em 2005 por uma economia substancial relativa às importações totais do ano de equivalente a US\$ 1,600,000 (IPEN, 2010b).

O programa de nacionalização, associado ao desenvolvimento de novos produtos, tem propiciado ao IPEN produzir e distribuir para todo o território nacional, diversos produtos radioativos para diagnóstico e tratamentos, entre eles, radioisótopos primários, moléculas marcadas e reagentes liofilizados para pronta marcação com $^{99\text{m}}\text{Tc}$. Tais radiofármacos são produzidos com qualidade controlada para administração em seres humanos na forma de fármacos injetáveis, destinados ao diagnóstico e terapia de inúmeras patologias (IPEN, 2010b).

1.2.2.2 Radiofarmácia (IEN/CNEN)

O Instituto de Engenharia Nuclear (IEN), fundado em 1962, é uma unidade da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), órgão vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia e contribuí para o domínio nacional de tecnologias na área nuclear e correlata. Suas atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação geram produtos e serviços como patentes, publicações, licenciamento de tecnologias, fornecimento de radiofármacos, ensaios e análises de materiais, recolhimento de rejeitos radioativos, consultorias e formação de recursos humanos.⁵

⁵ <https://www.ien.gov.br/>. Acesso em: 20 Jun 2010.

A produção de radiofármacos pelo IEN reflete a preocupação do Instituto em atender às demandas da sociedade. Essa atividade teve origem com a aquisição, em 1974, do acelerador de partículas Cíclotron CV-28 de energia variável, o que deu início ao desenvolvimento de métodos de produção de radionuclídeos para diferentes aplicações e a produção experimental para uso médico. Em 1998, o instituto começou a produção em larga escala do radionuclídeo iodo-123 livre de impurezas. Na forma de iodeto de sódio, este é usado para o diagnóstico de disfunções da tireóide, em substituição ao iodo-131, proporcionando 60 vezes menos doses radiológicas aos pacientes e 6 mil vezes menos impacto ambiental.⁶

1.2.2.3 Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD/CNEN)

O Instituto de Radioproteção e Dosimetria, IRD, criado em 1972, tem o objetivo atuar como um Centro de Referência Nacional nas áreas de radioproteção e metrologia das radiações ionizantes relativas às aplicações da radiação ionizante na indústria, medicina, centrais elétricas e outros campos da atividade humana, destinadas a proteção do trabalhador, paciente e público em geral (IRD, 2010).

A Divisão de Metrologia e Ensaios é responsável pelas atividades relativas a radioecologia, em destaque o LNMRI e o SEANA:

- **Serviço de Metrologia das Radiações Ionizantes – integrante do LNMRI;**
- **Serviço de Metrologia de Radionuclídeos – integrante do LNMRI;**
- Serviço de Monitoração Individual Interna;
- Serviço de Monitoração Individual Externa;
- **Serviço de Análises Ambientais – SEANA;**
- Serviço de Física Médica em Radiodiagnóstico e Imagem.

⁶ <https://www.ien.gov.br/areas/radiofarmacos.php>. Acesso em: 28 Jul 2010.

1.2.2.4 Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes (LNMRI/IRD/CNEN)

No início da década de 1970, o IRD já possuía laboratórios que desenvolviam atividades na área de metrologia das radiações ionizantes por meio de seus laboratórios de nêutrons, de calibração de radionuclídeos e de dosimetria. Estes laboratórios iriam posteriormente compor o Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes, LNMRI.⁷

Desde 1976 o IRD possui um Laboratório de Dosimetria Padrão Secundário reconhecido pela *International Atomic Energy Agency* (IAEA), e pela Organização Mundial de Saúde, OMS. Em 1989, o INMETRO, reconhecendo a relevância dos trabalhos desenvolvidos nos laboratórios de metrologia do IRD, designou por meio de convênio, o LNMRI a responsabilidade de laboratório nacional de metrologia na área de Radiações Ionizantes.

Em 1990 foi homologado pela Organização Mundial de Saúde, OMS, como o coordenador de um dos sete Centros Mundiais de Referência, chamados Centros Colaboradores da OMS, para Proteção Radiológica e Preparativos Médicos no Atendimento a Acidentes Nucleares e Emergências Radiológicas. Em 1991, o IRD submeteu um projeto de pesquisa à Agência Internacional de Energia Atômica para implantar a rede de calibração em radioproteção para garantir a rastreabilidade das medições no Brasil. Em 1996, o BIPM doou ao Brasil a esfera de aço utilizada no método do banho de sulfato de manganês, utilizado na padronização primária de fontes de nêutrons. Este método é utilizado em pesquisa e desenvolvimento e em comparações organizadas pelo BIPM

Em 2004 foram implementados os requisitos da norma NBR ISO 17025 para laboratório de calibração. O sistema da qualidade foi em seguida avaliado em reunião do Sistema Interamericano de Metrologia (SIM) e considerado satisfatório.

⁷ <http://www.ird.gov.br/LNMRI/lnmri.html#>. Acesso em: 02 Mai 2009.

1.2.2.5 Serviço de Análise Ambientais (SEANA/IRD/CNEN)

Instalações do ciclo do combustível nuclear (incluindo reatores), instalações de mineração e beneficiamento de minérios contendo radionuclídeos naturais associados, podem liberar radionuclídeos para o meio ambiente. A monitoração ambiental e de efluentes permite estimar o impacto radiológico decorrente destas instalações. São desenvolvidas pesquisas na área ambiental destinadas ao conhecimento de mecanismos de transporte de radionuclídeos nos diversos compartimentos do meio ambiente e otimização de métodos analíticos (IRD, 2010).

O SEANA executa a maior parte desses trabalhos, inclui análises de amostras ambientais por métodos radioquímicos e radiométricos, gerencia e executa a atividade de análise de radionuclídeos em produtos importados e exportados pelo país. O SEANA é composto por cinco laboratórios, Radioquímica, Radiometria, Espectrometria de Massa, Datação Radiocarbônica e estação de Radionuclídeos do CTBTO, descritos a seguir:

Os laboratórios de radioquímica do SEANA realizam procedimentos químicos de separação e concentração de elementos radioativos com o objetivo de aumentar a sensibilidade dos métodos analíticos empregados para análise de amostras ambientais. São utilizados métodos para determinação de ^3H , ^{14}C , ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{210}Pb e isótopos de U e Th.

Os laboratórios de radiometria determinam a concentração de radionuclídeos em amostras ambientais por meio de equipamentos de última geração para a medida de radiação com a alta sensibilidade.

O Laboratório de espectrometria de massa está equipado com um equipamento de alta capacidade analítica para análise de elementos traço em amostras ambientais e biológicas. Também é utilizado na determinação da concentração de isótopos de urânio em amostras ambientais não só para fins de monitoração ambiental de instalações como também para fins de salvaguardas (IRD, 2010).

O Laboratório de datação radiocarbônica visa explorar as possíveis aplicações dos equipamentos existentes do IRD/CNEN em estudos ambientais. O primeiro

desenvolvimento, iniciado em 1984, estava relacionado à datação de sedimentos recentes através do ^{210}Pb , seguiram-se a datação de rochas empregando ICP-MS⁸ e as razões U/Pb, Th/Pb e Pb/Pb, datação de sedimentos de águas profundas com $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$, o estudo de mistura de águas empregando isótopos de rádio, bem como a datação radiocarbônica de conchas por meio da absorção química do CO^2 .

A Estação de Radionuclídeos do CTBTO do IRD foi certificada em 2003 e conta atualmente com dois sistemas de medição: um equipamento de monitoração de radionuclídeos em particulado e um equipamento de medida de gases nobres. Esta estação faz a transmissão dos dados adquiridos, diretamente para Viena, onde se encontra a sede da organização internacional que opera o tratado (CTBTO) (IRD, 2010).

1.2.2.6 Laboratório de Poços de Caldas (LAPOC/CNEN)

Em 1974, foi inaugurada a Usina Piloto de Poços de Caldas, atual Divisão do Laboratório de Poços de Caldas. O Laboratório de Poços de Caldas - LAPOC é uma unidade no nível de Coordenação da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, instalada em zona rural do município de Poços de Caldas – MG.⁹

Nos primeiros 14 anos, as atividades estiveram voltadas para a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias referentes a processos metalúrgicos extrativos, aplicados a minérios de urânio e de tório em particular, ou a minérios contendo minerais radioativos associados em geral.

A capacitação técnica histórica e consolidada em processos metalúrgicos do LAPOC é aplicada amplamente nas atividades regulatórias da CNEN como também no desenvolvimento de pesquisas experimentais de interesse nuclear, especialmente aquelas relacionadas a rejeitos radioativos.

⁸ http://www.revistaanalytica.com.br/ed_anteriores/25/art05.pdf. Acesso em: 24 Ago 2010

⁹ <http://www.cnem.gov.br/lapoc/institucional/historico.asp>. Acesso em: 10 Ago 2009.

Algumas atividades do LAPOC:

- Coordenar a avaliação dos processos de tratamento de minérios e outros materiais radioativos, bem como os de tratamento de rejeitos gerados em instalações nucleares e radiativas, instalações mínero-industriais que processam materiais contendo urânio e tório associados, destinados às atividades de licenciamento, fiscalização e descomissionamento;
- Apoiar a Diretoria de Radioproteção e Segurança – DRS no controle de materiais nucleares, minérios radioativos e de interesse nuclear, realizando inspeções nas instalações e realizando análises químicas e radiométricas necessárias;
- Atuar como representante da CNEN perante a comunidade regional em assuntos relacionados à gestão ambiental;
- Realizar pesquisas para subsídios às atividades regulatórias de CNEN, especialmente aquelas referentes a rejeitos radioativos e pesquisas no Planalto de Poços de Caldas, sobre a influência da radioatividade natural e da INB/UTM - Caldas, na ecologia e meio ambiente;
- Desenvolver um sistema de garantia de qualidade nos serviços de análise química e radiométrica.

1.2.2.7 Laboratório de Radiometria Ambiental (LMRA/IPEN/CNEN)

O LMRA é responsável pelo Programa de Monitoração Ambiental (PMRA) do IPEN, suas características estão detalhadas no item 2.5 Caracterização de Laboratório Radioecológico no interesse desta pesquisa.

1.2.2.8 Laboratório de Monitoração Ambiental (LMA/ELETRONUCLEAR)

Antes da entrada em operação da primeira usina nuclear brasileira, em 1985, o Laboratório de Monitoração Ambiental da Eletrobras Eletronuclear mediu os níveis de radioatividade natural (a natureza nos submete a um inevitável grau de radiação) e realizou estudos populacionais dos seres vivos - flora e fauna - na área de influência da Central

Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA)¹⁰.

As usinas de Angra, em mais de vinte anos de funcionamento, não causaram nenhum impacto significativo no meio ambiente. Os resultados desses estudos permitem a comparação com dados obtidos, hoje, em amostras regularmente coletadas de água do mar, da chuva e de superfície, de areia da praia, algas, peixes, leite, pasto e do ar. Uma equipe de biólogos, físicos e químicos, altamente especializada, executa programas contínuos de monitoração ambiental e envia os resultados para os órgãos fiscalizadores nacionais e internacionais. Os programas de intercomparação mantidos pela IAEA, pela *Environmental Protection Agency* (EPA) e pelo Instituto de Radioproteção e Dosimetria, da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) controlam a qualidade destas análises.

Os programas desenvolvidos pelo Laboratório de Monitoração Ambiental são:

- Programa de monitoração da fauna e flora marinha (PMFFM);
- Radiometria;
- Qualidade e temperatura das águas.

PROGRAMA DE MONITORAÇÃO DA FAUNA E FLORA MARINHA (PMFFM)

O Programa de Monitoração da Fauna e Flora Marinha (PMFFM) acompanha o ecossistema marinho em função da operação da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), nas áreas de Plancton, Benthos, Necton e Parâmetros Físico-Químicos da Água do Mar. Para este programa foram estabelecidas áreas para coletas de amostras nas praias: Saco Piraquara de Fora (Impacto), Saco Piraquara de Dentro (Controle) e Itaorna (Controle). As áreas de Controle são locais isentos de influências dos efluentes, portanto destinadas às investigações no caso de alterações na biota marinha.

Por ocasião da amostragem da fauna e flora marinha, são mantidas as medidas de temperatura e cloro. Desta forma, é possível avaliar a influência produzida pela descarga térmica e química advinda da operação da CNAAA, capacitando a Eletronuclear à atender as exigências da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA).

Caso ocorram alterações ambientais que provoquem mudanças populacionais nos organismos indicadores, são implementadas medidas para a investigação do ocorrido conforme especificado neste programa, bem como ações investigativas em

¹⁰ http://www.eletronuclear.gov.br/meio_ambiente/index.php?idSecao=6&idCategoria=34. Acesso: 20 Jan 2010.

outras áreas que não sofram influências dos efluentes da CNAAA. Essas informações são tratadas estatisticamente e apresentadas nos relatórios anuais, comparando-se com relatórios anteriores e relatórios pré-operacionais.

RADIOMETRIA

O Programa de Monitoração Ambiental Radiológica Operacional (PMARO) tem por objetivo o acompanhamento dos níveis de radiação ambiental em várias matrizes e meios, durante o período de operação da CNAAA. Os resultados anuais deste Programa são analisados e comparados com os resultados do período pré-operacional, realizado para Angra 1 e 2.

São realizadas as seguintes atividades:

- Programa de Análise de Amostras Marinhas - Peixes, Algas, Areia de Praia, Sedimento Marinho, Água de Mar;
- Programa de Análise de Amostras Terrestres - Leite de Vaca, Pasto, Água Doce de Superfície e Água do Rio, Água Subterrânea, Sedimento de Rio, Produto Agrícola (Banana) e Solo Adjacente;
- Programa de Análise de Amostras de Ar - Particulado, Iodo, Precipitação;
- Programa de Coleta em Amostras Diversas para Análise de Trítio; e
- Programa de Medidas Diretas com Dosímetros Termoluminescentes.

Os resultados das análises, realizadas no Laboratório de Monitoração Ambiental, têm, como parâmetros de referência os valores de notificação ("*Report Level*") dos radionuclídeos com as respectivas matrizes (ex: sedimento, leite, água, entre outros) estabelecidos em normas.

Programa Complementar de Monitoração Ambiental Radiológica

Este programa tem por objetivo o acompanhamento dos níveis de radiação ambiental em várias matrizes e meios, provocadas por liberações radiológicas em condições atípicas de operação da CNAAA, de caráter investigativo de forma a determinar a amplitude dessas influências para nortear as ações corretivas. Apenas será acionado quando forem atingidos, para as matrizes e radionuclídeos, os níveis de notificação ("*Report Level*") especificados em procedimentos específicos e será desativado quando as condições retornarem aos níveis similares anteriores ao evento.

É suportado pelas seguintes atividades:

- Programa de Análise de Amostras Marinhas - Peixes, Algas, Areia de Praia,

Água de Mar;

- Programa de Análise de Amostras Terrestres - Leite de Vaca, Água Doce de Superfície e Água do Rio, Produto Agrícola (Banana) e Solo Adjacente;
- Programa de Análise de Amostras de Ar - Particulado, Iodo;
- Programa de Análise de Trítio em Amostras Diversas.

QUALIDADE E TEMPERATURA DAS ÁGUAS

Programa de Medida de Temperatura da Água em Itaorna e Piraquara de Fora

A operação da CNAAA requer uma grande quantidade de água do mar para condensar o vapor gerado no circuito secundário. A água utilizada para este fim é captada em Itaorna, utilizada para resfriamento nas Usinas e descarregada no Saco Piraquara de Fora.

O objetivo desse programa é observar a dispersão térmica na área de descarga, Saco Piraquara de Fora, bem como monitorar a temperatura da área de captação em Itaorna, de forma avaliar uma possível influencia térmica sobre as populações marinhas e o cumprimento da legislação pertinente. Para a execução deste programa são realizadas no Saco Piraquara de Fora e Itaorna, quinzenalmente, medidas das temperaturas, nas profundidades de 0,5 m, 2,0 m e 4,0 m.

Programa de Monitoração e Controle da Qualidade das Águas

O objetivo deste programa é monitorar a qualidade das águas potáveis, servidas¹¹, salinas e industriais, nas áreas de propriedade da Eletronuclear ou daquelas que possam ser afetadas pela operação da CNAAA. O programa estabelece os pontos de monitoração, a frequência de coleta, as análises que deverão ser realizadas com seus respectivos limites, definidos pelas normas específicas e vigentes, e as ações a serem tomadas em caso de ocorrência de resultados que não atendam às mesmas. É suportado pelas seguintes atividades: Monitoração da Qualidade da Água para Fins Potáveis; Monitoração da Qualidade das Águas Salinas; Monitoração da Qualidade das Águas dos Efluentes das Estações de Tratamento de Esgoto da CNAAA; Monitoração da Qualidade da Água Subterrânea no Sítio da Usina; e Programa de Medida de Cloro Residual em Piraquara de Fora.

As Unidades da CNAAA utilizam água do mar para condensar o vapor gerado no circuito secundário. De modo a evitar que as incrustações de cirripédios (cracas) possam causar danos às estruturas do sistema de água de circulação, é utilizado cloro como

¹¹ Águas de esgoto. Fonte: contato telefônico Eletronuclear em 16 Set 2010.

biocida para evitar o desenvolvimento desses organismos. O objetivo deste programa é monitorar a concentração de cloro residual descarregada no Saco Piraquara de Fora, pela água de circulação, de forma a garantir que os limites estabelecidos pela FEEMA não sejam ultrapassados.

Para a execução deste programa são realizadas, semanalmente, medidas de cloro residual no Saco Piraquara de Fora. As coletas de água do mar e as análises de cloro residual são realizadas ao longo do eixo perpendicular à descarga da água de circulação, em pontos e coordenadas predeterminados. Um relatório mensal contendo os resultados das análises de cloro residual obtidos é enviado pela Gerência de Monitoração para a Gerência de Gestão Ambiental, para posterior envio à FEEMA.

1.2.2.9 Laboratório Radioecológico do Centro Experimental de ARAMAR (LARE/CTMSP)

O Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP), criado em de 17 de outubro de 1986, é responsável pelo desenvolvimento do Programa Nuclear da Marinha do Brasil, que visa capacitar a força no domínio dos processos tecnológicos, industriais e operacionais de instalações nucleares aplicáveis à propulsão naval.¹²

Este programa é composto pelo Projeto do Ciclo do Combustível, pelo Projeto do Laboratório de Geração de Energia Núcleo-Elétrica e pelo Projeto de Infraestrutura. Este projeto visa o domínio do ciclo do combustível nuclear nas fases necessárias para atender o abastecimento dos reatores de interesse da Marinha do Brasil (MB). Nesse ciclo, a fase de maior complexidade tecnológica está no enriquecimento, ou seja, na obtenção do Urânio com maior concentração do seu isótopo 235, de modo a permitir sua utilização nos elementos combustíveis de um reator nuclear.

O Projeto do Laboratório de Geração de Energia Núcleo-Elétrica visa capacitar a MB para projetar, implantar, comissionar, operar e manter instalações nucleares aplicáveis à propulsão naval.

O Projeto de Infraestrutura visa prover todas as facilidades para o desenvolvimento dos projetos anteriores, tais como: água, energia, captação e tratamento de esgoto e efluentes industriais, comunicações, sistemas viários, sistemas de segurança e prédios das unidades de apoio.

O Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP), desde o início da implantação de seus empreendimentos, sempre considerou importante a preservação ambiental. No Centro Experimental ARAMAR (CEA), a segunda construção efetivada, logo após a construção de alguns alojamentos de apoio, foi a do Laboratório Radioecológico (LARE). Na sede, localizada na Cidade Universitária em São Paulo e em Aramar (Município de Iperó - SP), todos os projetos foram implementados considerando as melhores técnicas disponíveis, destinados à redução dos riscos e da geração de impactos ambientais.¹²

O Laboratório Radioecológico (LARE), instalado no CEA, iniciou, em outubro de 1988, um programa de monitoração ambiental com a finalidade de verificar os possíveis efeitos ao meio ambiente que poderiam advir da implantação e da operação do Centro.

De maneira geral, o programa de monitoração ambiental tem os seguintes propósitos:

- Verificar a eficiência do controle da emissão dos efluentes quanto à manutenção da qualidade ambiental;
- Fornecer dados para estimar a exposição de indivíduos do público aos contaminantes liberados para o meio ambiente;
- Avaliar a contribuição de outras fontes aos níveis pré-existentes de contaminantes medidos na área sob influência da operação da instalação;
- Implementar um programa de investigação e indicar as magnitudes e tendências dos impactos ambientais provocados pela operação das instalações (oficinas, laboratórios e instalações de apoio).

O Programa de Monitoração Ambiental tem a preocupação não somente com os aspectos de controle da radiação ambiental, mas também com outros aspectos referentes aos outros agentes de poluição ligados à implantação e à operação do CEA, podendo-se exemplificar¹²:

- Monitoração da contaminação do ar por contaminantes químicos;
- Monitoração de poluentes químicos em águas superficiais, de chuva e subterrânea;

¹² < www.mar.mil.br/menu_h/noticias/com8dn/papeldaMarinha.pdf >. Acesso em: 22 Mar 2010.

- Monitoração das emissões atmosféricas, com o uso de organismos bioindicadores;
- Detecção de radionuclídeos em pontos da cadeia alimentar (solo, vegetação rasteira, pasto, produtos animais como a carne e o leite, e peixes do rio Ipanema);
- Controle e autorização da liberação de efluentes industriais por todas as instalações do CEA.

Os dados gerados pelo LARE, durante a execução do Plano de Monitoração Ambiental, têm subsidiado trabalhos e publicações científicas, além de dissertações de mestrado e teses de doutorado. A contínua análise e estudo desses dados têm demonstrado que não houve qualquer tipo de impacto ambiental na região de ARAMAR desde o início das atividades do CEA naquela região. Não foi registrada nenhuma alteração nas condições do meio ambiente que tivesse qualquer relação com os Projetos desenvolvidos pela Marinha em Iperó.

1.2.2.10 Laboratório de Radioecologia (LARA/IF/UFF)

O Laboratório de Radioecologia (**LARA**) foi implantado no Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense (IF/UFF) em 1999, concretizando um desejo do Grupo de Física Nuclear Experimental em realizar atividades científicas experimentais na área de Física Nuclear Aplicada. Paralelamente a estas atividades, também foi incentivado o desenvolvimento de uma linha que tivesse grande aproximação na área de ensino, tal que tivesse a capacidade de despertar o interesse científico de alunos de graduação e pós-graduação nas áreas de ciências ambientais e da vida. Portanto, desde a sua configuração inicial, a participação de estudantes no Instituto no desenvolvimento e aprimoramento deste laboratório tem sido fundamental. ¹³

Nesta data o LARA realizou um importante trabalho científico na área de radioproteção ambiental, baseado no estudo das conseqüências ambientais provocadas pelo acidente radiológico que ocorreu na cidade de Goiânia (GO) em 1987. Contando com a participação de pesquisadores da Universidade de São Paulo, o LARA foi o responsável pela identificação de uma contaminação remanescente de Césio-137 no subsolo de um dos principais locais envolvidos naquele acidente. Estas informações foram apresentadas para a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) que, em agosto de 2001, realizou uma

nova intervenção no lote, depositando uma camada de concreto sobre toda a sua extensão. Esta medida mitigadora foi necessária, uma vez que o solo do terreno estava desgastado e a camada de subsolo contaminado poderia atingir a superfície e produzir efeitos nocivos à saúde de seus moradores.

Atualmente, o LARA está realizando trabalhos científicos de caráter mais amplo, que visem compreender as inter-relações de elementos radioativos naturais e artificiais com as diversas partes de ecossistemas terrestres e aquáticos. Assim, radionuclídeos são usados como traçadores de processos físicos, biológicos, geológicos e arqueológicos, permitindo o entendimento da estrutura e funcionamento de tais ecossistemas.

1.2.2.11 LABORATÓRIO DE RADIOECOLOGIA E MUDANÇAS GLOBAIS (LARAMG/UERJ)

Laboratório de Radioecologia e Mudanças Globais, LARAMG, criado em 2002, pertence ao Departamento de Biofísica e Biometria do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes da UERJ. O Laboratório foi criado com o objetivo de promover a pesquisa e o ensino na área ambiental, cujas linhas de pesquisa foram direcionadas para a caracterização da variabilidade ambiental, da geocronologia recente, da radioecologia e da identificação de registros das mudanças globais do clima sobre elementos da geosfera de um modo geral.¹⁴

As principais ferramentas de trabalho empregadas no LARAMG são: Radiometria e Espectrometria de Radioisótopos para fins de datação e processos geoquímicos; Análise Matemática de Banco de Dados Ambientais e Modelagem Numérica; Radiografia de matrizes ambientais para estudos de estratigrafia (esclerocronologia, dendrocronologia e sedimentologia); Processamento Digital de Imagem; Análise do conteúdo de carbono em árvores.

¹³ <http://lara.if.uff.br/doku.php?id=historico>. Acesso em: 10 Ago 2009.

¹⁴ <http://www.biologiauerj.com/templates/IBRAG/departamentos/dbb/paginas/labramg.htm>. Acesso em: 22 Jan 2009.

2 OBJETIVO GERAL

Estudar as melhores práticas que possam subsidiar a conceituação de Sistema de Gestão Integrado (SGI) (qualidade, meio ambiente, segurança e saúde no trabalho) aplicável a Laboratórios Radioecológicos.

2.1 Pressupostos

A radioecologia é uma disciplina altamente científica, multidisciplinar que surgiu concomitantemente com o uso civil da energia nuclear durante a década de 50, e que está situada entre o risco induzido pela radioatividade ambiental e suas conseqüências em ambos, o homem e o meio ambiente.

BRÉCHIGNAC et al. (2008) destaca:

“Essencialmente focada em elementos radioativos, a radioatividade é potencialmente tóxica para a vida, a radioecologia contribui para o esforço mundial, que é realizado continuamente para o desenvolvimento sustentável das atividades nucleares, especialmente o uso civil da energia nuclear”¹⁵.

Um SGA aplicável ao tratamento dos impactos das atividades nucleares no meio ambiente, um SGSST aplicável a estes impactos à saúde humana e um SGQ para dirigir e controlar uma organização no que diz respeito à qualidade compõe um SGI.

Um SGI pode proporcionar vantagens significativas às organizações, visto que elas passam a oferecer produtos com qualidade, produzidos sob condições que não comprometam o meio ambiente e a segurança e a saúde de seus trabalhadores, aperfeiçoando processo internos, auditoria de certificação integrada, reduzindo custos, reduzindo processos de implementação, treinamentos, incrementando a competitividade e melhorando a imagem dos laboratórios.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

¹⁵ Tradução literal do original em inglês (BRÉCHIGNAC et al., 2008).

- Estudar o referencial teórico em sistemas de gestão da qualidade, ambiental e segurança do trabalho;
- Estudar o referencial teórico em Sistemas de Gestão Integrada, identificando as práticas aplicáveis a Laboratórios Radioecológicos;
- Estudar a estrutura de serviços de Laboratórios Radioecológicos;
- Conceituar Sistema de Gestão Integrado aplicável a um Laboratório Radioecológico.

2.3 Questões de pesquisa

Pretende-se responder as seguintes questões:

- 1) Quais são as melhores práticas existentes e como essas práticas podem contribuir para propor um SGI aplicável a esses laboratórios?
- 2) Como conceituar um Sistema de Gestão Integrado aplicável a Laboratórios Radioecológicos?

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da pesquisa

Nos estudos dos SGI para a revisão de métodos aplicados ao sistema de gestão integrado foi aplicada metodologia de pesquisa social nos aspectos de estudos exploratórios, incluindo ferramentas para identificar as melhores práticas (em empresas e instituições – nacionais e internacionais).

Para caracterizar um sistema de gestão integrado em Laboratórios Radioecológicos foi aplicado o método estudo de caso utilizando-se a metodologia científica (Gil, 2008):

- **Delineamento:** a pesquisa bibliográfica foi elaborada com material publicado (livros e artigos de periódicos), pesquisa documental (documentos sistêmicos da qualidade, manual e plano de negócio) e estudo de caso, estudo profundo sobre as características de um Laboratório Radioecológico e normas aplicáveis.
- **Natureza:** Aplicada, pois tem interesse dos conhecimentos gerados quanto à implementação de um SGI para Laboratórios Radioecológicos;
- **Forma de abordagem:** Qualitativa, pois expressa os valores e opiniões (Serapioni, 2000) dos laboratórios respondentes por meio do questionário enviado;
- **Caráter:** Exploratória, pois objetiva desenvolver, esclarecer e subsidiar um modelo de sistema de gestão integrado para Laboratórios Radioecológicos.

A pesquisa de mestrado foi executada em quatro etapas, conforme se segue:



Figura 1 – Metodologia utilizada

3.2 Pesquisa bibliográfica e documental em SGI

Realizou-se, numa primeira etapa, a pesquisa bibliográfica e documental em SGI, levantamento e estudo das normas aplicáveis (SGQ NBR ISO 9000 (ABNT, 2005a), NBR ISO 9001 (ABNT, 2008), NBR ISO 9004 (ABNT, 2000), SGA NBR ISO 14001 (ABNT, 2004) e SGSST OHSAS 18001 e OHSAS 18002 (BSI, 2008)), identificação e caracterização de processos em Laboratórios Radioecológicos e estudo de metodologia de melhores práticas e *benchmarking*. Elaborou-se a correspondência entre as normas (APÊNDICE A), destacando os itens que exigem procedimentos obrigatórios.

3.3 Pesquisa Qualitativa

Desenvolveu-se o estudo de caso (pesquisa qualitativa, com a aplicação de questionário, conforme APÊNDICE C via correio eletrônico e duas entrevistas presenciais), precedido de um levantamento e seleção de Laboratórios Radioecológicos

internacionais e nacionais a serem estudados e, em seguida, esses laboratórios foram contatados e concordaram em participar na pesquisa.

O questionário foi elaborado a partir da identificação e caracterização dos processos de Laboratórios Radioecológicos (atividades dos laboratórios) e dos itens obrigatórios das normas pesquisadas na primeira etapa da pesquisa. Também se observou a necessidade da inclusão dos itens I, II, III, IV e glossário no questionário para evitar possíveis dúvidas quanto aos objetivos da pesquisa e interpretação de alguns termos.

A metodologia utilizada para a seleção dos laboratórios foi composta das seguintes fases: seleção dos Laboratórios Radioecológicos via internet, contatos pessoais no *International Nuclear Atlantic Conference* (INAC 2009) - indicação de possíveis respondentes e contatos com pesquisadores do IPEN. O envio do questionário e o recebimento dos respondentes ocorreu no período de maio de 2009 a fevereiro de 2010.

3.4 Construção de Matriz de Melhores Práticas

Nesta etapa da pesquisa construiu-se uma matriz de melhores práticas, conforme APÊNDICE D, obtendo-se resultados com os quais foi possível subsidiar a proposição de um modelo conceitual de SGI para Laboratórios Radioecológicos.

Para a construção desta matriz foram utilizadas as respostas do questionário do APÊNDICE C (histórico, atividades desenvolvidas e sistemas de gestão), mantendo em sigilo a identidade dos respondentes em relação às respostas. Esta matriz de melhores práticas evidenciou as normas mais utilizadas resultando na inserção do sistema de ensaio e calibração na proposta conceitual de estrutura do SGI. Também foi elaborada uma tabela APÊNDICE B, correspondência entre as normas: NBR ISO 9001 e NBR ISO IEC 17025.

3.5 Proposta Conceitual de Estrutura de SGI

Nesta última etapa da pesquisa, utilizando-se a matriz de melhores práticas, as normas PAS 99 (RISK, 2006), NBR ISO 9000, NBR ISO 9001 (ABNT, 2008), NBR ISO 9004 (ABNT, 2000), NBR ISO 14001 (ABNT, 2004), OHSAS 18001 e OHSAS 18002 (BSI, 2008) e NBR ISO/IEC 17025 (ABNT, 2005c) foi possível a construir uma proposta conceitual de estrutura de SGI para Laboratórios Radioecológicos.

4 FUNDAMENTOS TEÓRICOS E REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Sistema de gestão da qualidade

A norma NBR ISO 9000 define Sistema de gestão da qualidade – “*Sistema de gestão para dirigir e controlar uma organização no que diz respeito à qualidade.*”. Na Figura 2, observa-se que os clientes desempenham um papel importante na definição dos requisitos como entradas. A monitoração da satisfação dos clientes requer a avaliação de informações relativas à percepção pelos clientes de como a organização tem atendido aos requisitos dos clientes.

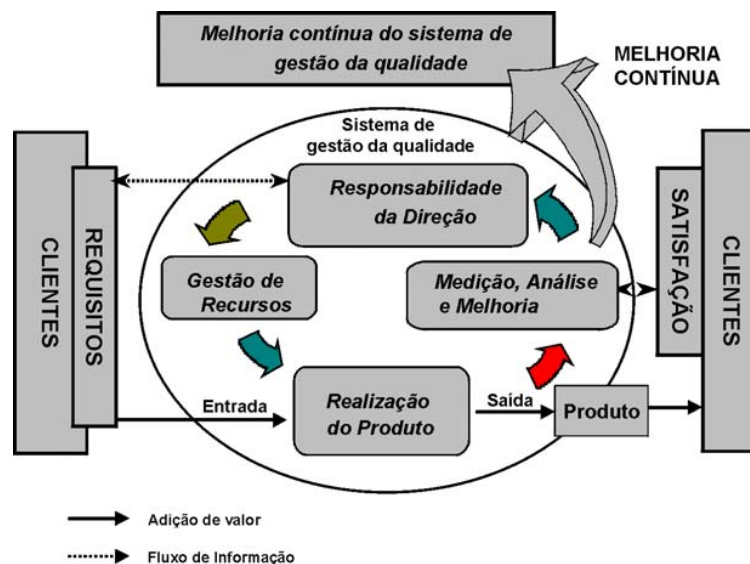


Figura 2 – Modelo de um sistema de gestão da qualidade baseado em processo
Fonte: Adaptada da NBR ISO 9000 (ABNT, 2005a).

4.2 Sistema de gestão ambiental

A norma NBR ISO 14001 (ABNT, 2004) define Sistema de gestão ambiental da seguinte maneira: “é a parte de um sistema de gestão de uma organização utilizada para desenvolver e implementar sua política ambiental e para gerenciar seus aspectos ambientais”. Na Figura 3 está ilustrado um modelo de sistema de gestão ambiental em organizações.

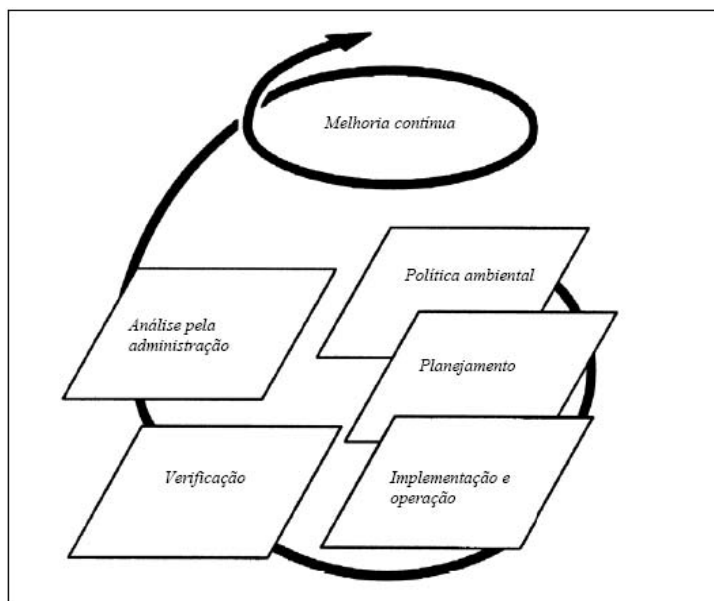


Figura 3 – Modelo de sistema de gestão ambiental
Fonte: NBR ISO 14001 (ABNT, 2004)

Aquino (2003) demonstra que a norma NBR ISO 14001 pode ser aplicada a qualquer organização e não apenas em organizações capazes de causar fortes impactos ambientais. O autor indica que o custo envolvido na certificação é compensado pelos benefícios decorrentes dela e que para uma organização com certificação NBR ISO 9000 os custos são ainda menores. Com a aplicação da NBR ISO 14001 a organização melhora as relações com requisitos de mercado (certificação), o governo e com público e passa, forçosamente, por um processo de (re) estruturação organizacional que beneficia a todos e contribui para o aumento da competitividade.

Zutshi e Sohal (2004), por exemplo, enfatizam a importância da integração do Sistema de Gestão Ambiental – SGA (*Environmental Management System - EMS*) com os outros sistemas implantados ou em implantação nas organizações: Para reduzir a ambigüidade, a duplicação e o desperdício de recursos (por exemplo, financeiro, humano e tempo), as organizações, se possível, devem integrar seus sistemas de gestão existentes e auditorias de SGA. Os custos de implementação do SGA também seriam reduzidos se as organizações aprendessem com suas experiências passadas de execução de outros sistemas (como o Sistema de Gestão da Qualidade, e Sistema de Segurança e Saúde Ocupacional) e com as experiências de seus pares e evitar repetir os mesmos erros).

4.3 Sistema de gestão de saúde e segurança do trabalho

A norma OHSAS 18001 (BSI, 2007) define **sistema de gestão de saúde e segurança do trabalho** da seguinte forma: “é a parte do sistema de gestão de uma organização utilizada para desenvolver e implementar sua política de SST e gerenciar seus riscos de SST” e **Segurança e Saúde no Trabalho (SST)** como: “condições e fatores que afetam, ou poderiam afetar, a segurança e a saúde de funcionários ou de outros trabalhadores (incluindo temporários e terceirizados), visitantes ou qualquer outra pessoa no local de trabalho”. Na Figura 4 apresenta-se, de forma esquemática, um modelo de sistema de gestão SST.



Figura 4 – Modelo de sistema de gestão SST
Fonte: OHSAS 18001 (BSI, 2007).

A norma OHSAS é baseada na metodologia conhecida como PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) e especifica os requisitos para um sistema de gestão SST, para permitir a uma organização controlar os seus riscos de acidentes e doenças ocupacionais e melhorar o seu desempenho, no que concerne aos aspectos de segurança e saúde de todos os seus colaboradores. Neste estudo a norma OHSAS se aplica a:

- a) estabelecer um sistema de gestão SST para eliminar ou minimizar riscos às pessoas e a outras partes interessadas que possam estar expostas aos perigos de SST associados a suas atividades;
- b) assegurar-se da conformidade com sua política de SST (compreende-se, no interesse deste estudo, como intenções e princípios gerais de uma organização em relação ao seu desempenho da SST, conforme formalmente expresso pela Alta Direção).

A norma NBR ISO 9000 (ABNT, 2005a) define sistema de gestão como um

“Conjunto de elementos inter-relacionados ou interativos para estabelecer política e objetivos.”.

4.4 SGI Sistema de Gestão Integrado (Qualidade, Meio Ambiente, Segurança e Saúde no trabalho)

O SGI é formado pela integração dos três sistemas: Sistema de gestão da qualidade; Sistema de gestão ambiental e Sistema de gestão de saúde e segurança do trabalho.

Os objetivos da integração são:

- Oferecer produtos com qualidade produzidos sob condições que não comprometam o meio ambiente ou a segurança e saúde de seus colaboradores;
- Adotar uma abordagem completa para o aperfeiçoamento dos processos internos e obter a certificação de todos os sistemas com somente uma auditoria de certificação;
- Reduzir custos: auditorias internas, processo de implementação, treinamentos, entre outros.

4.5 Caracterização de Laboratório Radioecológico no interesse desta pesquisa

Como parte integrante desta fase da pesquisa, buscou-se referências internacionais e nacionais de Laboratórios Radioecológicos por meio dos quais pudessem identificar e caracterizar suas estruturas, processos e linhas de pesquisa. Entre elas, nesta pesquisa destacam-se o LMRA (GMR) (IPEN, 2010a) e ANSTO (ANSTO, 2010) (laboratórios respondentes), o *Marine Environment Laboratories* (MEL) (IAEA, 2010a) e o *Radioecology Laboratory (REL)* (IAEA, 2010b) que serão descritos na dissertação.

4.5.1 Gerência de Metrologia das Radiações (GMR)

A GMR é responsável por desenvolver, implementar e validar métodos em dosimetria das radiações, calibração de instrumentos, qualificação e quantificação de radionuclídeos naturais e artificiais, com rigor metrológico, garantindo a qualidade dos produtos e serviços oferecidos, a melhoria contínua e a satisfação de clientes e colaboradores. Para executar, consolidar, aprimorar e ampliar as suas ações na área de metrologia das radiações, as atividades da Gerência são desenvolvidas nos seguintes laboratórios (IPEN, 2007):

- Laboratório de Radiometria Ambiental (LRA);
- Laboratório de Calibração de Instrumentos (LCI);
- Laboratório de Radiotoxicologia (LRT);
- Laboratório de Dosimetria Termoluminescente (LDT);
- Laboratório de Materiais Dosimétricos (LMD);
- Laboratório de Monitoração in Vivo (LMIV);
- Laboratório de Dosimetria de Doses Altas (LDA);
- Grupo de Cálculo de Dose (GCD).

Atualmente, quatro desses laboratórios possuem um Sistema da Qualidade implantado: LCI, LDT, LRA e LRT. Nos demais laboratórios o Sistema da Qualidade está em vias de implantação.

Os laboratórios LRA e LRT iniciaram a implementação do Sistema da Qualidade em 1997, com o Projeto ARCAL XXVI, designado como “Asseguramiento de La Calidad em los Laboratórios Analíticos em América Latina Y Caribe”, promovido pela *International Atomic Energy Agency* (IAEA), projeto este que intencionava a implantação de programas de qualidade. O LDT também iniciou seu Sistema da Qualidade em 1997, na ocasião da realização da primeira inspeção externa do Comitê de Avaliação do Serviço de Monitoração Individual Externa (CASMIE/IRD). O LCI iniciou a implantação do seu Sistema da Qualidade em 2001, ano em que foi realizada a sua primeira auditoria interna de adequação. Atualmente, estes laboratórios, com o sistema já implantado, encaminham-se para a acreditação por órgãos competentes.

Os principais objetivos da GMR do IPEN estão voltados para o desenvolvimento e a manutenção de padrões e métodos de medição de grandezas associadas à radiação ionizante, para a geração de conhecimento científico e tecnológico, para a formação de recursos humanos e para a melhoria da qualidade de vida da população em geral (IPEN, 2007).

A GMR oferece os seguintes produtos e serviços em conformidade com a demanda de mercado e é composta por duas divisões: GMRA, Divisão de Radiometria Ambiental e GMRD, Divisão de Calibração e Dosimetria.

4.5.1.1 Divisão de Radiometria Ambiental (GMRA)

A Divisão de Radiometria Ambiental (GMRA) é responsável pela avaliação da exposição da população e do meio ambiente às radiações ionizantes, decorrentes de fontes naturais ou artificiais de radiação. Os principais serviços oferecidos pela GMRA para atender à demanda do IPEN e de clientes externos são (IPEN, 2010a):

- Determinar os níveis de radioatividade nos efluentes líquidos e gasosos gerados pelas instalações do IPEN;
- Determinar os níveis de radioatividade das amostras definidas no programa de monitoração radiológica ambiental do IPEN;
- Prestar serviços externos de radioquímica e radiometria ambiental, de acordo com os ensaios oferecidos em catálogo;
- Realizar pesquisa e desenvolvimento nas áreas de radioproteção ambiental e radioecologia.

A divisão possui o Laboratório de Radiometria Ambiental (LRA) que possui dois laboratórios: Laboratório de Prestação de Serviços em Análises Radiométricas (LARA/IPEN/CNEN) e Laboratório de Monitoração Radiológica Ambiental do IPEN (LMRA/IPEN/CNEN).

- **Laboratório de Prestação de Serviços em Análises Radiométricas (LARA/IPEN/CNEN)**

O LARA/IPEN/CNEN é responsável pela prestação dos seguintes serviços (vide Tabela 4):

- Determinação de radionuclídeos por espectrometria gama;
- Análise radiométrica de alimentos e outros produtos, com emissão de certificados, para fins de exportação e importação;
- Determinação radioquímica de U e Th por espectrometria alfa;
- Determinação radioquímica de ^{226}Ra , ^{228}Ra e ^{210}Pb por contagem alfa e beta total;
- Determinação das atividades alfa e beta total em amostras de água;
- Determinação de ^{222}Rn no ar;
- Determinação de trício em água.

Tabela 4 – Atividades do LARA/IPEN/CNEN**Fonte:** Plano de Negócio da GMR 2010/2013 (IPEN, 2010a)

| Atividade | Meio |
|---------------------------------|---|
| Controle dos efluentes líquidos | Efluentes líquidos |
| Controle dos efluentes gasosos | Filtros de papel e de carvão ativado |
| Espectrometria Gama | Efluentes líquidos |
| | Amostras diversas Esfregão e filtros de monitoração de ar ocupacional |
| | Efluentes gasosos |
| Determinação de U e Th | Efluentes líquidos Amostras diversas |
| Trício e Sr-90 | Efluentes líquidos |
| Espectrometria alfa | Efluentes líquidos Amostras diversas |
| Relatório de Avaliação de dose | Elaboração do termo fonte, aquisição de dados meteorológicos e cálculo da dose. |

- **Laboratório de Monitoração Radiológica Ambiental (LMRA/IPEN/CNEN)**

O LMRA é responsável pelo Programa de Monitoração Ambiental (PMRA) do IPEN e o programa inclui:

- A determinação dos níveis de radioatividade liberada pelo IPEN;
- Avaliação da dose nos indivíduos do público;
- Determinação dos níveis de radiação.

O programa de análise ambiental das instalações nucleares e radioativas do IPEN, em condições normais de operação é realizado de duas maneiras distintas: análise preventiva dentro do próprio estabelecimento e análise confirmatória externa a ele.

Dentro da instalação é realizado o controle da liberação dos efluentes radioativos líquidos e gasosos gerados, antes de sua descarga para o meio ambiente. Neste caso, é necessário conhecer a quantidade e o tipo de material radioativo lançado no ambiente (termo fonte), para a contabilização da descarga. O controle das descargas de material radioativo no meio ambiente é realizado de forma contínua, ao passo que a avaliação da dose nos indivíduos do público é consolidada por meio de um relatório emitido anualmente.

Para se ter certeza de que o controle da descarga de material radioativo no meio ambiente é bem conduzido e para detectar possíveis liberações não planejadas, acima dos limites operacionais pré-estabelecidos, fazem-se também medidas de amostras provenientes do meio ambiente sob influência da instalação. Esta análise confirmatória é consolidada por meio de um relatório emitido anualmente denominado “Programa de Monitoração Radiológica Ambiental-PMRA”. Na Tabela 5 é apresentado o Plano do Programa de Monitoração Radiológica e na Tabela 6 são apresentadas as atividades do referido Programa.

Tabela 5 – Plano do Programa de Monitoração Radiológica Ambiental do IPEN

Fonte: Plano de Negócio da GMR 2010/2013 (IPEN, 2010a), p 14-17.

| Meio Amostrado | Instrumento de amostragem | Frequência de amostragem | Número de pontos por amostragem | Tipo de análise Realizada |
|---------------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Radiação direta no meio ambiente (ar) | Dosímetros TL | Trimestral | 15 | Taxa de exposição |
| Precipitação atmosférica | Pluviômetro | Mensal | 04 | Alfa e beta total |
| Água subterrânea | Poço | Bimensal | 06 | Alfa e beta total Trício |
| Ar | Amostrador contínuo | Quinzenal | 03 | Emissores gama Alfa e beta total |

Tabela 6 – Atividades do Programa de Monitoração Radiológica Ambiental do IPEN

Fonte: Plano de Negócio da GMR 2010/2013 (IPEN, 2010a), p 14-17.

| Técnica de medida / radionuclídeo | Meio amostrado | Frequência de amostragem | Total anual |
|-----------------------------------|--|---------------------------|-------------------|
| TL | Radiação direta no meio ambiente | 15 pontos / trimestre | 60 pontos/ano |
| TL | Radiação direta no meio ambiente | 15 pontos / trimestre | 60 pontos/ano |
| Espectrometria Gama | Água de Chuva | 4 pluviômetros /mês | 48 coletas / ano |
| Alfa e beta total | Água de Chuva | 4 pluviômetros /mês | 48 coletas / ano |
| Espectrometria Gama | Lençol Freático | 6 poços / bimestre | 36 coletas / ano |
| Alfa e beta total | Lençol Freático | 6 poços / bimestre | 36 análises / ano |
| Determinação de trício | Lençol Freático | 6 poços / bimestre | 36 análises / ano |
| Espectrometria Gama | Filtros de carvão ativado | 3 amostradores | 72 análises / ano |
| Elaboração do PMRA | Avaliação dos resultados Elaboração do PMRA | Total Anual por Relatório | 01 relatório |

4.5.2 *Australian Nuclear Science and Technology Organisation (ANSTO)*

4.5.2.1 Histórico

A ANSTO começou em 1949 como um comitê industrial composto de representantes científicos e do Governo. O objetivo do comitê era examinar possíveis aplicações industriais para a tecnologia nuclear e sugerir um programa nacional para pesquisa atômica.¹⁶

Em 1952 o comitê evoluiu para se tornar o Comitê de Política de Energia Atômica e, depois, a *Australian Atomic Energy Commission (AAEC)*, regido pelo *Australian Atomic Energy Act* de 1953.

O Ato foi projetado para reunir, numa única lei, todos os assuntos relacionados à energia atômica, para criar a Comissão com todos os poderes e funções necessários para propiciar a operação da Comissão como autoridade estatutária por si própria.

O Ato impôs sobre a Comissão três responsabilidades principais:

- Desenvolver usos práticos de energia atômica realizando e dando assistência à pesquisa, construindo plantas e equipamentos, e empregando e treinando a equipe;
- Promover a procura por mineração e tratamento de urânio na Austrália com poder para comprar e vender em nome da Commonwealth (Comunidade Britânica);
- Coletar e distribuir informação sobre urânio e energia atômica.¹⁶

Em 1956, a Comissão começou uma promoção ativa de radioisótopos na Austrália e no mesmo ano foram lançados os fundamentos para o primeiro reator nuclear da Austrália, o *High Flux Australian Reactor (HIFAR)*. O HIFAR foi ligado pelo Primeiro Ministro Menzies no Dia da Austrália em 1958. O reator proporcionou todos os radioisótopos fabricados na Austrália para estudar os efeitos da radiação atômica de alta intensidade sobre materiais. Foi, também, uma fonte de neutrons para estudar a estrutura de materiais.¹⁶

Em 1981 partes da Comissão se dividiram para se juntar à CSIRO. O restante continuou até 1987, quando foi substituída pela *Australian Nuclear Science and Technology Organisation* (ANSTO).

As responsabilidades da ANSTO estão estabelecidas pelo Ato (Lei) Australiano de Ciência e Tecnologia Nucleares de 1987. As funções da ANSTO, conforme declaradas no Ato, são basicamente uma reafirmação das funções da antiga AAEC. O Ato, também, estabeleceu categoricamente que “a organização não deverá empreender pesquisa ou desenvolvimento no projeto ou produção de armas nucleares ou outros dispositivos explosivos nucleares”.¹⁶

O Ato ANSTO foi referendado em 1992. Esse referendo permitiu à ANSTO “gerenciar e estocar material radioativo e rejeitos radioativos”. Deu, também, poder à Diretoria, permitindo que esta, e não o Ministro escolha o Diretor Executivo. O referendo, também, deu maiores poderes ao Bureau de Segurança Nuclear, tornando-o efetivamente um corpo deparado da ANSTO, mas, ainda respondendo à Diretoria da ANSTO.¹⁶

O Ato estabeleceu um Bureau (Escritório) de Segurança Nuclear e um Comitê de Revisão de Segurança. Esse último foi uma continuação do Comitê de Segurança da AAEC. O Conselho de Aconselhamento (Consultivo) Australiano de Ciência e Tecnologia Nucleares foi estabelecido com o Ato para rever o desempenho da nova organização.¹⁶

4.5.2.2 Instituto de Pesquisa Ambiental

ANSTO é um centro de excelência no hemisfério sul para compreender como os sistemas ambientais funcionam e interagem e o impacto dos humanos no meio-ambiente. A habilidade da humanidade para compreender, mitigar e adaptar-se à mudança climática requer medidas fortes e análise de objetivo. No ANSTO, técnicas nucleares e isotópicas são usadas para estudar como os sistemas ambientais funcionam e interagem e para compreender o papel dos impactos humanos e da variabilidade natural sobre os sistemas da água, ar e da Terra.¹⁶

O foco das pesquisas no Instituto reside na descoberta direcionada e focalizada em tratar de importantes questões ambientais, tais como mudança climática,

¹⁶Tradução literal do original em inglês (ANSTO, 2010).

sustentabilidade em recursos de água, poluição do ar, impacto humano nos sistemas da Terra e lixo no meio ambiente. Para isso, são utilizados modernos instrumentos de isótopos de alta sensibilidade para estudar como os sistemas ambientais funcionam e interagem.

Embora a pesquisa esteja focalizada na Austrália, os cientistas do IER¹⁷ colaboram com os pesquisadores em todo o mundo, e assumem investigações em localidades diversas, tais como Antártica, Chile e China e os oceanos ao redor.

A pesquisa do IER está focalizada em quatro projetos importantes, com grupos (times) e objetivos de pesquisa dedicados (direcionados). Cada projeto tem uma série de sub-tarefas e estudos, os quais podem ser encontrados na página do IER: Isótopos na Mudança Climática e Sistemas Atmosféricos; Isótopos para a água; Métodos Nucleares em Sistemas da Terra e Ciência do Acelerador. O IER oferece suas instalações, incluindo seus aceleradores, para parceiros externos, clientes e colaboradores na maioria das universidades da Austrália por meio da AINSE. Executa vários programas conjuntos com organizações australianas e estrangeiras, pós-doutorados e pós-doutorados em parceria, assim como treinamento para estudantes de pós-doutorado.¹⁸

Nas pesquisas são utilizados isótopos estáveis e radioativos para avaliar sistemas biológicos naturais. As características únicas dos isótopos propiciam ferramentas valiosas para melhor compreender os mecanismos básicos que efetuam mudanças no meio-ambiente, assim como na medida em que esses vários processos ocorrem. Também são realizados estudos sobre o comportamento e efeitos de contaminantes nos ecossistemas. Para este fim, foram desenvolvidos e aplicados modelos para avaliação de risco ecológico.¹⁸

4.5.3 International Atomic Energy Agency (IAEA) - *Marine Environment Laboratories Monaco* (MEL)

O *Marine Environment Laboratories* (MEL) em Mônaco foi criado em 1961, integrando o Departamento de Investigação e Isótopos da IAEA e é o único laboratório marinho dentro do sistema das Nações Unidas. O laboratório existe como uma

¹⁷ http://www.ansto.gov.au/research/institute_of_environmental_research/focused_environmental_research.

Acesso em: 03 Fev 2010.

¹⁸ Tradução literal do original em inglês (ANSTO, 2010).

referência de formas de atuação, tanto para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento ambiental, uma das preocupações da IAEA, como também aproveita as tradições científicas do ambiente marinho e interesses do principado de Mônaco. Ele reflete o cuidado com o meio ambiente com que a indústria de energia nuclear mundial procede em seu negócio, servindo como exemplo para os seus competidores a fim de assegurar a compreensão e controle das suas conseqüências ambientais de suas ações. Também estabelece um exemplo de efetiva transferência e disseminar métodos científicos e industriais e de novos conhecimentos dos países desenvolvidos para países em desenvolvimento e subdesenvolvidos. Assim, o Laboratório contribui para que os países membros possam vir a preservar e entender o meio ambiente marinho e coordenar aspectos técnicos de proteção aos oceanos, programas de treinamento e assistência (IAEA, 2010a).

O MEL é composto pelos laboratórios: *Radiometrics Laboratory* (RML), *Marine Environmental Studies Laboratory* (MESL) e *Radioecology Laboratory* (REL) o qual é brevemente descrito a seguir.

4.5.3.1 Radioecology Laboratory (REL)

O papel do REL é o de incrementar o conhecimento dos processos marinhos que determinam o comportamento e destino dos radionuclídeos e outros contaminantes no meio ambiente marinho com ênfase na biosfera marinha. As suas atividades se referem ao campo da radioecologia e da ecotoxocologia e biogeoquímica. O REL tem o compromisso de dar assistência aos países membros da IAEA, em particular aos países em desenvolvimento, auxiliando-os no uso de técnicas nucleares e isotópicas para compreender e avaliar a transferência de contaminantes marinhos e processos ambientais. O laboratório tem as seguintes linhas de pesquisa:¹⁹

- **Bioacumulação de contaminantes marinhos**

Várias atividades industriais terrestres, de minas, domésticas e agrícolas têm sido identificadas como as principais fontes de poluentes marinhos prioritários nas águas costeiras.

Os poluentes tóxicos derivados destas atividades podem contaminar as cadeias de alimentação marinha e causar um considerável impacto em ecossistemas sensíveis e em recursos alimentares nas áreas costeiras. O uso de radionuclídeos,

compostos orgânicos radiotraçadores e radiomarcadores oferece ferramentas únicas para investigar e compreender o comportamento e destino dessas substâncias tóxicas.

- **Caracterização de espécies bio-indicadoras**

O laboratório estuda a contaminação por metal em ambientes temperados e tropicais para caracterizar e validar o valor bio-indicativo de várias espécies marinhas locais a serem usadas em programas de monitoramento costeiro. Atualmente, é realizado um esforço particular dedicado em regiões tropicais onde a urbanização e industrialização cresce constantemente, visto que há pouca informação sobre os impactos associados ao meio ambiente nessas regiões.

- **Urânio, Tório e fluxos de Carbono**

Uma técnica rápida utiliza o desequilíbrio entre urânio natural e tório na água do mar para medir indiretamente a remoção do carbono produzido biologicamente, a partir das águas mais superficiais e o transporte vertical para profundezas. Estes dados são comparados com medidas de fluxo de carbono usando armadilhas de sedimento. Estes radiomarcadores isotópicos também são usados para estabelecer os caminhos de origem e de transferência do carbono no meio ambiente marinho.

- **Polônio-210 e Chumbo-210 em ambientes litorais selecionados**

Este projeto investiga a bioacumulação dos nuclídeos naturais Polônio-210 e Chumbo-210 que surgem das fontes hidrotermais e antropogênicas em ambientes litorâneos. Os níveis destes radionuclídeos, em regiões litorâneas têm probabilidade de serem realçados com a ventilação geotérmica natural assim como de atividades terrestres, tais como a mineração, a refinação de óleo e aplicações agroquímicas. Este trabalho está melhorando a base de dados global em seus níveis no ambiente marinho, e está avaliando suas contribuições relativas às concentrações ambientais totais de radioatividade natural, em localizações litorâneas específicas.

¹⁹ Tradução literal do original em inglês (IAEA, 2010b).

- ***Harmful Algal Blooms* HABs ou Florescimento de Algas Nocivas FANs**

Há lacunas ainda importantes no conhecimento das maneiras pelas quais os mariscos se tornam contaminados por toxinas HABs. A melhoria na compreensão a respeito dessas toxinas dará suporte à melhor gestão de indústrias economicamente valiosas, nacionais e de exportação. Os laboratórios do MEL estudam algumas dessas aplicações relacionadas a toxinas radio-marcadas HABs em seus aquários experimentais. Estas técnicas nucleares são usadas para medir a absorção dessas biotoxinas diretamente do meio aquático pelo marisco *molluscan*, suas distribuições subseqüentes do tecido, e como podem passar, por meio da cadeia alimentar, aos peixes e aos predadores crustáceos, que podem igualmente ser consumidos por seres humanos. Um dos resultados previstos consiste na melhor avaliação da contribuição econômica que estas tecnologias nucleares trazem, destinadas a aumentar a segurança na ingestão de frutos do mar e, conseqüentemente, no comércio nacional e internacional desses produtos valiosos.

5 RESULTADOS

5.1 Laboratórios pesquisados

A partir dos estudos bibliográficos, em diversas fontes, foram identificados diversos Laboratórios de Radioecologia e, dentre eles, foram selecionados para a abordagem desta pesquisa aqueles apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Laboratórios Pesquisados

| Organização | País |
|--|-------------|
| <i>Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN)</i> | Argentina |
| <i>Australian Nuclear Science and Technology Organisation (ANSTO) – Radioecology</i> | Austrália |
| <i>Seibersdorf Laboratories</i> | Austria |
| <i>Analytical Laboratories for the Measurement of Environmental Radioactivity (ALMERA)</i> | |
| <i>Nuclear Safety and Radiation Control Division - Bangladesh Atomic Energy Commission</i> | Bangladesh |
| <i>Belgian Nuclear Research Centre (SCK-CEN)</i> | Bélgica |
| Laboratório Radioecológico do Centro Experimental de ARAMAR (LARE) | Brasil |
| Laboratório de Radiometria Ambiental (LRA/IPEN/CNEN) | |
| Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes (LNMRI/IRD) | |
| Laboratório de Radioecologia e Mudanças Globais (LARAMG/UERJ) | |
| Laboratório de Radioecologia (LAPOC) | |
| Laboratório de Radioecologia (LARA/IF/UFF) | |
| Serviço de Análise Ambientais (SEANA/IRD) | |
| Laboratório de Trítio (CDTN) | |
| Laboratório de Ativação Neutrônica (CDTN) | |
| Setor de Pesquisa e Produção de Radiofármacos (CDTN) | |
| Radiofarmácia (IEN) | Bulgária |
| Laboratório de Monitoração Ambiental (LMA/ELETRONUCLEAR) | |
| Centro Regional de Ciências Nucleares (CRCN) | |
| Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro-Oeste (CRCN-CO) | |
| <i>Central Laboratory of General Ecology (CLGE)</i> | Canadá |
| <i>Université Laval</i> | |
| <i>Université Du Quebec a Rimiousk</i> | |
| <i>MDS Inc</i> | |
| <i>Concordia University</i> | Canadá |
| <i>Université de Montréal</i> | |

| Organização | País |
|--|---------------------------|
| <i>Polytechnique Montréal</i> | |
| <i>Canadian Nuclear Society</i> | |
| <i>Bureau du Québec a São Paulo</i> | |
| <i>ECO Matters Inc.</i> | |
| <i>Universidad Austral de Chile</i> | Chile |
| <i>National Laboratory for Sustainable Energy (RISØ)</i> | Dinamarca |
| <i>Brookhaven National Laboratory</i> | |
| <i>Duke University</i> | |
| <i>Fred Hutchinson Cancer</i> | |
| <i>Georgia Institute of Technology</i> | |
| <i>Havard University</i> | |
| <i>Los Alamos National Laboratory</i> | |
| <i>Oak Ridge National Laboratory</i> | |
| <i>Oak Ridge Associated Universities</i> | |
| <i>Oregon State University</i> | Estados Unidos da América |
| <i>Sandia National Laboratories</i> | |
| <i>Texas A & M University</i> | |
| <i>Thomas Jefferson National Accelerator Facility USA</i> | |
| <i>U.S. Nuclear Regulatory Commission</i> | |
| <i>University of Florida</i> | |
| <i>University of Massachusetts Lowell</i> | |
| <i>University of Michigan</i> | |
| <i>Vanderbilt University</i> | |
| <i>Finnish Centre for Radiation and Nuclear Safety (Säteilyturvakeskus) (STUK)</i> | Finlândia |
| <i>Laboratoire de Radioécologie et d'Écotoxicologie (LRE-IRSN)</i> | França |
| <i>Laboratoire indépendant d'analyse de la radioactivité (ACRO)</i> | |
| <i>Laboratoire d'Essais Site et Environnement (LESE)</i> | |
| <i>Laboratoire radioactivité (CARSO-LSEHL)</i> | |
| <i>Laboratoire d'Analyses Environnementales (ALGADE-LAE)</i> | |
| <i>Laboratoire CENTRACO</i> | |
| <i>Laboratoire d'environnement (EDF-CNPE)</i> | |
| <i>Laboratoire de Creys-Malville</i> | |
| <i>Laboratoire de L'entite Evaluation du Secteur Prevention et Radioprotection - Echelon Faible Activit (COGEMA)</i> | |
| <i>Laboratoire de Mesures et d'Analyses Radiologiques (LMAR)</i> | |
| <i>Laboratoire de Radioactivite de l'Environnement (EUROFINS)</i> | |
| <i>Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC)</i> | |
| <i>Base Navale Cherbourg</i> | |
| <i>Laboratoire Metaux Radioactivite</i> | |

| Organização | País |
|--|------------------|
| <i>Laboratoires EICHROM</i> | |
| <i>Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité (CRIIRAD)</i> | |
| <i>Service LABRADOR - Institut De Physique Nucleaire De Lyon</i> | |
| <i>Institut National des Sciences & Techniques Nucléaires</i> | |
| <i>Atomic and Nuclear Physics Laboratory</i> | Grécia |
| <i>Food and Feed Safety Directorate</i> | Hungria |
| <i>Indian Academy of Sciences</i> | |
| <i>Kerala Agricultural University</i> | Índia |
| <i>Research and Information System for Developing Countries (RIS)</i> | |
| <i>Università degli studi di Parma</i> | |
| <i>Università di Piza</i> | Itália |
| <i>Ben Gurion University of the Negev</i> | Israel |
| <i>Centre for Ecology and Hydrology</i> | Inglaterra |
| <i>National Center for Energy, Sciences and Nuclear Techniques (CNESTEN)</i> | Marrocos |
| <i>Marine Environment Laboratories Monaco (MEL)</i> | Mônaco |
| <i>Norwegian Radiation Protection Authority (NRPA)</i> | |
| <i>Norwegian University of Life Sciences</i> | Noruega |
| <i>Laboratory of Radioecology – Instituto Peruano de Energia Nuclear (IPEN)</i> | Peru |
| <i>Instituto Tecnológico & Nuclear</i> | |
| <i>Environmental Radioactivity Group (Grupo de Radioactividade Ambiente, GRA)</i> | Portugal |
| <i>Department of Nuclear Chemistry, Czech Technical University in Prague</i> | República Tcheca |
| <i>Russian Institute of Agricultural Radiology and Agroecology</i> | Russia |
| <i>A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas, National Academy of Science of Ukraine (IBSS NASU)</i> | |
| <i>National Kiev University - Institute of Cell Biology and Genetic Engineering</i> | Ucrânia |

Foram realizados os contatos com os responsáveis por esses laboratórios, no período de maio de 2009 a fevereiro de 2010, de forma a conseguir sua concordância em participar da pesquisa e, em seguida, a aplicação do instrumento de pesquisa.

5.2 Laboratórios Respondentes

A seguir, na Tabela 8 são apresentados os 17 laboratórios respondentes e no APÊNDICE D são apresentados os resultados obtidos.

Tabela 8 – Laboratórios Respondentes

| Laboratório | Data | País |
|--|-------------|---------------------|
| <i>Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) -Subgerencia Control Ambiental (SGCA)- Laboratórios Radioquímicos</i> | 21/09/09 | Argentina |
| <i>Australian Nuclear Science and Technology Organisation (ANSTO) – Radioecology</i> | 04/02/10 | Austrália |
| Laboratório Radioecológico do Centro Experimental de ARAMAR (LARE/CTMSP) | 22/01/10 | Brasil |
| Laboratório de Radiometria Ambiental (LRA/IPEN/CNEN) | 21/07/09 | |
| Radiofarmácia (IEN/CNEN) | 17/09/09 | |
| Laboratório de Trítio Ambiental (CDTN/C99NEN) | 19/10/09 | |
| Setor de Pesquisa e Produção de Radiofármacos (UPPR/ CDTN /CNEN) | 19/10/09 | |
| Laboratório de Monitoração Ambiental (LMA/ELETRONUCLEAR) | 20/01/10 | |
| Serviço de Análises Ambientais (SEANA/IRD/CNEN) | 22/01/10 | |
| Laboratório de Radioecologia e Mudanças Globais (LARAMG/UERJ) | 22/01/10 | Dinamarca |
| <i>Radioecology and Tracer Studies Programme, Radiation</i> | 09/02/10 | |
| <i>Norwegian Radiation Protection Authority (NRPA)</i> | 29/10/09 | Noruega |
| <i>Laboratory of Radioecology – Instituto Peruano de Energia Nuclear (IPEN)</i> | 23/12/09 | Peru |
| <i>Instituto Tecnológico & Nuclear - Environmental Radioactivity Group (GRA)</i> | 26/01/09 | Portugal |
| <i>Department of Nuclear Chemistry, Czech Technical University in Prague</i> | 24/01/10 | República Tcheca |
| <i>Russian Institute of Agricultural Radiology and Agroecology</i> | 26/10/09 | Russia |
| <i>A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas, National Academy of Science of Ukraine (IBSS NASU)</i> | 01/07/09 | Ucrânia |

5.3 Resultados da pesquisa

Foram contatadas 88 organizações; dentre essas, três expressaram que gostariam de participar, porém os escopos não se enquadravam com o laboratório caracterizado; 17 laboratórios responderam (duas entrevistas) positivamente preenchendo o formulário, assim totalizando 71 laboratórios que não responderam. As respostas obtidas foram consideradas suficientes para estabelecer as características dos Laboratórios Radioecológicos, bem como para levantar o estágio de aplicação de sistemas de gestão nesse tipo de laboratório.

Conforme visto no APÊNDICE D os laboratórios são apresentados com nomes fictícios a fim de preservar o sigilo das informações. De acordo com o questionário (histórico, atividades desenvolvidas e sistemas de gestão), foram obtidos os seguintes dados:

5.3.1 Práticas desenvolvidas nas atividades dos laboratórios estudados

Todos os laboratórios realizam análises radiométricas e a maioria tem serviços de radioproteção, conforme a Figura 5.

Outras atividades realizadas pelos laboratórios em relação ao item 2 do questionário enviado são: análise da urina dos trabalhadores, monitoração dos níveis da contaminação do ar; análise da qualidade do ar (análise de “*black carbon*”), análises químicas dos corpos d’água, monitoração e controle de estações de tratamento de esgoto, medições hidrotérmicas da água do mar, monitoração da fauna e flora marinhas, projetos das técnicas de CLAE e cromatografia gasosa e geocronologia.

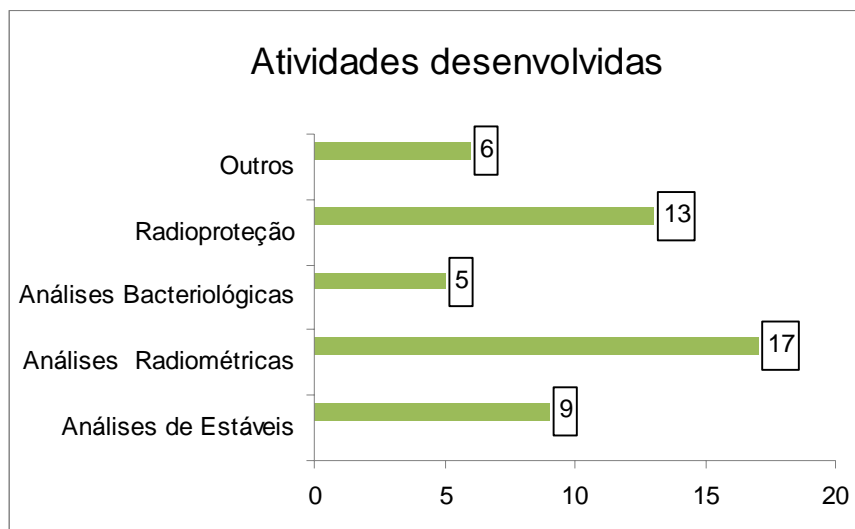


Figura 5 – Atividades desenvolvidas

5.3.2 Normas utilizadas

Na Figura 6 destaca-se a norma NBR ISO/IEC 17025 (ABNT, 2005), adotada por 33% dos laboratórios, e as normas e legislações regionais que totalizaram 26% das respostas. Nesta relação de **Outros**, estão relacionados: RDC 210 (ANVISA, 2003), NR (MTE, 2010), IAEA AQCS (*Analytical Quality Control Services*) (IAEA, 2009), *Norms of Radiating Safety of Ukraine* (NRSU, 2010), *Reglamento de Seguridad Radiologica do Instituto Peruano de Energia Nuclear* (IPEN/PERU, 2009) e NRB-99/2009 (GOLIATH, 2009).

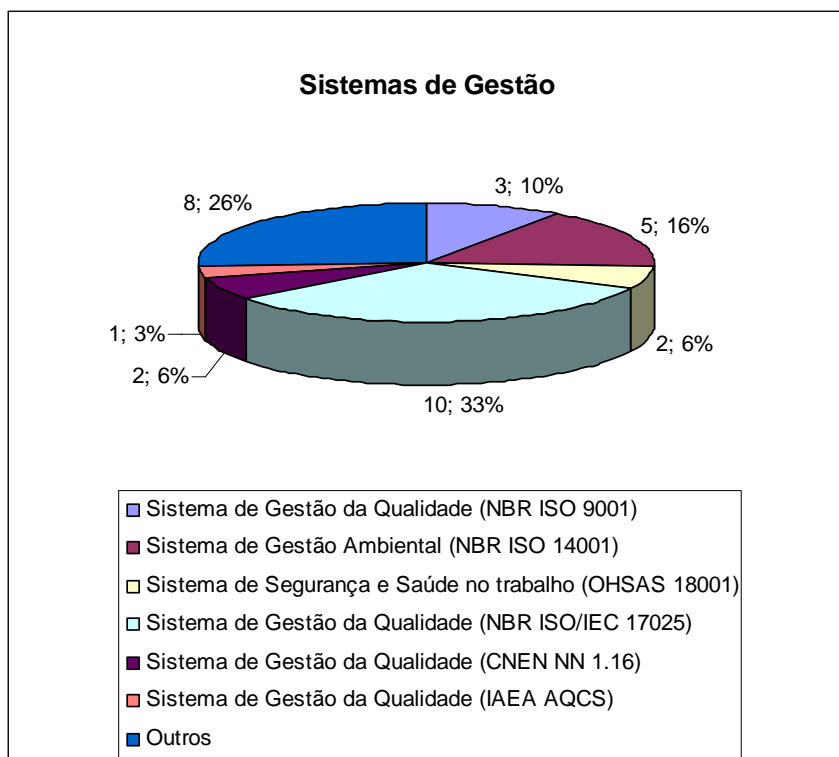


Figura 6 – Normas utilizadas pelos Laboratórios Respondentes

5.3.3 Sistemas de Gestão

Na elaboração do questionário foram considerados os itens obrigatórios das NBR ISO 9001 (6 itens), SGA NBR 14001 (12 itens) e SGSST OHSAS 18001 (10 itens). Observando o SGQ, mesmo não necessariamente adotando a NBR ISO 9001, 12 laboratórios mantêm os procedimentos obrigatórios segundo esta norma. Quanto ao SGA, cinco laboratórios mantêm pelo menos 10 procedimentos obrigatórios e apenas um laboratório atende a todos os itens. Considerando o SGSST, sete laboratórios mantêm nove procedimentos obrigatórios.

Foi possível observar que vários sistemas de gestão dos laboratórios estão em fase de implantação dessas normas, ou seja, não são ainda certificados. Em relação ao SGI, observa-se na Figura 7, que apenas quatro laboratórios apresentaram três sistemas integrados.



Figura 7 – Sistema de Gestão Integrado

Na Figura 8 são apresentadas às dificuldades encontradas para a integração, destacando recursos financeiros e mudança de cultura como as principais.

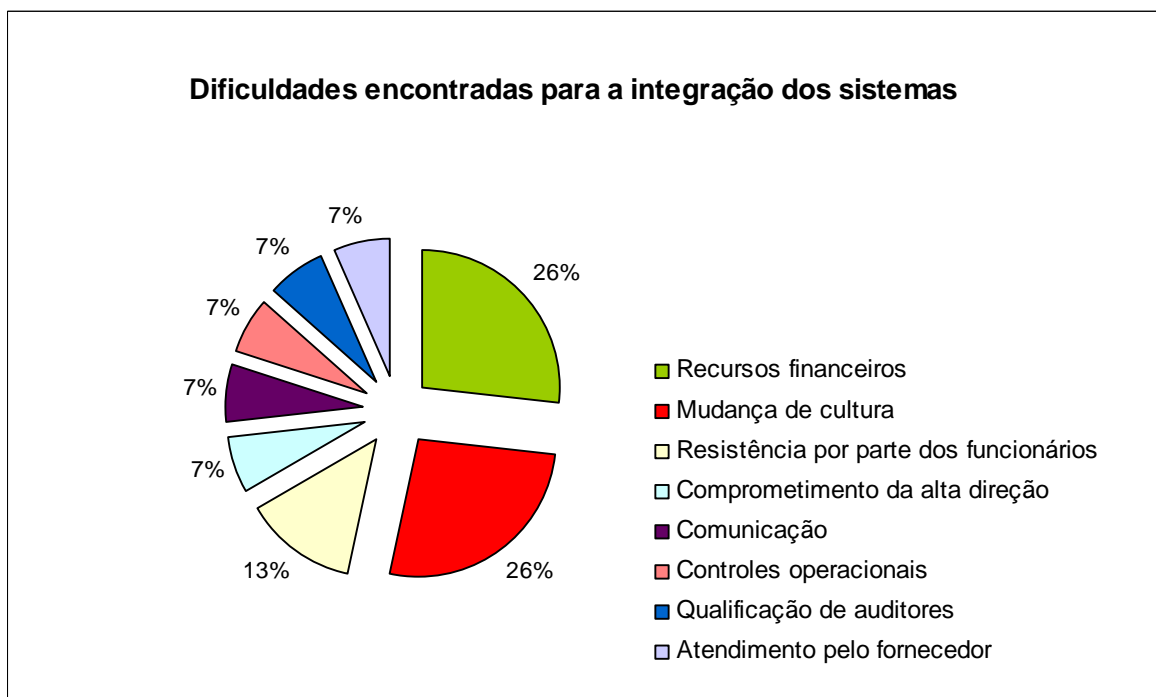


Figura 8 – Dificuldades encontradas para a integração dos sistemas

Na Figura 9 são apresentadas às vantagens e desvantagens da integração e a resposta obtida no item **Outras** relata como desvantagem: o sistema de documentação informatizado tem diferentes modos de operação.

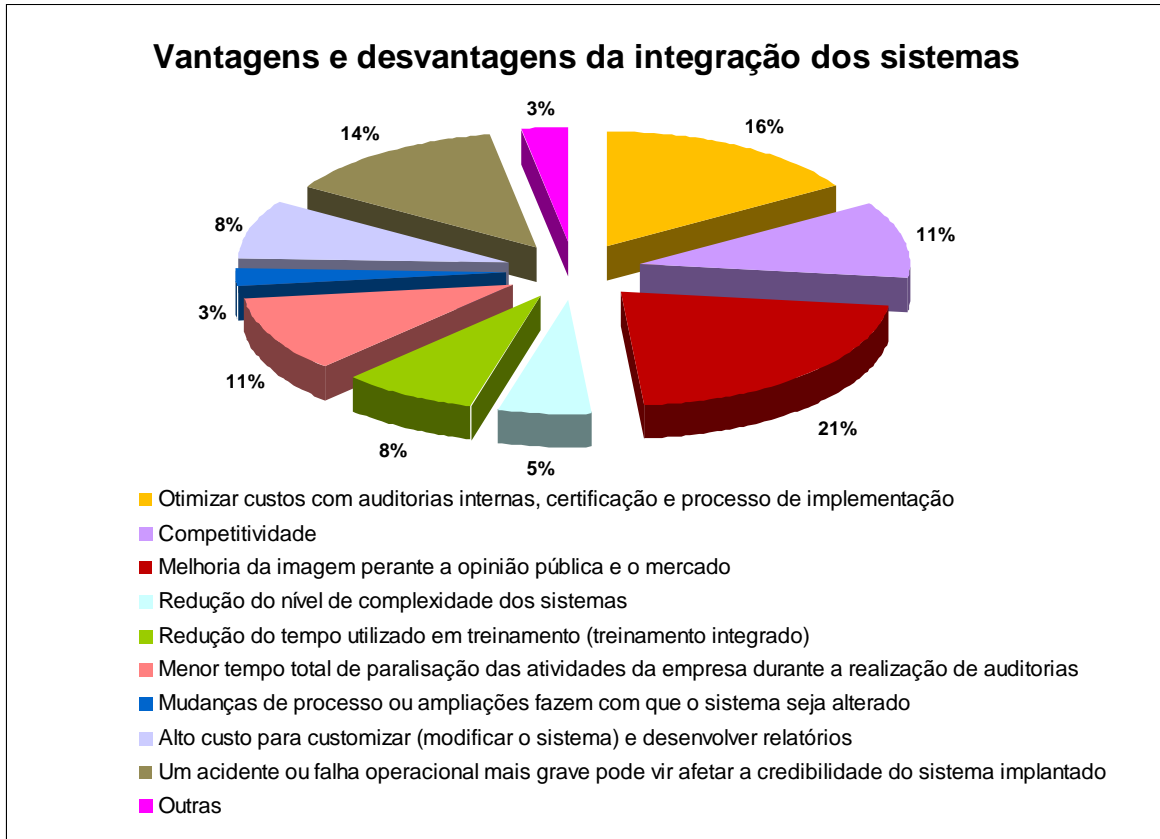


Figura 9 – Vantagens e desvantagens da integração dos sistemas

As desvantagens consideradas foram: mudança de processo, alto custo para customizar, acidente ou falha operacional e outras.

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6.1 Proposta conceitual

Considerando os itens obrigatórios das três normas e que estas normas também se baseiam na metodologia em abordagem de processo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), foi possível propor uma estrutura conceitual, preliminar, de SGI para Laboratórios Radioecológicos, conforme pode ser visto na Tabela 9 e na Tabela 10.

Tabela 9 - Requisitos do SGI mediante abordagem de processo PDCA
Fonte: Adaptado de SEIFFERT (2008) e PAS 99 (2006)

| Requisitos do SGI mediante abordagem de processo PDCA (SGQ, SGA e SGSST) |
|---|
| A1.0 Requisitos gerais do SGI |
| A2.0 Política do SGI |
| A3.0 Planejamento |
| A3.1 Identificação dos aspectos e impactos ambientais, de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles de suas atividades, produtos e serviços. |
| A3.2 Requisitos Legais e outros |
| A3.3 Objetivos e metas do SGI |
| A3.4 Programas do SGI – PGI (5W2H) |
| A4.0 Implementação e Operação |
| A4.1 Estrutura e responsabilidades |
| A4.2 Competência, treinamento e conscientização |
| A4.3 Comunicação, participação e consulta |
| A4.4 Documentação do SGI |
| A4.5 Controle de documentos |
| A4.6 Controle operacional |
| A4.7 Preparação e atendimento a emergências |
| A5.0 Verificação |
| A5.1 Monitoramento e mensuração do desempenho do SGI |
| A5.2 Não-conformidade e ação corretiva e preventiva |
| A5.3 Controle de registros |
| A5.4 Auditorias do SGI |
| A6.0 Análise crítica pela direção |

Os procedimentos obrigatórios dos três sistemas, antes da integração, totalizam 28, após a integração os procedimentos obrigatórios são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Requisitos do SGI – Procedimentos obrigatórios (SGQ, SGA e SGSST)

| Requisitos do SGI – Procedimentos obrigatórios (SGQ, SGA e SGSST) |
|--|
| A1. Controle de documentos |
| A2. Controle de registros |
| A3. Acidentes, Incidentes, Não-conformidade, ação corretiva e preventiva |
| A4. Auditoria |
| A5. Identificação dos aspectos e impactos ambientais e identificação de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles |
| A6. Requisitos legais e outros |
| A7. Competência, treinamento e conscientização |
| A8. Comunicação, participação e consulta |
| A9. Controle operacional |
| A10. Preparação e respostas à emergências |
| A11. Monitoramento e mensuração do desempenho |

A1.0 Requisitos gerais do SGI

A organização deve definir e documentar o escopo e estabelecer, documentar, implementar, manter e melhorar continuamente o sistema de gestão. Recomenda-se ter cuidado quanto ao limite do escopo, especialmente na questão da implementação do SGSST, para não ocorrer a exclusão da avaliação de uma atividade que possa ter impacto na SST de seus funcionários e outras partes interessadas.

Nesta proposta, foram consideradas todas as atividades de um Laboratório Radioecológico no escopo, nos sistemas SGQ, SGA e SGSST.

A2.0 Política do SGI

A política de um SGI é uma carta de intenções, com o comprometimento público das partes interessadas, que assegura os objetivos e metas da organização.

A organização pode ter uma política específica de cada norma de sistema de gestão que adota, ou pode inserir todos os requisitos em uma única política.

A sugestão proposta é optar por uma única política, composta por quatro compromettimentos chaves: atendimento à legislação aplicável às atividades do laboratório, prevenção dos riscos de SST e impactos ambientais, satisfação do cliente e comprometimento com a melhoria contínua.

“A alta direção deve definir a política da organização em relação a seu sistema de gestão e assegurar que a política:

- a) Seja apropriada às atividades, produtos e serviços da organização;*
- b) Inclua o comprometimento em atender a todos os requisitos legais e outros requisitos pertinentes subscritos pela organização, em melhorar continuamente a eficácia do sistema de gestão;*
- c) Forneça uma estrutura para o estabelecimento e análise crítica dos objetivos;*
- d) Seja comunicada a todos que trabalhem na organização ou que atuem em seu nome;*
- e) Seja regularmente analisada criticamente para assegurar sua contínua adequação”.*(PAS 99, 2006).

Alguns itens importantes a serem considerados na elaboração da política: o desempenho histórico e o desempenho atual de SST da organização; as contribuições dos funcionários, contratados e do pessoal externo; e o comprometimento com a prevenção de poluição.

Após a política ser definida, comunicada, o próximo passo será a sua implementação, incluindo as seguintes etapas:

1. Identificação e avaliação de aspectos, impactos e riscos;
2. Identificação de requisitos legais e outros requisitos;
3. Preparação e resposta à emergência;
4. Objetivos e metas;
5. Identificação da estrutura e responsabilidades.

A3.0 Planejamento

A3.1 Identificação dos aspectos e impactos ambientais e de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles de suas atividades, produtos e serviços.

Uma oportunidade inicial de envolvimento de todos os setores da organização com a implantação do SGI é a identificação dos aspectos ambientais e análise dos impactos associados, identificação de perigos e avaliação de riscos de SST.

“A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimento (s) para:

- *Identificar os aspectos ambientais de suas atividades, produtos e serviços dentro do escopo definido;*
- *Avaliar os riscos para a organização, por meio da determinação e registros dos aspectos que tem ou possam ter um impacto significativo”. (PAS 99, 2006).*

A relação entre aspectos e impactos é uma relação de causa e efeitos e recomenda-se que sejam considerados nas fases do processo: os locais das atividades, o custo e o tempo para a realização da análise e a disponibilidade de dados confiáveis para a identificação. (ABNT, 2004). Como sugestão, segue a Tabela 11.

O laboratório deve determinar os riscos de SST levando em consideração as entradas, os resultados associados com suas atividades atuais e passadas e todos os requisitos legais regulamentares.

Na identificação de perigos e controles de riscos devem ser consideradas todas as atividades, rotineiras e não-rotineiras, de todo pessoal que tem acesso aos locais de trabalho. A metodologia deve ser definida de modo que seja pró-ativa para assegurar que os riscos sejam classificados, eliminados ou controlados. Também deve ser feita a monitoração das ações requeridas para garantia da eficácia e o prazo de implementação.

Como sugestão para de avaliar riscos, em relação a cada processo do laboratório, seria fazer as seguintes perguntas: “O que (aspecto) poderia dar errado?”, “Qual seria o efeito (impacto) se desse errado?” e “Qual a responsabilidade de acontecer?” ou a metodologia HAZOP (*Hazard and Operability Study - Estudos de Perigos e Operabilidade*) (PAS 99, 2006). Na Tabela 11 apresenta-se alguns focos de atenção para identificação de perigos e avaliação de riscos de SST.

Tabela 11 – Focos de atenção para um Laboratório Radioecológico
Fonte: Adaptado de SEIFFERT (2008)

| FOCOS DE ATENÇÃO |
|--|
| PREVISÃO DE FONTES DE ENERGIA |
| Armazenamento e instalações |
| CONCEPÇÃO DOS LOCAIS DE TRABALHO |
| Estabilidade estrutural, pavimentos, parede e teto, coberturas, janelas, portas e saídas de emergência, vias de circulação horizontais e verticais, rampas de carga, instalações elétricas, áreas administrativas, locais de atendimento ao público, locais técnicos: sala de preparação de amostras com estufas (para secagem) e fornos (para calcinação) e salas de processamento químico das amostras com chapas de aquecimento, entre outros. Locais sociais: instalações sanitárias e vestiários, cozinhas e refeitórios. Locais de descanso, abastecimento de água potável, matérias primas e insumos (secos, gases e líquidos). |
| AMBIENTE FÍSICO |
| Iluminação, ruídos ou vibrações (fontes geradoras, acústica do edifício, transmissão dos ruídos e vibrações), ventilação e qualidade do ar (natural, artificial, poeiras, fibras, fumos, gases, aerossóis), ambiente térmico (temperatura, umidade, velocidade do ar), agentes químicos ou biológicos. |
| CONCEPÇÃO ERGONÔMICA DOS POSTOS DE TRABALHO |
| Relação homem/máquina, iluminação, temperatura, ruído, sinalização. |
| FATORES PSICOSSOCIAIS |
| Trabalho repetitivo, monótono, carga física de trabalho (quantidade de trabalho a ser realizada em um determinado período de tempo), carga mental de trabalho (tarefas de coordenação, elevada concentração). |
| ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO |
| Conjuração do layout, distribuição dos postos de trabalho, estruturação das vias de acesso e circulação e sistema de sinalização. |
| MODOS DE OPERAÇÃO |
| Processos, métodos de trabalho e enquadramento. |
| SERVIÇO DE MANUTENÇÃO |
| Planejamento e operacionalização. |
| MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS |
| Movimentação mecânica ou manual. |
| AREA EXTERNA AO LOCAL DE TRABALHO |
| Localização e implantação dos edifícios, ambiente, relevo e hidrografia, acessibilidade, exposição solar e ventos dominantes, instalações sociais, estacionamento e central de resíduos. |

A Tabela 12 fornece um exemplo de planilha de identificação de algumas fases do processo de preparação de amostras.

Tabela 12 - Planilha de Identificação de Aspectos, Impactos Ambientais e Riscos Potenciais de SST

| IDENTIFICAÇÃO DE ASPECTOS, IMPACTOS AMBIENTAIS E RISCOS POTENCIAIS DE SST | | | | | |
|--|--|---|--------------------------|----------------------------|--|
| Local: Laboratório Radioecológico – Laboratório de Preparação de Amostras | | | Autor: Claudia | Data: 28/07/2010 | Rev.: 00 |
| FASES DO PROCESSO | ASPECTO AMBIENTAL | IMPACTO AMBIENTAL | N / E | RISCO POTENCIAL | METAS |
| Secagem de amostras em estufas | Consumo de Energia Geração de calor | Esgotamento de recurso Calor | N | Queimadura Desidratação | Todos colaboradores envolvidos: Utilizar o EPI (luvas de raspa) e hidratar ingerindo isotônico. |
| Mufla para calcinação das amostras | Consumo de Energia Emissão de partículas | Alteração da qualidade do ar Aumento dos poluentes atmosféricos Calor | N | Queimadura | Implementar sistema de exaustão com filtros, no prazo de 8 meses. Todos colaboradores envolvidos: Utilizar o EPI (luvas de raspa ½ manga) e pinça. |
| Processamento químico das amostras com chapas de aquecimento. | Consumo de Energia Utilização de reagentes Geração de resíduos | Esgotamento de recurso Contaminação das águas superficiais e do solo. | N | Acidente com reagente | Implementar procedimento para disposição adequada dos efluentes gerados, no prazo de 6 meses. Todos colaboradores envolvidos: Utilizar o EPI (luvas de látex, óculos de ampla visão) ou manipulação dentro de capela de exaustão. |

CARACTERIZAÇÃO: **E** – EVENTUAL**N** - NORMAL

A3.2 Requisitos Legais e outros

A organização deve estabelecer, implementar e manter procedimento (s) para determinar e avaliar os requisitos legais e outros requisitos relacionados a suas atividades. Estes registros devem ser comunicados a todas as partes interessadas.

É aconselhável inserir no procedimento um formulário de identificação destes requisitos, relacionando a lei, as suas conseqüências nas atividades do laboratório, a necessidade da emissão de novos documentos do sistema de gestão e a utilização da lei mais restritiva quanto a abrangência federal, estadual e municipal.

Como exemplo, na Tabela 13 são apresentados alguns requisitos legais aplicados a um Laboratório Radioecológico às normas, leis, decretos e resoluções:

Tabela 13 – Exemplos de requisitos legais de um Laboratório Radioecológico

| Federal | |
|-----------------------------|--|
| Lei | 6.938, de 31.08.1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. |
| | 9605, de 12.02.1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. |
| Decreto | 5.940, de 25.10.2006. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta. |
| | 6.514, de 22.07.2008. Dispõe sobre infrações e sanções administrativas ao meio ambiente estabelecem o processo administrativo federal para apuração destas infrações. |
| Norma CNEN | NN 3.01. Diretrizes básicas de proteção radiológica. |
| | PR-3.01/008: Programa de Monitoração Radiológica Ambiental. |
| Resolução CONAMA | Nº. 8, de 06.12.90. Estabelece limites máximos de emissão de poluentes do ar (padrões de emissão) para processos de combustão externa em fontes novas fixas. |
| | Nº. 382, de 26.12.06. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. |
| Estadual | |
| Resolução SMA | SMA3, de 22.02.2000. Controle Ecotoxicológico de efluentes líquidos no Estado de São Paulo. |
| Decreto | 8.468, de 08.09.1976. Aprova o regulamento da Lei nº 997/76, que dispõe sobre o controle da poluição ambiental no Estado de São Paulo. |

A3.3 Objetivos e metas do SGI

A organização necessita estabelecer, documentar e monitorar periodicamente a evolução dos seus objetivos e metas, coerentes com a política de SGI existente (Figura 10). Para assegurar um melhor desempenho do SGI, recomenda-se constar o nível de melhoria desejado e o tempo necessário para o seu cumprimento.

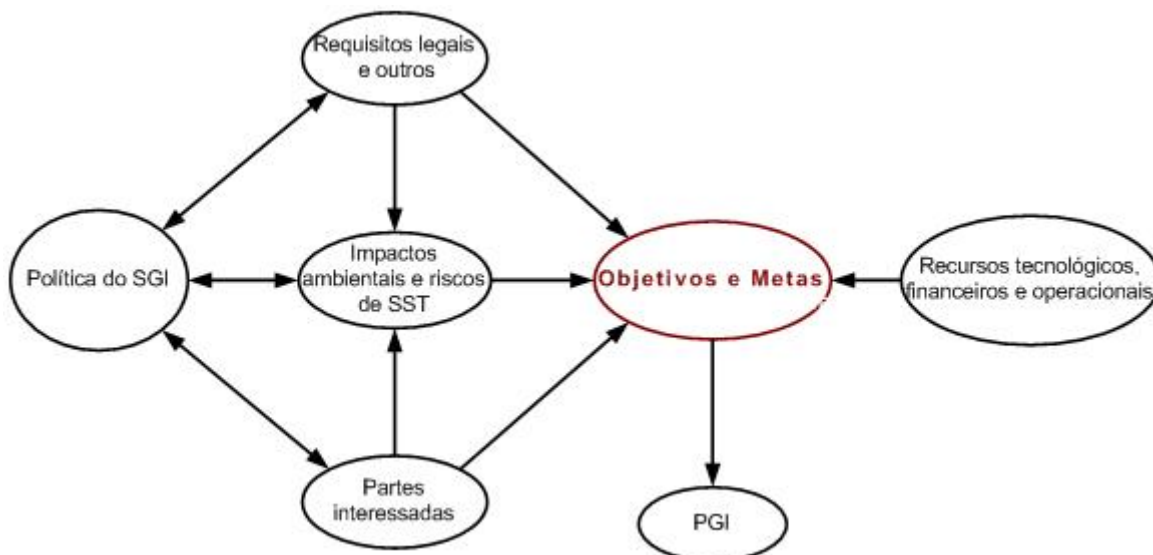


Figura 10 – Objetivos e Metas

A3.4 Programas do SGI – PGI (5W2H)

Para atingir seus objetivos e metas o laboratório deve estabelecer, implementar e manter um Programa de Gestão Integrado (PGI). Neste PGI deve constar à atribuição da responsabilidade e autoridade de cada função e nível pertinente da organização, destinados a atingir os objetivos e metas, incluindo os meios e os prazos.

Moura (2002) menciona:

“O propósito das normas é garantir que, dentro da empresa, as metas, objetivos e a própria política sejam apoiados por um programa realista de implantação, sendo importante que esse programa esteja integrado ao plano estratégico da organização”.

A utilização da ferramenta 5W 2H é uma maneira simples e prática para auxiliar a materialização dos objetivos e metas na implantação do PGI: **What** (o que deverá ser implementado), **When** (quando deverá ser implementado), **Why** (por que), **Where** (onde), **Who** (quem), **How** (como) e **How much** (quanto será gasto).

Para o processo de elaboração do PGI devem ser consideradas as seguintes entradas da Figura 11:

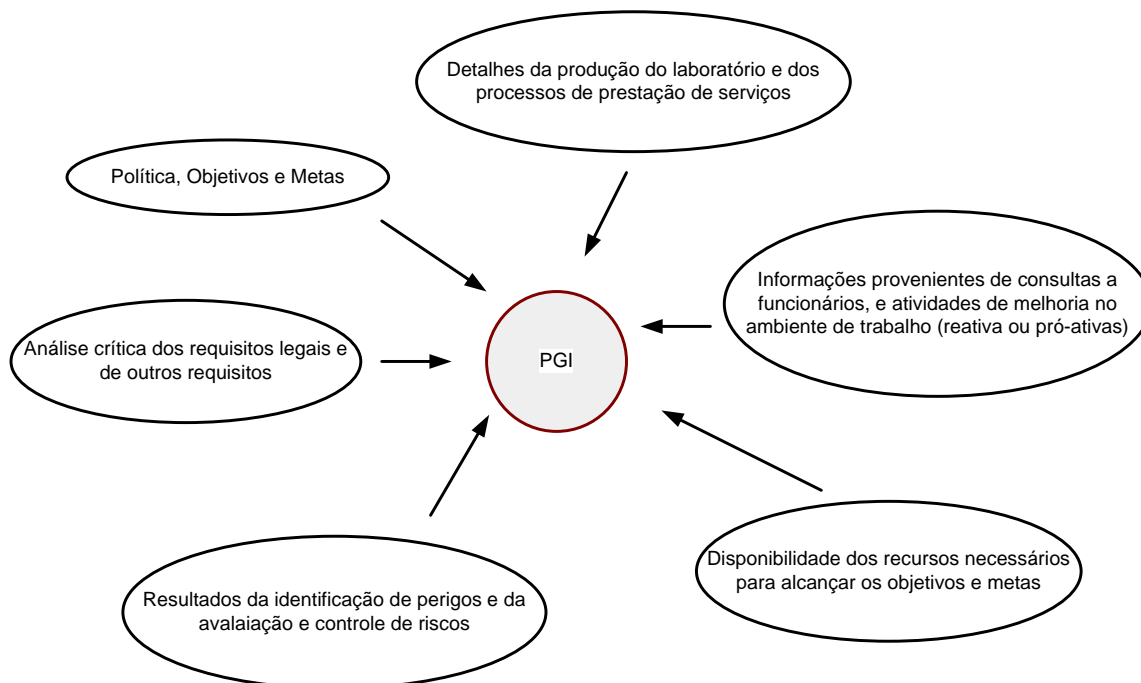


Figura 11 – Programas do SGI – PGI

A4.0 Implementação e Operação

Para a implementação do programa, a organização precisará: recursos humanos, pessoas conhecedoras dos três sistemas (SGQ, SGA e SGSST), recursos físicos e a documentação (procedimentos, normas, instruções de trabalho, entre outros).

A4.1 Estrutura e responsabilidades

A alta direção da organização deverá nomear um representante (RA) ou gerente, independente de outras responsabilidades, para assegurar que o sistema de gestão seja estabelecido, implementado, comunicado e mantido em conformidade com os requisitos das normas e especificações envolvidas e relatar a alta direção o desempenho do SGI para análise crítica.

É importante lembrar que deve ser incluso no organograma, a função de gerente do SGI e os gerentes das respectivas normas (quando for o caso, para organizações de maior porte). Cada gerente terá a responsabilidade providenciar a redação das normas e

procedimentos, prestarem assessoria às demais áreas, acompanhar e monitorar o planejamento e implantação do sistema de gestão e analisar os resultados para fazer o monitoramento de sua implementação (Moura, 2002).

A alta direção deve ser responsável por assegurar a responsabilidade dos recursos essenciais para estabelecer, implementar, manter e melhorar a estruturação do SGI.

É aconselhável a elaboração de uma matriz de responsabilidades, para que cada função seja claramente definida, assim cada sistema (SGQ, SGA e SGSST) terá um grupo de trabalho, sob a condução de um RA ou gerente, responsável por mudanças e processos de melhoria.

A4.2 Competência, treinamento e conscientização

As normas NBR ISO 14001 e OHSAS 18001 exigem procedimento documentado para assegurar que aqueles funcionários que possam afetar no desempenho do SGI sejam competentes para as suas atividades. Esta é uma etapa importante da implantação do SGI devido ao tratamento e conscientização ambiental e de SST. O comprometimento da alta direção e todos os níveis hierárquicos será fundamental para que estejam conscientes:

- Da importância de conduzir suas atividades (funções e responsabilidades) em conformidade com a política e procedimentos de requisitos do SGI;
- Das conseqüências, perigos e riscos, de SST e aspectos/impactos significativos reais ou potenciais em suas atividades de trabalho e dos benefícios decorrentes de seu elevado desempenho pessoal em relação ao SGI;
- Das potenciais conseqüências da inobservância dos procedimentos operacionais especificados.

A capacitação dos funcionários poderá ser por processos de sensibilização com propósito de conscientização e outros treinamentos específicos. Um fator importante nos processos de sensibilização é a motivação, que representa um grande obstáculo à implementação dos sistemas de gestão.

Existem algumas técnicas utilizadas para motivar, uma delas é a teoria de Maslow, descreve uma escala de necessidades que se tornou a grande base científica nos estudos sobre motivação. Também utilizada, a técnica do “Telhado da motivação”, fruto de

um trabalho de Yoshio Kondo, designado pela JUSE durante três anos: fazer que o trabalho seja realizado, desenvolver o trabalho de equipe e despertar a vontade de trabalhar (Carvalho, 2003).

A4.3 Comunicação, participação e consulta

A comunicação interna é um requisito muito importante para assegurar a eficaz implementação dos sistemas. Existem vários métodos de comunicação interna, por exemplo, atas de reuniões, publicações em quadros de aviso, jornais internos, caixas de sugestão, páginas na intranet, correio eletrônico, reuniões e comitês.

As normas NBR ISO 9001, NBR ISO 14001 e OHSAS 18001 especificam este requisito, porém a NBR ISO 14001 e OHSAS 18001 exige a obrigatoriedade.

O laboratório deve estabelecer, manter e implementar (deve ser escrito) um procedimento para:

- Comunicação interna;
- Comunicação externa (terceirizados e visitantes), as partes interessadas externas sejam consultadas;
- A participação dos trabalhadores por meio do seu envolvimento apropriado na identificação de perigos, avaliação de riscos, determinação de controles, investigação de incidentes, na análise crítica das políticas e objetivos;
- Consulta quando existirem mudanças que afetem o SGI;
- Representação nos assuntos de SST e SGA.

A4.4 Documentação do SGI

O propósito da documentação é proporcionar a sistemização do processo de controle de documentos e disponibilizar as informações.

A documentação do SGI deve ter um nível de detalhamento para descrever os elementos principais dos três sistemas (SGQ, SGA e SGSST) e incluir a documentação necessária para assegurar o planejamento, operação e controle eficazes de seus processos: política, objetivos e metas, manual, informações sobre os aspectos ambientais significativos, procedimentos, instruções de trabalho, práticas operacionais, organogramas,

normas internas e externas, planos locais de emergência, registros, entre outros.

A estrutura da documentação é representada na Figura 12, similar para as três normas.



Figura 12 – Estrutura documental do SGI

A4.5 Controle de documentos

As três normas exigem procedimento para controlar a documentação, no entanto as NBR ISO 14001 e OHSAS 18001 incluem também as legislações. Considerado como procedimento base, a integração SGI facilitará o controle da documentação evitando a emissão de documentos desnecessários. Este procedimento deve assegurar que os documentos:

- Sejam analisados criticamente e aprovados por pessoas autorizadas, antes da sua emissão ou revisão;
- As alterações e situações de revisão sejam identificadas, estejam acessíveis e disponíveis em todos os locais nos quais são realizadas atividades para as quais eles sejam necessários;
- Obsoletos permaneçam legíveis e identificáveis e não sejam utilizados indevidamente;
- De origem externa sejam identificados e sua distribuição controlada.

A4.6 Controle operacional

As normas NBR ISO 14001 e OHSAS 18001 exigem a emissão de um procedimento obrigatório para identificar as operações e atividades associadas aos riscos e

aos aspectos ambientais significativos identificados. O procedimento também deverá abranger:

- Situações nas quais a sua ausência possa acarretar desvios em relação à política de SST e aos objetivos;
- Bens, equipamentos e serviços adquiridos e / ou utilizados pela organização, e da comunicação dos procedimentos e requisitos pertinentes a serem atendidos por fornecedores e contratados;
- Projetos, locais de trabalho, processos, instalações, equipamentos, instruções operacionais e organização do trabalho, incluindo suas adaptações às capacidades humanas, de forma a eliminar ou reduzir os riscos de SST na sua fonte.

Sfeiffert (2008) recomenda quando na estruturação deste requisito a organização necessitará realizar uma análise crítica criteriosa, com o propósito de aproveitar as vantagens do processo de integração entre as normas e evitar falhas de concepção. Exemplificando, integrar as instruções de trabalho, práticas operacionais e registros, nos casos onde são identificados riscos de SST acompanhado de impacto ambiental.

Importante observar, na emissão de instruções de trabalho ou práticas operacionais, a participação do funcionário que irá utilizá-la e não somente gerente ou o chefe da área.

A4.7 Preparação e atendimento à emergências

O requisito “Planejamento de contingências” (PAS 99, 2006) cobre especificamente os problemas com produtos, a recuperação de desastres e a continuidade dos negócios.

Nesta proposta conceitual o requisito foi identificado conforme a NBR ISO 14001 e OHSAS 18001 “4.7 *Preparação e resposta à emergência*” e em relação aos produtos, NBR ISO 9001, está incluso no requisito “5.2 *Não-conformidade e ação corretiva e preventiva*”.

A NBR ISO 14001 exige “*procedimento para identificar potenciais situações de emergência e potenciais acidentes que possam ter impactos sobre o meio ambiente e como a organização responderá a estes*”, já na OHSAS 18001 pede plano(s) e procedimento (s) para identificar o potencial e atender a incidentes e situações de

emergência, prevenir e reduzir as possíveis doenças e lesões que possam estar associadas a eles.

Um ponto a favor da integração deste requisito: em muitos casos, quando se controla as situações de emergências de SST também são controladas as situações de emergências ambientais, e a recíproca verdadeira, pois o funcionário faz parte do meio ambiente.

- Vários requisitos podem ser considerados na elaboração do plano de emergência de um Laboratório Radioecológico, conforme a OHSAS 18002 (BSI, 2008): Identificação de acidentes e emergências potenciais²⁰ (natureza dos perigos locais: amostras contaminadas com material radioativo, armazenamento de reagentes utilizados para análises, entre outros);
- Identificação da pessoa que ficará como responsável durante a emergência;
- Detalhes das ações que devem ser realizadas durante a emergência, responsabilidade, autoridade, obrigações com funções específicas, considerar também contratados e visitantes (exemplo: locomoção para pontos específicos);
- Identificação e localização de materiais perigosos e medidas de emergência;
- Comunicação com as partes interessadas;
- Interligação com serviços externos de emergência;
- Proteção de registros e equipamentos críticos;
- Disponibilização das informações necessárias durante a emergência (arranjo físico da planta, materiais perigosos, instruções de trabalho, telefones importantes, entre outros.);
- Descrição dos equipamentos de emergência (sistemas de alarme, iluminação, meios de fuga, abrigos, válvulas, chaves, interruptores de isolamento críticos, combate a incêndios, chuveiros, lava-olhos, entre outros);
- Simulados com programação predeterminada.

A5.0 Verificação

A5.1 Monitoramento e mensuração do desempenho do SGI

Os resultados mensuráveis do desempenho de um sistema de gestão,

²⁰ Uma situação de emergência é um tipo particular de incidente (OHSAS, 2007).

relacionados ao controle da organização devem ser monitorados, com objetivo de fornecer evidências de conformidade com os requisitos determinados. O monitoramento deve ser pró-ativo (atingindo os planos e objetivos) quanto reativo (respondendo e relatando).

O procedimento para monitoração e mensuração, sugerido nesta proposta, inclui os itens da Tabela 14:

Tabela 14 - Monitoramento e mensuração do desempenho do SGI

| Norma/requisito | Função |
|----------------------|---|
| NBR ISO 9001 | <ul style="list-style-type: none"> - Assegurar resultados válidos quanto ao equipamento de medição seja calibrado ou verificado, a intervalos especificados, ou antes do uso, contra padrões de medição rastreáveis a padrões de medição internacionais (ou nacionais ou outra base registrada); - Assegurar a mensuração dos processos do SGQ e corrigido quando necessário; - Assegurar que os requisitos do produto sejam atendidos; - Analisar os dados relativos à satisfação dos clientes, conformidade com o requisito do produto, características e tendências dos processos dos produtos, para demonstrar a adequação e eficácia do SGQ. |
| NBR ISO 14001 | <ul style="list-style-type: none"> - Monitorar e medir regularmente as características principais de suas operações que possam ter um impacto ambiental significativo; - Assegurar a implementação do PPRA (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais). |
| OHSAS 18001 | <ul style="list-style-type: none"> - Assegurar que medidas pró-ativas e reativas de desempenho sejam utilizadas para monitorar acidentes, doenças, incidentes e outras evidências de deficiências no desempenho de SST; - Utilizar técnicas de mensuração (inspeções sistemáticas do ambiente de trabalho, avaliações prévias de novas plantas, levantamentos ambientais por amostragem para medir a exposição a agentes, <i>benchmarking</i> comparando as boas práticas de SST, indicadores de desempenho); - Assegurar a implementação do PCMSO (Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional). |

A5.2 Não-conformidade e ação corretiva e preventiva

As não-conformidades devem ser corrigidas, ações corretivas e preventivas são executadas para mitigar seu impacto, prevenir a repetição da situação, identificar e

lidar com a(s) causa(s)-raiz. É recomendado que seja monitorado o processo de implementação das ações corretivas e preventivas, e analisada a eficácia destas ações.

Alguns métodos podem ser utilizados para identificar uma não-conformidade: grupos de melhoria; auditorias internas, CEP, FMEA, tratamento de reclamações de clientes, entre outros.

As não-conformidades podem ser classificadas, por grau de gravidade para facilitar o tratamento.

Muitas das não-conformidades nos sistemas SGA e SGSST são ocasionadas por falha humana: operar sem EPIs necessários, desrespeitar avisos ou sinalizações, desvio do procedimento padronizado, entre outros; falha administrativa: pressão por produtividade, falha na comunicação verbal, desconhecimento do risco, entre outros; falha de equipamentos e infra-estrutura: piso, máquinas e ferramentas inadequados, entre outros.

Na execução de uma ação corretiva pode ser solicitada uma análise de causa-raiz para solucionar um problema. As técnicas mais utilizadas são: *brainstorming* (levantar possíveis causas), diagrama de causa e efeito (organizar as possíveis causas), lista de verificação (coletar dados das possíveis causas), estratificação e gráfico de pareto (visualização de ordem de importância).

A5.3 Controle de registros

As normas NBR ISO 9001, NBR ISO 14001 e OHSAS 18001 exigem um procedimento para controle de registros. O laboratório deve estabelecer implementar e manter um procedimento do SGI de controle de registros para padronizar a identificação, armazenamento, proteção, recuperação, retenção e descarte de registros.

Cada instrução de trabalho terá um item de controle de registros, conforme padrão do procedimento, agrupando os registros de SGQ, SGA e SGSST.

A5.4 Auditorias do SGI

A organização deve manter um programa e procedimento (s) de auditoria para conduzir auditorias periódicas do SGI a fim de determinar se o sistema está conforme planejado, incluindo a análise crítica dos resultados de auditorias anteriores e divulgação para a alta direção.

O programa de auditoria deve basear-se nos resultados das avaliações de

riscos das atividades da organização e auditorias anteriores.

A6.0 Análise crítica pela direção

A análise crítica pela alta direção corresponde à etapa *Act (Agir)* do ciclo PDCA do SGI, com a finalidade de evidenciar a adequação, pertinência e eficácia do sistema em intervalos planejados e que sejam mantidos registros dessas análises. (RIBEIRO NETO et al., 2008)

No planejamento da análise crítica é recomendado que estejam definidos os tópicos a serem abordados, os participantes, as responsabilidades de cada participante e as informações a serem trazidas para a análise crítica.

6.2 Proposta conceitual incluindo Ensaio e Calibração

O resultado da pesquisa destaca que dos 17 laboratórios entrevistados, apenas dois possuem os três sistemas de gestão integrados (SGQ, SGA e SGSST), com maior enfoque nos SGQ e SGSST e a adoção da NBR ISO/IEC 17025 (ABNT, 2005c). A preferência pela NBR ISO/IEC 17025 justifica-se porque ela exige requisitos técnicos dos laboratórios que não são exigidos pelas normas NBR ISO 9001, NBR ISO 14001 e OHSAS 18001, facilitando a aceitação de resultados de ensaio e calibração entre empresas e instituições e entre países.

Segundo a NBR ISO/IEC 17025 os requisitos gerenciais (4.1 ao 4.15), que são também abordados nas NBR ISO 9001, NBR ISO 14001 e OHSAS 18001 e requisitos técnicos (5.1 ao 5.10) que são necessários para a certificação e acreditação do laboratório.

A proposta para uma organização composta por vários laboratórios: ter um MSGI (Manual do SGI) para a organização, um ML (Manual de Laboratório) unificado para todos os seus laboratórios com seus respectivos procedimentos, instruções de trabalho e práticas operacionais. No caso do laboratório ser a organização não será necessário ter dois manuais.

Para a implementação da norma NBR ISO/IEC 17025 são necessários pelo menos 14 procedimentos, assim os procedimentos obrigatórios antes da integração dos quatro sistemas totalizam 42, após a integração teremos 18 procedimentos (Tabela 15), sete procedimentos adicionais em relação ao modelo proposto na Tabela 10. Esta foi acrescentada pelos itens B12 a B18 (SGEC), originando a Tabela 15.

Tabela 15- Requisitos do SGI – Procedimentos obrigatórios (SGQ, SGA, SGSST, e SGEC).

| Requisitos do SGI – Procedimentos obrigatórios (SGQ, SGA, SGSST, e SGEC) |
|--|
| A1. Controle de documentos |
| A2. Controle de registros |
| A3. Acidentes, Incidentes, Não-conformidade, ação corretiva e preventiva |
| A4. Auditoria |
| A5. Identificação dos aspectos e impactos ambientais e identificação de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles |
| A6. Requisitos legais e outros |
| A7. Competência, treinamento e conscientização |
| A8. Comunicação, participação e consulta |
| A9. Controle operacional |
| A10. Preparação e respostas à emergências |
| A11. Monitoramento e mensuração do desempenho |
| B12. Análise crítica de pedidos, propostas e contratos |
| B13. Aquisição de serviços e suprimentos |
| B14. Análise crítica pela direção |
| B15. Métodos de ensaio e calibração e validação de métodos |
| B16. Amostragem |
| B17. Manuseio de itens de ensaio e calibração |
| B18. Garantia da qualidade de resultados de ensaio e calibração |

B12. Análise crítica de pedidos, propostas e contratos

“O laboratório deve estabelecer e manter procedimento(s) para a análise crítica dos pedidos, propostas e contratos.” (NBR ISO/IEC 17025). Este(s) procedimento(s) deve(m) garantir que os requisitos sejam adequadamente definidos, documentados e entendidos, que o laboratório tenha capacidade e recursos para atender estes requisitos, e que o método de ensaio ou calibração selecionado seja apropriado para atender aos requisitos dos clientes. O cliente (e todo pessoal afetado) deve ser informado sobre eventuais desvios de contrato, ou modificação após o início dos trabalhos, neste caso a análise crítica de contrato deve ser refeita. Também deve ser considerada a situação dos serviços sub-contratados pelo laboratório.

É conveniente que os efeitos dos aspectos financeiros, legais e de prazo sejam levados em consideração e que determine se o laboratório tem as habilidades, informações necessárias de pessoal e a especialização necessária.

B13. Aquisição de serviços e suprimentos

A importância de manter procedimento(s) documentado(s) quanto a aquisição de serviços e suprimentos do laboratório, que afetem a qualidade dos ensaios ou calibrações, deve-se ao fato de que os mesmos não sejam utilizados sem que tenham sido inspecionados, quanto ao atendimento a especificações de normas ou outros requisitos definidos. (NBR ISO/IEC 17025).

B14. Análise crítica pela direção

A NBR ISO/IEC 17025 exige um cronograma e um procedimento da Alta Direção do laboratório para analisar periodicamente o sistema de gestão e as atividades de ensaio ou calibração, devem ser consideradas as ações corretivas e preventivas, realimentação de clientes, adequação de políticas e procedimentos, relatórios do pessoal gerencial, resultados de auditorias internas recentes, avaliações por organizações externas, resultados de comparações interlaboratoriais ou ensaios de proficiência, reclamações, mudanças no volume e tipo de trabalho, recomendações para melhorias e outros fatores relevantes como atividades de CQ, recursos e treinamento de pessoal.

Segundo Mizuta (2009), essa norma *“traz uma visão mais operacional desta questão, até mesmo devido ao seu objetivo, escopo e abrangência. Embora siga a filosofia da série ISO 9001 em seus requisitos de gestão, não se pode esquecer que ela é uma*

referência voltada à comunidade metrológica, talvez mais preocupada com a questão técnica laboratorial do que a questão gerencial”.

B15. Métodos de ensaio e calibração e validação de métodos

A norma exige a utilização de métodos e procedimentos para todos os ensaios ou calibrações dentro do seu escopo: amostragem, manuseio, transporte, armazenamento e preparação dos itens a serem ensaiados ou calibrados, estimativa de incerteza de medição, onde apropriado, técnicas estatísticas para análise dos dados, proteção dos dados, e validação dos métodos não-normalizados.

O laboratório deve utilizar métodos de ensaio ou calibração, incluindo os métodos para amostragem, que atendam às necessidades do cliente. Os métodos podem ser desenvolvidos pelo laboratório ou não. O laboratório deve validar os métodos não normalizados, métodos desenvolvidos pelo próprio laboratório, métodos normalizados usados fora dos escopos para os quais foram concebidos, ampliações e modificações de métodos normalizados.

B16. Amostragem

Segundo a NBR ISO/IEC 17025 o laboratório deve ter um plano e procedimentos para amostragem, quando ele realiza amostragem de substâncias, materiais ou produtos para ensaio ou calibração. O plano e procedimento devem estar disponíveis nos locais onde a amostragem é realizada e o processo de amostragem deve abranger os fatores a serem controlados, para assegurar a validade dos resultados do ensaio e calibração.

B17. Manuseio de itens de ensaio e calibração

A Tabela 15. destaca as exigências da norma em relação aos itens de ensaio e calibração:

Tabela 15 - Procedimentos para itens de ensaio e calibração

| Procedimentos para itens de ensaio e calibração | |
|---|---|
| Exigência da NBR ISO/IEC 17025 | Objetivo |
| Transporte | Manter a integridade metrológica do padrão/instrumento. |
| Identificação | No período de permanência do item no laboratório. Não sejam confundidos (fisicamente ou quando forem citados). |
| Recebimento | Registrar as anormalidades ou desvios das condições normais especificadas no método de ensaio e calibração. |
| Retenção ou remoção, manuseio, armazenamento e proteção | Evitar deterioração, perda ou dano. |

B18. Garantia da qualidade de resultados de ensaio e calibração

O item 5.9 da NBR ISO/IEC 17025 exige “*procedimento(s) de controle da qualidade para monitorar a validade dos ensaios e calibrações realizados*”, ou seja, é o documento que irá rastrear e analisar continuamente a validade destes ensaios e calibrações. Este requisito reúne as informações fundamentais de um SGEC.

Devido à relevância deste requisito, a norma pede pelo menos os seguintes itens:

“*a) Uso regular de **materiais de referência certificados** ou controle interno da qualidade, utilizando materiais de referência secundários*”;

O laboratório pode utilizar materiais de referência próprios, desde que o material ou substância possua um ou mais valores de propriedades suficientemente homogêneos e bem estabelecidos. Mezzalana e Santos (2006).

“*b) Participação em programas de comparação interlaboratorial ou ensaios de proficiência*”;

“*c) Ensaios ou calibrações replicadas, utilizando-se os mesmos métodos ou métodos diferentes*”;

“*d) Reensaio ou recalibração de itens retidos*”;

“*e) Correlação de resultados de características diferentes de um item*”.

7 CONCLUSÕES

Os Laboratórios Radioecológicos têm desempenhado um importante e essencial papel no tocante às ações de preservação do meio ambiente, demonstrando, ainda, o grau de relevância com o qual este tema é tratado no âmbito da indústria da energia nuclear.

As características dos isótopos propiciam ferramentas valiosas para melhor compreender os mecanismos básicos que efetuam mudanças no meio ambiente, assim como na medida em que esses vários processos ocorrem. Equipamentos, técnicas nucleares e isotópicas são utilizados para estudar como os sistemas ambientais funcionam e interagem para compreender o papel dos impactos humanos e da variabilidade natural sobre o ecossistema.

Voltados para o desenvolvimento e a manutenção de padrões e métodos de medição de grandezas associadas à radiação ionizante, os Laboratórios Radioecológicos também proporcionam a geração de conhecimento científico e tecnológico, para a formação de recursos humanos e para a melhoria da qualidade de vida da população em geral, como exemplo, algumas atividades:

- Determinação dos níveis de radioatividade liberada pelas instalações nucleares;
- Avaliação da dose nos indivíduos;
- Determinação dos níveis de radiação;
- Medição da absorção de biotoxinas diretamente do meio aquático pelo marisco, destinada a aumentar a segurança na ingestão de frutos do mar, também contribuindo economicamente no comércio nacional e internacional desses produtos;
- Produção de radiofármacos;
- Recolhimento e contenção de rejeitos de instalações nucleares e radioativas.

Por outro lado, a importância de oferecer produtos e serviços com qualidade produzidos sob condições que não comprometam o meio ambiente ou a segurança e saúde de seus colaboradores e da população é, atualmente, considerada condição fundamental

para a sobrevivência das organizações e a aceitação pública de suas atividades.

Com relação à primeira questão desta pesquisa de mestrado, conclui-se que as melhores práticas existentes e como essas práticas podem contribuir para propor um SGI aplicável a esses laboratórios foram apresentadas no texto por meio dos sistemas: SGQ, SGA, SGSST e SGEC, adotadas as normas NBR ISO 9001, NBR ISO 14001, OHSAS 18001 e NBR ISO/IEC 17025.

Com relação à segunda questão desta pesquisa de mestrado, a proposta preliminar e conceitual apresentada para a estruturação de um SGI para laboratórios de radioecologia, atende aos requisitos obrigatórios, estabelecidos nas normas NBR ISO 9001, NBR ISO 14001 e OHSAS 18001. Em adição, também resultante do processo de observação e análise para esta pesquisa, a norma PAS 99: 2006 foi utilizada para a proposição de 11 procedimentos, considerando-se este um ganho dos resultados da pesquisa, pois proporcionou a redução do nível de complexidade do processo. Importante é destacar que o resultado da pesquisa destacou que dos 17 laboratórios respondentes, apenas dois possuem os três sistemas de gestão integrados (SGQ, SGA e SGSST), com maior enfoque nos SGQ e SGSST e a adoção NBR ISO/IEC 17025, o que demonstra uma oportunidade para a evolução desses estudos e necessidade de maior conscientização desses laboratórios para os benefícios da adoção da integração de sistemas, conforme proposto nesta pesquisa.

A conformidade do sistema de gestão da qualidade sob o qual o laboratório opera com os requisitos da NBR ISO 9001 por si só não demonstra a competência do laboratório para produzir dados e resultados tecnicamente válidos. A NBR ISO/IEC 17025 facilita a aceitação de resultados de ensaio e calibração entre empresas e instituições e entre países e se os laboratórios atenderem aos requisitos desta norma eles operarão com um SGQ também de acordo com a NBR ISO 9001.

Ainda como resultado desta pesquisa foi possível auferir que as vantagens obtidas pelos laboratórios respondentes, quanto à integração, foram: otimização de custos com auditorias internas, certificação e processo de implementação, competitividade e melhoria da imagem perante a opinião pública e o mercado. Este resultado evidencia a eficácia da implementação de um Sistema de Gestão Integrado (Qualidade, Meio Ambiente, Segurança e Saúde no trabalho e em vários casos Ensaio e Calibração), porém,

conforme já comentado anteriormente, a maior parte dos laboratórios respondentes ainda não enxergam estes benefícios.

Com a experiência adquirida durante o desenvolvimento da pesquisa, foi adotada a NBR ISO/IEC 17025, sendo elaborada uma nova proposta de SGI com as quatro normas, com os quatro sistemas integrados (SGQ, SGA, SGSST, e SGEC), totalizando 18 procedimentos obrigatórios. Também sugere-se a utilização da documentação unificada: uma política, uma planilha de identificação de aspectos e impactos ambientais e riscos de SST, a unificação dos requisitos legais de SGA e SGSST, programa de auditoria unificado, plano de emergência único, entre outros.

Os resultados desta pesquisa de mestrado evidenciam que os requisitos mediante abordagem de processo por PDCA, a estrutura documental e os 18 procedimentos obrigatórios compõem uma proposta conceitual consistente e otimizada para um SGI. A recomendação da autora é a adoção deste modelo para os Laboratórios Radioecológicos.

Como sugestão para estudos futuros é a aplicação do modelo específico em um Laboratório Radioecológico, ser testado e validado, bem como estudar a metodologia proposta para outros tipos de laboratórios e instalações de pesquisa.

APÊNDICE A - Correspondência entre a OHSAS 18001:2007, NBR ISO 14001:2004 e NBR ISO 9001:2008

| SGSST – OSHAS 18001:2007 | SGA – ISO 14001:2004 | SGQ – ISO 9001:2008 |
|--|--|---|
| 4 Requisitos do sistema de gestão da SST | 4 Requisitos do sistema de gestão ambiental | 4 Sistema de gestão da qualidade |
| 4.1 Requisitos gerais | 4.1 Requisitos gerais | 4.1 Requisitos gerais 5.5 Responsabilidade, autoridade e comunicação 5.5.1 Responsabilidade e autoridade |
| 4.2 Política de SST | 4.2 Política ambiental | 5.1 Comprometimento da direção 5.3 Política da qualidade 8.5.1 Melhoria contínua |
| 4.3 Planejamento | 4.3 Planejamento | 5.4 Planejamento |
| 4.3.1 Identificação de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles | 4.3.1 Aspectos ambientais | 5.2 Foco no cliente 7.2.1 Determinação de requisitos relacionados ao produto 7.2.2 Análise crítica de requisitos relacionados ao produto |
| 4.3.2 Requisitos legais e outros | 4.3.2 Requisitos legais e outros | 5.2 Foco no cliente 7.2.1 Determinação de requisitos relacionados ao produto |
| 4.3.3 Objetivos e programa(s) | 4.3.3 Objetivos, metas e programa(s) | 5.4.1 Objetivos da qualidade 5.4.2 Planejamento do sistema de gestão da qualidade 8.5.1 Melhoria contínua |
| 4.4 Implementação e operação | 4.4 Implementação e operação | 7 Realização do produto |
| 4.4.1 Recursos, funções, responsabilidades e autoridades | 4.4.1 Recursos, funções, responsabilidades e autoridades | 5.1 Comprometimento da direção 5.5.1 Responsabilidade e autoridade 5.5.2 Representante da direção 6.1 Provisão de recursos 6.3 Infra-estrutura |
| 6.2.2 Competência, treinamento e conscientização | 6.2.2 Competência, treinamento e conscientização | 6.2.1 (Recursos humanos) Generalidades 6.2.2 Competência, treinamento e conscientização |
| 4.4.3 Comunicação, participação e consulta | 4.4.3 Comunicação | 5.5.3 Comunicação interna 7.2.3 Comunicação com o cliente |
| 4.4.4 Documentação | 4.4.4 Documentação | 4.2.1 Generalidades |
| 4.4.5 Controle de documentos | 4.4.5 Controle de documentos | 4.2.3 Controle de documentos |
| 4.4.6 Controle operacional | 4.4.6 Controle operacional | 7.1 Planejamento da realização do produto 7.2 Processos relacionados a clientes 7.2.1 Determinação de requisitos relacionados ao produto 7.2.2 Análise crítica dos requisitos relacionados ao produto 7.3.1 Planejamento de projeto e desenvolvimento 7.3.2 Entradas de projeto e desenvolvimento 7.3.3 Saídas de projeto e desenvolvimento 7.3.4 Análise crítica de projeto e desenvolvimento |

| SGSST – OSHAS 18001:2007 | SGA – ISO 14001:2004 | SGQ – ISO 9001:2008 |
|--|--|--|
| | | 7.3.5 Verificação de projeto e desenvolvimento 7.3.6 Validação de projeto e desenvolvimento 7.3.7 Controle de alterações de projeto e desenvolvimento 7.4.1 Processo de aquisição 7.4.2 Informações de aquisição 7.4.3 Verificação do produto adquirido 7.5 Produção e prestação de serviço 7.5.1 Controle de produção e prestação de serviço 7.5.2 Validação dos processos de produção e prestação de serviço 7.5.5 Preservação de produto |
| 4.4.7 Preparação e resposta a emergências | 4.4.7 Preparação e resposta a emergências | 8.3 Controle de produto não-conforme |
| 4.5 Verificação | 4.5 Verificação | 8 Medição, análise e melhoria |
| 4.5.1 Monitoramento e medição do desempenho | 4.5.1 Monitoramento e medição | 7.6 Controle de equipamento de medição de processos |
| | | 8.1 Generalidades 8.2.3 Medição e monitoramento de processos 8.2.4 Medição e monitoramento de produto 8.4 Análise de dados |
| 4.5.2 Avaliação do atendimento a requisitos legais e outros | 4.5.2 Avaliação do atendimento a requisitos legais e outros | 8.2.3 Medição e monitoramento de processos 8.2.4 Medição e monitoramento de produto |
| 4.5.3 Investigação de incidente, não-conformidade, ação corretiva e ação preventiva | | |
| 4.5.3.1 Investigação de incidente | | |
| 4.5.3.2 Não-conformidade, ação corretiva e ação preventiva | 4.5.3 Não-conformidade, ação corretiva e ação preventiva | 8.3 Controle de produto não-conforme 8.4 Análise de dados 8.5.2 Ação corretiva 8.5.3 Ação preventiva |
| 4.5.4 Controle de Registros | 4.5.4 Controle de Registros | 4.2.4 Controle de Registros |
| 4.5.5 Auditoria interna | 4.5.5 Auditoria interna | 8.2.2 Auditoria interna |
| 4.6 Análise pela Administração | 4.6 Análise pela Administração | 5.1 Comprometimento da direção 5.6 Análise crítica pela direção 5.6.1 Generalidades 5.6.2 Entradas para análise crítica 5.6.3 Saídas da análise crítica 8.5.1 Melhoria contínua |

APÊNDICE B – Correspondência entre as normas NBR ISO 9001:2008 e NBR ISO/IEC 17025:2005

| NBR ISO 9001:2008 | NBR ISO/IEC 17025 |
|---|---|
| 4 Sistema de Gestão da Qualidade | 4 Requisitos da direção |
| 4.1 Requisitos Gerais | 4.1 Organização 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5 4.2 Sistema de Gestão 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4 |
| 4.2 Requisitos de documentação 4.2.1 Generalidades | 4.2.2, 4.2.3, 4.3.1 |
| 4.2.2 Manual da qualidade | 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4, 4.2.5 |
| 4.2.3 Controle de documentos | 4.3 Controle de documentos |
| 4.2.4 Controle de registros | 4.13 Controle de registros |
| 5 Responsabilidade da direção | 4 Requisitos da Direção |
| 5.1 Comprometimento da direção | 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4 |
| 5.1 a) | 4.1.2, 4.1.6 |
| 5.1 b) | 4.2.2 |
| 5.1 c) | 4.2.2 |
| 5.1 d) | 4.15 Análise crítica pela direção |
| 5.1 e) | 4.1.5 |
| 5.2 Foco no cliente | 4.4.1, 4.4.2 |
| 5.3 Política da qualidade | 4.2.2 |
| 5.3 a) | 4.2.2 |
| 5.3 b) | 4.2.3 |
| 5.3 c) | 4.2.2 |
| 5.3 d) | 4.2.2 |
| 5.3 e) | 4.2.2 |
| 5.4.1 Objetivos da qualidade | 4.2.2 c) |
| 5.4.2 Planejamento do sistema de gestão da qualidade | 4.2.1 |
| 5.4.2 a) | 4.2.1 |

| NBR ISO 9001:2008 | NBR ISO/IEC 17025 |
|--|--|
| 5.4.2 b) | 4.2.1 |
| 5.5.1 Responsabilidade e autoridade | 4.1.5 a), f), h) |
| 5.5.2 Representante da direção | 4.1.5 i) |
| 5.5.2 a) | 4.1.5 i) |
| 5.5.2 b) | 4.11.1 |
| 5.5.2 c) | 4.2.4 |
| 5.5.3 Comunicação interna | 4.1.6 |
| 5.6.1 Generalidades | 4.15 Análise crítica pela direção |
| 5.6.2 Entradas para análise crítica | 4.15 |
| 5.6.3 Saídas da análise crítica | 4.15 |
| 6.1 a) | 4.10 Melhoria |
| 6.1 a) | 4.4.1, 4.7, 5.4.2, 5.4.3, 5.4.4, 5.10.1 |
| 6.2.1 (Recursos humanos) Generalidades | 5.2.1 |
| 6.2.2 a) | 5.2.2, 5.5.3 |
| 6.2.2 b) | 5.2.1, 5.2.2 |
| 6.2.2 c) | 5.2.2 |
| 6.2.2 d) | 4.1.5 k) |
| 6.2.2 e) | 5.2.5 |
| 6.3.1 a) | 4.1.3, 4.12.1.2, 4.12.1.3, 5.3 |
| 6.3.1 b) | 4.12.1.4, 5.4.7.2, 5.5 Equipamentos 5.6 Rastreabilidade de medição |
| 6.3.1 c) | 4.6 Aquisição de serviços e suprimento 5.5.6, 5.6.3.4 5.8 Manuseio de itens de ensaio e calibração, 5.10 Apresentação de resultados |
| 6.4 Ambiente de trabalho | 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.4, 5.3.5 |
| 7. Realização do produto | 5. Requisitos técnicos |
| 7.1 Planejamento e realização do produto | 5.1 Generalidades |

| NBR ISO 9001:2008 | NBR ISO/IEC 17025 |
|--|---|
| 7.1 a) | 4.2.2 |
| 7.1 b) | 4.1.5 a), 4.2.1, 4.2.3 |
| 7.1 c) | 5.4 Métodos de ensaio e calibração e validação de métodos 5.9 Garantia da qualidade de resultados de ensaio e calibração |
| 7.1 d) | 4.1, 5.4, 5.9 |
| 7.2.1 Determinação de requisitos relacionados ao produto | 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5, 5.4, 5.9, 5.10 |
| 7.2.2 Análise crítica de requisitos relacionados ao produto | 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5, 5.4, 5.9, 5.10 |
| 7.2.3 Comunicação com o cliente | 4.4.2, 4.4.4, 4.5 Subcontratação de ensaios e calibrações, 4.7 Atendimento ao cliente, 4.8 Reclamações |
| 7.3 Projeto e desenvolvimento | 5 Requisitos técnicos 5.4, 5.9 |
| 7.4.1 Processo de aquisição | 4.6.1, 4.6.2, 4.6.4 |
| 7.4.2 Informações de aquisição | 4.6.3 |
| 7.4.3 Verificação do produto adquirido | 4.6.2 |
| 7.5.1 Controle de produção e prestação de serviço | 5.1,5.2,5.4,5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9 |
| 7.5.2 Validação dos processos de produção e prestação de serviço | 5.25, 5.42, 5.45 |
| 7.5.3 Identificação e rastreabilidade | 5.8.2 |
| 7.5.4 Propriedade do cliente | 4.1.5 c), 5.8 |
| 7.5.5 Preservação do produto | 4.6.1, 4.12, 5.8, 5.10 |
| 7.6 Controle de equipamento de monitoração e medição | 5.4, 5.5 |
| 8.1 Generalidades | 4.10, 5.4, 5.9 |
| 8.2.1 Satisfação do cliente | 4.10 |
| 8.2.2 Auditoria interna | 4.11.5 4.14 Auditorias internas |
| 8.2.3 Monitoramento e medição de processos | 4.11.5, 4.14, 5.9 |
| 8.2.4 Monitoramento e medição de produtos | 4.5, 4.6, 4.9, 5.5.2, 5.5.9, 5.8, 5.8.3, 5.8.4, 5.9 |

| NBR ISO 9001:2008 | NBR ISO/IEC 17025 |
|--------------------------------------|------------------------------|
| 8.3 Controle de produto não conforme | 4.9 |
| 8.4 Análise de dados | 4.10, 5.9 |
| 8.5.1 Melhoria contínua | 4.10 4.12 Ação preventiva |
| 8.5.2 Ação corretiva | 4.11 Ação corretiva 4.12 |
| 8.5.3 Ação preventiva | 4.9, 4.11, 4.12 |

Fonte: Adaptada das NBR ISO 9001:2008 e NBR ISO/IEC 17025

APÊNDICE C - Questionário enviado

PESQUISA

I) INTRODUÇÃO

Este trabalho consiste em um estudo exploratório para uma pesquisa de mestrado cujo foco é estudar as melhores práticas existentes para subsidiar a proposição de um modelo conceitual de SGI - Sistema de Gestão Integrada (Qualidade, Meio Ambiente, Segurança e Saúde no trabalho) aplicável a Laboratórios Radioecológicos.

O planejamento da pesquisa proposta consiste nas seguintes etapas:

1) Realizar, numa primeira etapa, a pesquisa bibliográfica e documental em SGI, levantamento e estudo das normas aplicáveis (SGQ NBR ISO 9000 (2005), NBR ISO 9001 (2008), NBR ISO 9004 (2000), SGA NBR 14001(2004) e SGSST OHSAS 18001 (2007) e OHSAS 18002(2008)), identificação e caracterização de processos em Laboratórios Radioecológicos e estudo de metodologia de melhores práticas e *benchmarking*;

2) Desenvolver o estudo exploratório (prevista a aplicação de questionários via correio eletrônico e entrevistas presenciais, quando possível), precedido de um levantamento e seleção de Laboratórios Radioecológicos internacionais e nacionais a serem estudados e, em seguida, que esses laboratórios sejam contatados e concordem em participar na pesquisa;

3) Construir uma matriz de melhores práticas que incorra em resultados que possam subsidiar a proposição de um modelo conceitual de SGI para Laboratórios Radioecológicos;

4) Elaborar uma proposta conceitual de estrutura de SGI para Laboratórios Radioecológicos.

II) OBJETIVOS

- Objetivo geral: contribuir para o estudo de Sistema de Gestão Integrada aplicado a laboratórios;
- Objetivo específico: caracterizar um modelo conceitual de Sistema de Gestão Integrada para um Laboratório Radioecológico.

III) CAMPO DE APLICAÇÃO

- Sistemas da Qualidade, particularmente Sistemas de Gestão Integrada;
- Laboratórios Radioecológicos;
- Monitoração Ambiental.

IV) DEFINIÇÕES E SIGLAS

Sistema de gestão da qualidade – *“Sistema de gestão para dirigir e controlar uma organização no que diz respeito à qualidade.”*(NBR ISO 9000).

Sistema de gestão ambiental: *“É a parte de um sistema de gestão de uma organização utilizada para desenvolver e implementar sua política ambiental e para gerenciar seus aspectos ambientais.”* (NBR ISO 14001).

Sistema de gestão de saúde e segurança do trabalho: *“É a parte do sistema de gestão*

global que facilita a gestão de riscos de saúde e segurança com relação ao negócio da empresa. Inclui estrutura organizacional, as atividades de planejamento, as responsabilidades, as práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, alcançar, rever e manter a política de saúde e segurança da organização.” (NBR ISO 14001).

Segurança e Saúde no trabalho (SST): “Condições e fatores que afetam, ou poderiam afetar, a segurança e a saúde de funcionários ou de outros trabalhadores (incluindo trabalhadores temporários e pessoal terceirizado), visitantes ou qualquer outra pessoa no local de trabalho.” (OHSAS 18001).

Comprometimento da alta direção: Função da Alta direção no sistema de gestão da qualidade “Através de lideranças e ações, a Alta Direção pode criar um ambiente onde as pessoas estão totalmente envolvidas e no qual o sistema de gestão da qualidade pode operar eficazmente.” (NBR ISO 9000).

Siglas utilizadas neste trabalho:

- NBR** – Norma Brasileira
ISO – Organização Internacional para Normalização.
SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade
SGA – Sistema de Gestão Ambiental
SGI – Sistema de Gestão Integrado.
SGSST – Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho.

IV. QUESTIONÁRIO

1) Histórico do laboratório

| | | | | | |
|---------------------|--|------|--|------|--|
| Nome do Laboratório | | | | | |
| Nome do Responsável | | | | | |
| Localização | | | | | |
| Data de inauguração | | | | | |
| Nome do Respondente | | | | | |
| e-mail | | Fone | | Data | |

2) Atividades do Laboratório

Quais atividades que caracterizam o laboratório? Assinale com um X.

| | |
|---|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Análises de Estáveis: |
| Empregam-se as técnicas de Espectrofotometrias de Absorção Atômica e UV/Visível, Potenciometria com Eletrodos Íon-Seletivos, Fotometria de Chama, Fluorimetria e Espectrofluorometria, Turbidimetria, além de Via Úmida Clássica. | |
| <input type="checkbox"/> | Análises Radiométricas |
| Este setor dispõe de equipamentos para Espectrometrias Alfa e Gama, para Contagens Alfa / Beta / Gama Totais, Cintilação Líquida e Dosimetria Termoluminescente. | |
| <input type="checkbox"/> | Análises Bacteriológicas: |
| Análises bacteriológicas e monitoração da qualidade de rios (mares) através de organismos bentônicos. Técnicas de Membrana Filtrante, Tubos Múltiplos e Microscopia Ótica para Contagem Padrão de Bactérias. | |

| Radioproteção |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Controle de trabalhadores de áreas restritas. - Controle de Áreas. Realizando o controle de acesso às áreas restritas, a monitoração de superfícies, dos níveis de radiação, a sinalização e a classificação das áreas; - Controle de equipamentos de monitoração de radiação. A verificação de sua operacionalidade, sua calibração periódica em laboratório qualificado e sua contínua aferição; - Treinamento inicial de trabalhadores e realização de cursos periódicos de reciclagem; - Controle de Fontes e Rejeitos (Monitoração de Materiais Radioativos expedidos e recebidos, Monitoração de Rejeitos); e - Manutenção de registros que permitam avaliar as condições de segurança, pela análise dos resultados de monitoração e dos diversos relatórios de rotina. |
| Outros: Descrever projetos ou serviços e respectivas técnicas |
| |
| |

3) Sistemas de Gestão

3.1) Sistema da Qualidade

Qual a norma adotada para implementação do Sistema da Qualidade?

| |
|--|
| |
|--|

Quais são os aspectos considerados no Sistema da Qualidade do Laboratório? Assinale com um X.

| | |
|--|----------------------------------|
| | Controle de documentos |
| | Controle de registros |
| | Auditoria interna |
| | Controle de produto não conforme |
| | Ação corretiva |
| | Ação preventiva |

3.2) Sistema de Gestão Ambiental

Qual a norma adotada para implementação do Sistema de Gestão Ambiental?

| |
|--|
| |
|--|

Quais são os aspectos considerados no Sistema de Gestão Ambiental do Laboratório? Assinale com um X.

| | |
|--|--------------------------------------|
| | Aspectos ambientais |
| | Requisitos legais e outros |
| | Treinamento |
| | Comunicação |
| | Controle de documentos |
| | Controle operacional |
| | Preparação e resposta às emergências |

| | |
|--|---|
| | Monitoramento e medição |
| | Avaliação do atendimento a requisitos legais e outros |
| | Não-conformidade, ação corretiva e ação preventiva |
| | Controle de registros |
| | Auditoria interna |

3.3) Sistema de Segurança e Saúde no trabalho

Qual a norma adotada para implementação do Sistema de Segurança e Saúde no trabalho?

| |
|--|
| |
|--|

Quais são os aspectos considerados no Sistema de Segurança e Saúde no trabalho?
Assinale com um X.

| | |
|--|---|
| | Planejamento para identificação de perigos e avaliação e controle de riscos |
| | Requisitos legais e outros requisitos |
| | Treinamento, conscientização e competência |
| | Consulta e comunicação |
| | Controle de documentos e de dados |
| | Preparação e atendimento a emergências |
| | Monitoramento e mensuração do desempenho |
| | Acidentes, incidentes, não-conformidades e ações corretivas e preventivas |
| | Registros e gestão de registros |
| | Auditoria |

3.4) Sistema de Gestão Integrada

Assinale com X e descreva quando necessário.

| | |
|---|---|
| Integração de sistemas | |
| | Existe integração de sistemas (SGQ, SGA e SGSST)? |
| | Estão os sistemas totalmente integrados? |
| | Estão parcialmente integrados (apenas dois sistemas estão integrados)? |
| A estrutura de gerenciamento da documentação: | |
| | - Está automatizada? Qual o software utilizado? |
| | - Está em ambiente WEB? |
| | - Utiliza alguma referência internacional como modelo de SGI? |
| | - A utilização de um sistema para gerenciamento da documentação, não-conformidades, de auditorias, pode melhorar a gestão como um todo? |
| Quais foram às dificuldades encontradas para a integração dos sistemas? | |
| | Comprometimento da alta direção |
| | Comunicação ⁱ |

| | |
|--|---|
| | Legislação (SGA e SGSST atendem leis diferentes) |
| | Controles operacionais ⁱⁱ |
| | Qualificação de auditores |
| | Recursos financeiros |
| | Mudança de cultura |
| | Resistência por parte dos funcionários |
| | Atendimento pelo fornecedor |
| | Outras: |
| | |
| | |
| Na sua visão, quais as vantagens (ou desvantagens) da integração dos sistemas? | |
| | Otimizar custos com auditorias internas, certificação e processo de implementação |
| | Competitividade ⁱⁱⁱ |
| | Melhoria da imagem perante a opinião pública e o mercado |
| | Redução do nível de complexidade dos sistemas |
| | Redução do tempo utilizado em treinamento (treinamento integrado) |
| | Menor tempo total de paralisação das atividades da empresa durante a realização de auditorias |
| | Mudanças de processo ou ampliações fazem com que o sistema seja alterado |
| | Alto custo para customizar (modificar o sistema) e desenvolver relatórios |
| | Um acidente ou falha operacional mais grave pode vir afetar a credibilidade do sistema implantado |
| | Outras: |

ⁱ Dificuldades de comunicação: os três sistemas têm objetivos diferentes. ISO 9000 Comunicação entre o consumidor e fornecedor (produto) bilateral; ISO 14000 com a mídia e com os órgãos governamentais e com a comunidade e ISO 18001 com os trabalhadores da organização.

ⁱⁱ Uma organização necessita aplicar algum tipo de controle operacional para atender aos compromissos de sua política ambiental, para atingir seus objetivos e suas metas e atender aos requisitos legais aplicáveis e outros subscritos pela organização, bem como para

gerenciar seus aspectos ambientais significativos. Para planejar controles operacionais eficazes e eficientes, recomenda-se que uma organização identifique onde tais controles são necessários e com que propósito (NBR ISO 9000).

ⁱⁱⁱ “*Competitividade implica obter maiores vantagens competitivas e isto nas empresas se obtém com a incorporação permanente de tecnologia de ponta e conhecimentos atualizados na matéria em que opera*”.

<<http://www.geocities.com/hollywood/studio/1554/M9.html>> acesso em 31/05/09. Neste estudo, a empresa se tornaria mais competitiva com a implementação do SGI?

APÊNDICE D – MATRIZ DOS SISTEMAS SGQ, SGA, SGSST POR LABORATÓRIO

| Laboratórios Questionário | LAB1 | LAB2 | LAB3 | LAB4 | LAB5 | LAB6 | LAB7 | LAB8 | LAB9 |
|------------------------------|------------------|--------------|--------------------------------|------|-------------|---------------------------------|--------------|--------------|------|
| Análises de Estáveis | X | | X | | | | X | | X |
| Análises Radiométricas | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Análises Bacteriológicas | | | X | X | | X | | | |
| Radioproteção | X | X | X | | X | X | | | X |
| Outras atividades | X | | X | X | | X | | | |
| SGQ | IAEA AQCS | 17025 | Implementando 17025 | | 9001 | 17025 ANVISA RDC 210 | 17025 | 17025 | |
| Controle de Documentos | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| Controle de Registros | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| Auditoria Interna | X | X | X | | X | X | X | X | |
| Controle de produto NC | X | X | X | | X | X | X | X | |
| Ação Corretiva | X | X | X | | X | X | X | X | |
| Ação Preventiva | X | X | X | | X | X | X | X | |

| Laboratórios | LAB10 | LAB11 | LAB12 | LAB13 | LAB14 | LAB15 | LAB16 | LAB17 |
|--------------------------|--------------|------------------------------|--------------|--------------|---|--------------|--------------|--------------|
| Questionário | | | | | | | | |
| Análises de Estáveis | | X | X | X | X | X | | |
| Análises Radiométricas | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Análises Bacteriológicas | | | | X | X | | | |
| Radioproteção | X | | X | X | X | X | X | |
| Outras atividades | | X | | X | X | X | X | X |
| SGQ | 17025 | 17025 CNEN NN1.16 | | 9001 | 9001, CNEN NN 1.16, CONAMA N.357 | 17025 | 17025 | 17025 |
| Controle de Documentos | X | X | | X | X | X | X | X |
| Controle de Registros | X | X | | X | X | X | X | X |
| Auditoria Interna | X | X | | X | X | X | X | X |
| Controle de produto NC | | X | | X | X | X | | X |
| Ação Corretiva | X | X | | X | X | X | X | X |
| Ação Preventiva | X | X | | X | X | X | X | X |

| Laboratórios | LAB1 | LAB2 | LAB3 | LAB4 | LAB5 | LAB6 | LAB7 | LAB8 | LAB9 |
|--------------------------------------|-------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| Questionário | | | | | | | | | |
| SGA | Normas Regionais | 14001 | | | | | 17025 | | |
| Aspectos ambientais | X | | | | | X | | | |
| Requisitos legais | X | X | | | | X | | | |
| Treinamento | X | | | | | X | X | | |
| Comunicação | | | | | | X | X | | |
| Controle de documentos | X | X | | | | X | X | | |
| Controle operacional | X | | X | X | | X | X | | |
| Preparação e resposta às emergências | X | X | | | | X | X | | |
| Monitoramento e medição | X | | X | X | | X | X | | |
| Requisitos Legais | X | | | | | X | | | |
| NC, AC e AP | | | | | | X | X | | |
| Controle de registros | X | X | | | | X | X | | |
| Auditoria | X | | | | | | X | | |

| Laboratórios | LAB10 | LAB11 | LAB12 | LAB13 | LAB14 | LAB15 | LAB16 | LAB17 |
|--------------------------------------|------------------------|--------------|---------------------------|--------------|------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------|
| Questionário | | | | | | | | |
| SGA | 17025 14001 | 14001 | Norma Regional | 14001 | Implantando 14001 | | 14001 | Legislação Regional |
| Aspectos ambientais | | X | X | X | X | | | |
| Requisitos legais | | X | | X | X | | | X |
| Treinamento | X | | | X | X | | | |
| Comunicação | | | | X | X | | | |
| Controle de documentos | X | | | X | X | | | |
| Controle operacional | X | | | X | | | | |
| Preparação e resposta às emergências | | | X | X | X | | | |
| Monitoramento e medição | X | | X | X | X | | X | X |
| Requisitos Legais | | | | X | X | | | X |
| NC, AC e AP | X | | | X | X | | | |
| Controle de registros | X | | | X | X | | | X |
| Auditoria | X | | | X | | | | |

| Laboratórios | LAB1 | LAB2 | LAB3 | LAB4 | LAB5 | LAB6 | LAB7 | LAB8 | LAB9 |
|--|-------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|----------------|-------------------------|-------------|-------------|
| Questionário | | | | | | | | | |
| SGSST | Normas Regionais | 18001 | | | | NR CNEN | Normas Regionais | | |
| Perigos e controle de riscos | X | | | | | X | X | | X |
| Requisitos legais | X | X | | | | X | X | | X |
| Treinamento | X | | | | | X | X | | X |
| Consulta e comunicação | X | | | | | | X | | |
| Controle de documentos e de dados | X | | | | | X | X | | X |
| Preparação e atendimento a emergências | X | | | | | X | X | | X |
| Monitoramento e medição | X | | | | | X | X | | X |
| Acidentes, incidentes, NC, AC e AP | X | | | X | | X | X | | X |
| Registros e gestão de registros | X | | | | | X | X | | X |
| Auditoria | X | | | | | X | X | | X |

| Laboratórios | LAB10 | LAB11 | LAB12 | LAB13 | LAB14 | LAB15 | LAB16 | LAB17 |
|--|-------------------------|--------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Questionário | | | | | | | | |
| SGSST | Normas Regionais | 18001 | Normas Regionais | OHSAS Serie | 18001 Normas daCNEN | | | |
| Perigos e controle de riscos | X | | X | X | X | | | |
| Requisitos legais | X | | X | | X | | | |
| Treinamento | | | X | | X | | X | |
| Consulta e comunicação | | | X | X | X | | X | |
| Controle de documentos e de dados | X | | X | X | X | | | |
| Preparação e atendimento a emergências | X | | X | X | X | | X | |
| Monitoramento e medição | | | X | X | X | | X | |
| Acidentes, incidentes, NC, AC e AP | X | | X | X | X | | | |
| Registros e gestão de registros | | | X | X | X | | | |
| Auditoria | X | | X | X | X | | X | |

| Laboratórios | LAB1 | LAB2 | LAB3 | LAB4 | LAB5 | LAB6 | LAB7 | LAB8 | LAB9 |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Questionário | | | | | | | | | |
| SGI | | | | | | | | | |
| (SGQ, SGA e SGSST)? | | X | | | | | | | |
| Sistemas totalmente integrados? | | | | | | | | | |
| Dois sistemas integrados ? | | | | | | X | | | |
| Automatizada? Web? | | X | | | | | X | | |
| SGI modelo internacional ? | | | | | | X | | | |
| Gerenciamento da CD, NC, AT , melhora a gestão como um todo? | | | | | | | X | | |

| Laboratórios | LAB10 | LAB11 | LAB12 | LAB13 | LAB14 | LAB15 | LAB16 | LAB17 |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Questionário | | | | | | | | |
| SGI | | | | | | | | |
| (SGQ, SGA e SGSST)? | X | X | X | | | | | X |
| Sistemas totalmente integrados? | | | | | | | | |
| Dois sistemas integrados ? | X | X | | | | | X | |
| Automatizada? Web? | X | | | | X | | X | X |
| SGI modelo internacional ? | | | | | | | | |
| Gerenciamento da CD, NC, AT , melhora a gestão como um todo? | X | | | | X | | | X |

| Laboratórios | LAB1 | LAB2 | LAB3 | LAB4 | LAB5 | LAB6 | LAB7 | LAB8 | LAB9 |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Questionário | | | | | | | | | |
| Vantagens e Desvantagens | | | | | | | | | |
| Otimizar custos | | | | | | X | | | |
| Competitividade | | X | | | | X | | | |
| Melhoria da imagem | | X | | | | X | | | |
| Redução do nível de complexidade | | | | | | X | | | |
| Redução do tempo em treinamento | | | | | | X | | | |
| Menor tempo total de paralisação das atividades em auditorias | | | | | | X | | | |
| Mudanças de processo ou ampliações | | | | | | | | | |
| Alto custo para customizar | | | | | | | | | |
| Um acidente pode vir afetar a credibilidade do sistema implantado | | | | | | X | | | |
| Outras: | X | | | | | | X | | |

| Laboratórios | LAB10 | LAB11 | LAB12 | LAB13 | LAB14 | LAB15 | LAB16 | LAB17 |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Questionário | | | | | | | | |
| Vantagens e Desvantagens | | | | | | | | |
| Otimizar custos | X | X | | X | | | | X |
| Competitividade | | | | X | | | | |
| Melhoria da imagem | X | X | | X | | | | X |
| Redução do nível de complexidade | | | | | | | | |
| Redução do tempo em treinamento | | | | | | | | |
| Menor tempo total de paralisação das atividades em auditorias | | X | | | | | | |
| Mudanças de processo ou ampliações | | | | | | | | |
| Alto custo para customizar | X | X | | | | | | |
| Um acidente pode vir afetar a credibilidade do sistema implantado | X | X | | | | | | |
| Outras: | X | | | | | | | |

GLOSSÁRIO

Ação corretiva

Ação para eliminar a causa de uma não-conformidade identificada ou outra situação indesejada (ABNT, 2005a).

Ação preventiva

Ação para eliminar a causa de uma a potencial não-conformidade ou outra situação potencialmente indesejável (ABNT, 2005a).

Alta direção

Pessoa ou grupo de pessoas que dirige e controla uma organização no mais alto nível (ABNT, 2005a).

Amostragem

É um procedimento definido, pelo qual parte de uma substância, material ou produto é retirada para produzir uma amostra representativa do todo, para ensaio ou calibração (ABNT, 2005c).

Aspecto ambiental

Elemento das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente. Um aspecto ambiental significativo é aquele que tem ou pode ter um impacto ambiental significativo (ABNT, 2004).

Avaliação de riscos

Processo global de estimar a magnitude dos riscos, e decidir se um risco é ou não tolerável (BSI, 2007).

Benthos

Parte do ambiente marinho constituído por organismos relacionados com o fundo do mar. Podem ser sésseis (fixados ao fundo) ou errantes, que se deslocam sobre o fundo. Geralmente os animais bentônicos se alimentam de cadáveres e detritos orgânicos que sedimentam.²⁹

“Black Carbon” – Carbono Negro

Uma forma de partículas da poluição aérea geralmente produzida durante a combustão incompleta dos combustíveis fósseis e a biomassa, tem um efeito de aquecimento na atmosfera 3-4 vezes maior do que as estimativas existentes.²¹

²¹ <http://www.sciencedaily.com/releases/2008/03/080323210225.htm>. Acesso em: 29 Jun 2010.

Boas Práticas de fabricação

Boas Práticas de Laboratório é um sistema de qualidade que abrange o processo organizacional e as condições nas quais estudos não-clínicos de saúde e de segurança ao meio ambiente são planejados, desenvolvidos, monitorados, registrados, arquivados e relatados.²²

Causa-raiz

Fator causal básico que, se corrigido ou removido, irá prevenir ou evitar a recorrência de uma situação.²³

CCQ

Atividade executada por um grupo formado voluntariamente, tendo como objetivos propiciar o crescimento de indivíduos e maximizar o seu potencial, estabelecer um ambiente amistoso e motivador de trabalho, além de contribuir para o desenvolvimento e fortalecimento das empresas e da sociedade, utilizando-se da metodologia adequada para análise e solução de problemas. O mesmo deve ser formado por pouca pessoas (5 a 6 colaboradores) preferencialmente atuantes em funções ou áreas afins, que desenvolvem voluntariamente as atividades que visam melhorar os resultados em qualidade intrínseca, custos, atendimento, moral, meio ambiente e segurança. A equipe deve se reunir uma hora por semana para executar trabalhos podendo ser durante ou fora do horário de trabalho, exercitando desta forma o seu próprio gerenciamento da atividade e do tempo (Carvalho, 2003).

Comprometimento da alta direção

Função da Alta direção no sistema de gestão da qualidade. Por meio de lideranças e ações, a Alta Direção pode criar um ambiente onde as pessoas estão totalmente envolvidas e no qual o sistema de gestão da qualidade pode operar eficazmente (ABNT, 2005a).

Cromatografia

É um método físico-químico de separação que está fundamentada na migração diferencial dos componentes de uma mistura, que ocorre devido a diferentes interações, entre duas fases imiscíveis, a fase móvel e a fase estacionária.²⁴

Cromatografia gasosa

A fase móvel é um gás inerte, normalmente nitrogênio, hélio ou hidrogênio. Se a fase estacionária é um líquido temos a cromatografia gás-líquido ou cromatografia de partição, se a fase estacionária é um sólido temos a cromatografia gás-sólido ou cromatografia de adsorção. Em qualquer dos casos a coluna pode ser de empacotamento ou capilar aberta de sílica fundida. Deve-se conhecer a resolução e a eficiência da coluna para a amostra a ser analisada.²⁵

²² http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/Arquivos/DICLA/NIT/NIT-DICLA-35_01.pdf. Acesso em: 07 08 2010.

²³ Definição elaborada baseando-se nas normas (ABNT, 2008, p.12-15) e (ABNT, 2005b, p. 33-38).

²⁴ <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc07/atuat.pdf>. Acesso em: 28 Jun 2010.

²⁵ http://www.pucrs.br/quimica/professores/arigony/cromatografia_FINAL/cg.htm. Acesso em: 28 Jun 2010.

Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE)

É uma técnica de separação, cuja fase móvel é um solvente. Em menos de trinta anos, passou a ser um dos métodos analíticos mais utilizados para fins qualitativos e quantitativos, a possibilidade de separar espécies não voláteis e termicamente instáveis TONHI et al. (2002).

Utiliza fases estacionárias de partículas menores e uma bomba de alta pressão para a eluição da fase móvel.¹⁷

Delineamento

Planejamento da pesquisa em sua dimensão mais ampla, envolvendo tanto a sua diagramação quanto a previsão de análise e interpretação dos dados (GIL, 2008).

Dendrocronologia

Estudo dos anéis anuais de crescimento das árvores é uma técnica baseada nos anéis anuais de crescimento das árvores, utilizada tanto para fins de investigação como de datação.²⁶

Esclerocronologia

A ciência que estima a idade através da contagem de características repetidas em estruturas calcificadas (escamas, otólitos e ossos) (grego: sklerós = duro + khronología = ciência do tempo).²⁷

Estratigrafia

Estudo da gênese, da sucessão, no tempo e no espaço, e da representatividade areal e vertical das camadas e sequências de rochas de uma região, buscando-se determinar os eventos, processos e ambientes geológicos associados, o que inclui, entre outros, a determinação de fases de erosão ou de ausências de deposição (superfícies de discordâncias).²⁸

Garantia da qualidade

Parte da gestão da qualidade focada em mover confiança de que os requisitos da qualidade serão mantidos (ABNT, 2005a).

Geocronologia

A geocronologia é o estudo das idades das rochas e minerais baseando-se na datação, que é a determinação de idades de rochas e minerais utilizando-se fenômenos físicos e químicos naturais que ocorrem em função do tempo. O relógio natural mais utilizado para pesquisas de idade de rochas e minerais é a desintegração radioativa, tais como de urânio para

²⁶ http://www.pavconhecimento.pt/exposicoes/modulos/index.asp?acao=showmodulo&id_exp_modulo=284&id_exposicao=9. Acesso em: 05 Set 2010.

²⁷ http://w3.ualg.pt/~madias/docencia/documentos/BP0708_Notas03.pdf. Acesso em: 05 Set 2010.

²⁸ <http://vsites.unb.br/ig/glossario/verbete/estratigrafia.htm>. Acesso em: 28 Ago 2010.

chumbo (método U-Pb), potássio para argônio (K-Ar), rubídio para estrôncio (Rb-Sr) e samário para neodímio (Sm-Nd).²⁹

Impacto ambiental

Qualquer modificação do meio ambiente adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização (ABNT, 2004).

Impacto ambiental significativo

É o impacto ambiental considerado pela organização de maior significância do que os demais impactos.

Significância é um conceito relativo; não pode ser definida em termos absolutos. O que é significativo para uma organização pode não ser significativo para outra. Avaliar a significância envolve aplicação tanto de análise técnica quanto de julgamento por parte da organização. O uso de critérios deve ajudar uma organização a estabelecer quais aspectos ambientais e impactos associados ela considera significativos. Estabelecer e aplicar tais critérios deve proporcionar consistência e reprodutibilidade na avaliação de significância.

Ao estabelecer critérios para significância, recomenda-se que uma organização considere o seguinte: critérios ambientais, requisitos legais aplicáveis e as preocupações das partes interessadas, internas e externas (ABNT, 2005b).

Metas

São requisitos detalhados de desempenho, sempre que possíveis quantificados (metas mensuráveis), aplicáveis a uma organização ou parte dela, que se originam dos objetivos e que necessitam ser implementadas de modo atingir aqueles objetivos.

Material de referência

Material, suficientemente homogêneo e estável em relação a propriedades específicas, preparado para se adequar a uma utilização pretendida numa medição ou num exame de propriedades qualitativas (VIM, 2008), 6.13.

Material de referência certificado

Material de referência acompanhado de uma documentação emitida por um organismo com autoridade, a qual fornece um ou mais valores de propriedades especificadas com as incertezas e as rastreabilidades associadas, utilizando procedimentos válidos (VIM, 2008), 6.14.

Meio ambiente

Circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo-se ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações (ABNT, 2004).

²⁹ <http://www.dicionario.pro.br/dicionario/index.php/Geocronologia>. Acesso em: 28 Jun 2010.

Monitoramento e medição (mensuração)

A medição é a base do processo de monitoramento e um processo de monitoramento deve ser composto por sucessivas amostragens (SEIFFERT, 2008).

Não-conformidade

Não atendimento a um requisito (ABNT, 2005a).

Necton

Do grego nektos: apto a nadar. Parte do ambiente marinho que é constituído por organismos que se deslocam na água e não estão à mercê das correntezas, como os seres do plâncton. Fazem parte desse grupo a maioria dos peixes, as baleias, os golfinhos, certos crustáceos (camarões) e alguns moluscos (lulas e sépias).²⁹

Objetivo de SST

Meta de SST, em termos do desempenho da SST, que uma organização estabelece para ela própria atingir (BSI, 2007).

Organização

Empresa, corporação, firma, empreendimento, autoridade ou instituição, ou parte ou combinação desses, incorporada ou não, pública ou privada, que tenha funções e administração próprias. Para organizações que tenham mais de uma unidade operacional, uma única unidade operacional pode ser definida como uma organização (ABNT, 2004).

Parte interessada

Indivíduo ou grupo preocupado com, ou afetado pelo desempenho ambiental, da qualidade, e de SST de uma organização.

Plancton

Parte do ambiente marinho constituído de seres flutuantes que não são capazes de superar as forças das correntes, carregados por elas, apesar de apresentarem movimentos próprios.³⁰

Procedimento

Forma específica de executar uma atividade ou um processo. Quando um procedimento é documentado, o termo “procedimento escrito” ou “procedimento documentado” é frequentemente usado (ABNT, 2005a).

Procedimento documentado

Procedimento estabelecido, documentado, implementado e mantido. Um único documento pode cobrir os requisitos para um ou mais procedimentos (ABNT, 2008).

³⁰ http://www.estudeonline.net/revisao_detalle.aspx?cod=81. Acesso em: 31 Jul 2010.

Radioecologia ou ecologia da radiação

Radioecologia ou ecologia da radiação é uma área de pesquisa recente. Nasceu na década de 50, atrelada aos efeitos ambientais das primeiras aplicações da geração de energia nuclear. Classicamente, é considerada uma ciência multidisciplinar, que visa à compreensão da influência de diferentes radioisótopos sobre os organismos vivos, ao mesmo tempo em que gera modelos sobre o acúmulo e a migração de radioisótopos na biosfera. Contudo, também possui a capacidade de conduzir pesquisa nas áreas de ciências ambientais e da vida, rastreando diversos distúrbios globais. Em linhas gerais, seus principais enfoques podem ser classificados como:

- Identificar e compreender as fontes, transporte, destino e efeitos de radionuclídeos no meio ambiente;
- Conduzir pesquisa na área de ciências ambientais e da vida, usando radionuclídeos como traçadores de processos físicos, químicos, biológicos, geológicos, arqueológicos entre outros.³¹

Radioisótopo

Um radioisótopo ou isótopo radioativo se caracteriza por apresentar núcleo atômico instável de uma mesma espécie (mesmo elemento químico) e de massas diferentes que emite energia quando se transforma num isótopo mais estável. No estudo da radioatividade, constatou-se que existem apenas 3 séries ou famílias radioativas naturais, conhecidas como: Série do Urânio, Série do Actínio e Série do Tório.³²

Risco

“Combinação da probabilidade de ocorrência e da(s) consequência(s) de um determinado evento perigoso.” (BSI, 2007).

Radiofármacos

São substâncias emissoras de radiação utilizadas na medicina para radioterapia e para exames de diagnóstico por imagem.

Radiometria

Ciência que se dedica ao estudo das transferências de energia radiativa. Dedicase à medição da radiação óptica desde o ULTRAVIOLETA até ao INFRAVERMELHO.³³

³¹ <http://lara.if.uff.br/doku.php?id=radioecologia>. Acesso em: 30 Jun 2010.

³² Adaptado de <http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/PIC.pdf>. Acesso em: 18 Ago 2010.

³³ www.dfisica.ubi.pt/~smogo/disciplinas/alunos/Radiometria.pdf. Acesso em: 28 Ago 2010.

Sedimentologia

É o ramo da Geologia que estuda as características físicas e químicas dos sedimentos, dos processos sedimentares e das rochas resultantes destes processos, chamadas de rochas sedimentares.³⁴

Sistema de gestão ambiental

É a parte de um sistema de gestão de uma organização utilizada para desenvolver e implementar sua política ambiental e para gerenciar seus aspectos ambientais (ABNT, 2004).

Sistema de gestão da qualidade

Sistema de gestão para dirigir e controlar uma organização no que diz respeito à qualidade (ABNT, 2005a).

Sistema de gestão de saúde e segurança do trabalho

É a parte do sistema de gestão global que facilita a gestão de riscos de saúde e segurança com relação ao negócio da empresa. Inclui estrutura organizacional, as atividades de planejamento, as responsabilidades, as práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, alcançar, rever e manter a política de saúde e segurança da organização (ABNT, 2004).

Sistemas de Gestão de Ensaio e Calibração (SGEC)

Sistema de gestão para dirigir e controlar uma organização no que diz respeito a ensaios e calibrações.

Segurança e Saúde no trabalho (SST)

Condições e fatores que afetam, ou poderiam afetar, a segurança e a saúde de funcionários ou de outros trabalhadores (incluindo trabalhadores temporários e pessoal terceirizado), visitantes ou qualquer outra pessoa no local de trabalho (BSI, 2007).

³⁴ <http://www.dicionario.pro.br/dicionario/index.php/Sedimentologia>. Acesso em: 28 Ago 2010.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(ABNT, 2005a) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sistemas de gestão da qualidade*: fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro: ABNT, 2005a. (NBR ISO 9000).

(ABNT, 2005b) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sistemas de gestão ambiental*: diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio. Rio de Janeiro: ABNT, 2005b. (NBR ISO 14004).

(ABNT, 2008) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sistemas de gestão da qualidade*: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2008. (NBR ISO 9001).

(ABNT, 2000) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sistemas de gestão da qualidade*: diretrizes para melhoria de desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2000. (NBR ISO 9004).

(ABNT, 2004) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sistemas de gestão ambiental*: especificação e diretrizes para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. (NBR ISO 14001).

(ABNT, 2005c) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração*. Rio de Janeiro: ABNT, 2005c. (NBR ISO/IEC 17025).

ACRO. LABORATOIRE INDEPENDANT D'ANALYSE DE LA RADIOACTIVITE. *Activities*. Disponível em: <<http://www.acro.eu.org/welcome.html>>. Acesso em: 05 Ago. 2009.

AQUINO, J. D. *Sistemas de gestão da qualidade, de meio ambiente e de segurança e saúde no trabalho*: um estudo para o setor químico brasileiro. 2003. Tese (Doutoramento) - Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo, São Paulo. p. 26.

ALGADE-LAE. LABORATOIRE D'ANALYSES ENVIRONNEMENTALES. *Spécialiste de la mesure de la radioactivité*. Disponível em: <www.algade.com>. Acesso em: 27 Abr. 2010.

ALMERA. ANALYTICAL LABORATORIES FOR THE MEASUREMENT OF ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY. *Minute of the coordination meeting, 5*. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://www.iaea.org/OurWork/ST/NA/NAAL/pci/che/almera/downloads/Minutes_2.pdf>. Acesso em: 27 Jan. 2010.

ANSTO. AUSTRALIAN NUCLEAR SCIENCE AND TECHNOLOGY ORGANISATION. INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL RESEARCH. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.ansto.gov.au>>. Acesso em: 03 Fev. 2010.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *Boas práticas de*

fabricação de medicamentos. ANVISA, 2003. (Resolução RDC nº 210). Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2003/rdc/210_03rdc.pdf. Acesso em: 30 Mar. 2010.

ARN. AUTORIDAD REGULATIVA NUCLEAR. *ARN laboratories*. Disponível em: <<http://200.0.198.11/Rese%F1a%20de%20Actividades/ingles02/07-tarea.htm>>. Acesso em: 18 Ago 2009.

BRASIL. MARINHA DO BRASIL. *O papel da Marinha do Brasil na preservação do meio ambiente*. Disponível em: <www.mar.mil.br/menu_h/noticias/com8dn/papeldaMarinha.pdf>. Acesso em: 22 Mar. 2010.

BRÉCHIGNAC, F.; ALEXAKHIN, R.; GODOY, J. M.; OUGHTON, D. H.; SHEPPARD, S.; STRAND, P. *Integrating environment protection, a new challenge: strategy of the International Union of Radioecology*. 2008., v.43, n.3, p.339-356. Disponível em: <http://www.iur-iur.org/upload/about%20IUR/integrating-environment-protection-iur.pdf>>. Acesso em: 15 Jul. 2010. (BRÉCHIGNAC et al., 2008).

(BSI, 2007) BRITISH STANDARDS INSTITUTION. *Occupational health and safety management systems: specification*. London: OHSAS, 2007. (OHSAS 18001).

(BSI, 2008) BRITISH STANDARDS INSTITUTION. *Occupational health and safety management systems: guidelines for the implementation of OHSAS 18002*. London: BSI, 2008. (OHSAS 18002).

BUREAU DU QUEBEC A SÃO PAULO. *Immigration of commutés culturelles*. Disponível em: <<http://www.immigration-quebec.gouv.qc.ca/fr/biq/sao-paulo/index.php>>. Acesso em: 17 Jun. 2009.

CARSO-LSEHL. LABORATOIRE RADIOACTIVITE. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <www.groupecarso.com>. Acesso em: 20 Jan. 2010.

CARVALHO, C. A. Z.; PINTO, R. R. *A utilização do CCQ para estreitar os laços de parceria*. 2003. Monografia (Especialização) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

CENTRE FOR ECOLOGY AND HYDROLOGY. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.ceh.ac.uk/>>. Acesso em: 14 Ago. 2009.

(CNEN, 1999) COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. *Garantia da qualidade para a segurança de usinas nucleoeletricas e outras instalações*. Rio de Janeiro. CNEN, 1999. (CNEN-NN-1.16).

(CNEN, 1977) COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. *O Instituto de Energia Atômica no conjunto dos centros nucleares de pesquisa e desenvolvimento, alguns dados comparativos*. São Paulo: CNEN, 1977.

CNS. CANADIAN NUCLEAR SOCIETY. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <www.cns-snc.ca>. Acesso em: 09 Fev. 2010.

CRCN-CO. CENTRO REGIONAL DE CIÊNCIAS NUCLEARES DO CENTRO-OESTE. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.crcn-co.cnen.gov.br/>>. Acesso em: 20 Ago 2009.

CLGE. CENTRAL LABORATORY OF GENERAL ECOLOGY. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <www.ecolab.bas.bg>. Acesso em: 14 Ago. 2009.

CONCORDIA UNIVERSITY. FACULTY OF ENGINEERING AND COMPUTER SCIENCE. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: < www.concordia.ca>. Acesso em: 25 Ago.2009.

COGEMA. SECTION PREVENTION ET RADIOPROTECTION. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.cogemalahague.com/scripts/areva-nc/publigen/content/templates/show.asp?P=50&L=EN&SYNC=Y>>. Acesso em: 09 Fev .010.

CRIIRAD. COMMISSION DE RECHERCHE ET D'INFORMATION INDEPENDANTES SUR LA RADIOACTIVITE. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: < <http://www.criirad.org/>>. Acesso em: 14 Fev.2010.

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE. DEPARTMENT OF NUCLEAR CHEMISTRY. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: < <http://www.fjfi.cvut.cz/john>> . Acesso em: 24 Jan. 2010.

DICIONÁRIO livre de geociências. Disponível em: < <http://www.dicionario.pro.br/dicionario/index.php/Geocronologia> >. Acesso em 28 Jun.2010.

DUKE UNIVERSITY. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: < www.scienceduke.edu/>. Acesso em: 19 Jan.2010.

EUROFINS. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: < <http://www.eurofins.com/en.aspx>>. Acesso em: 05 Ago. 2009.

GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.mp.gatech.edu>>. Acesso em: 04 Fev .010.

GIL, A.C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 2008.

GOLIATH. Goliath Business News. *Interfax Russia & CIS business law weekly*, 2009. Disponível em: <http://goliath.ecnext.com/coms2/gi_0199-11320728/Interfax-Russia-CIS-Business-Law.html>. Acesso em: 30 Mar. 2010.

HEALTH PHYSICS: the radiation safety journal. Editorial Board. Philadelphia, 2010. Disponível em: <<http://journals.lww.com/health-physics/pages/editorialboard.aspx>>. Acesso em: 04 Fev. 2010.

(IAEA, 2009). INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Analytical quality control services: AQCS*. Viena: 2009. Disponível em:

<<http://www.iaea.org/programmes/aqcs/>>. Acesso em: 30 Mar 2010.

(IAEA, 2010a) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *MEL products & services*. Disponível em: <<http://www-naweb.iaea.org/naml/page.php?page=2050>> . Acesso em: 27 Abr .2010a.

(IAEA, 2010b) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Radioecology laboratorie*. Disponível em: <<http://www-naweb.iaea.org/naml/page.php?page=2113>>. Acesso em: 27 Abr. 2010b.

INDIAN ACADEMY OF SCIENCES. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.ias.ac.in/>>. Acesso em: 14 Fev .2010.

INMETRO. *Perfil e principais realizações da Coordenação Geral de Acreditação: CGCRE*. Rio de Janeiro: 2004. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/folder_credenciamento.pdf>. Acesso em: 19 Jun 2010.

INMETRO. *Informações sobre acreditação de laboratórios*. Rio de Janeiro: 2005. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicacoes/Acreditação.pdf>>. Acesso em: 19 Jun. 2010.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. *VIM - vocabulário internacional de metrologia*: conceitos fundamentais e gerais e termos associados. 2 ed. Brasília: SENAI/DN, 2008. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/>>. Acesso em: 26 Jul. 2010.

IQA. INOVAÇÃO E QUALIDADE ASSISTIDA. *Os laboratórios devem optar pela acreditação ou pela certificação?* Portugal. Disponível em: <http://www.iqa.pt/index.php?mod=articles&action=viewCategory&category_id=64>. Acesso em: 19 Jun . 2010.

(IPEN, 2007) INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES. *Manual da qualidade da Gerência de Metrologia das Radiações*. São Paulo: 2007. (MQ-GMR-0.02-02).

(IPEN, 2010a) INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES. *Plano de negócio da Gerência de Metrologia das Radiações 2010/2013*. São Paulo: 2010a. p. 14-17.

(IPEN, 2010b) INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES. *Radiofarmácia*. Disponível em: <<https://www.ipen.br/sitio/?idm=113>>. Acesso em: 09 Ago 2010b.

IPEN/PERU - INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.ipen.gob.pe>>. Acesso em: 23 Dez. 2009.

ITN. INSTITUTO TECNOLÓGICO & NUCLEAR. ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY GROUP. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <

<http://www.itn.pt>>. Acesso em: 26 Jan. 2010.

INSTN. INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES & TECHNIQUES NUCLEAIRES.

Comunicação via e-mail. Disponível em:

<<http://www-instn.cea.fr/spip.php?page=contactuk&lang=uk>>. Acesso em: 27 Jan. 2010.

IRD. INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA. *Relatório 2000-2010*.

Disponível em: <http://www.ird.gov.br/pdf/IRD_RELATORIO_2000_2010.pdf>. Acesso em: 02 Jul. 2010. (IRD, 2010).

IUR. INTERNATIONAL UNION OF RADIOECOLOGY. *Organization*. Disponível em:

<<http://www.iur-uir.org/en/organization/board-council>>. Acesso em: 07 Out .2009.

JØRGENSEN, T.H.; MELLADO, M.D.; REMMEN, A. *Integrated management systems*

Division of Technology. Environment and Society. Department of Development and Planning, Aalborg University, 2004, Dinamarca. Disponível em: <

<http://www.plan.aau.dk/GetAsset.action?contentId=3592310&assetId=3614788> >. Acesso em: 10 Jun. 2010.

KERALA AGRICULTURAL UNIVERSITY. *Comunicação via e-mail*. Disponível em:

<<http://www.kau.edu/>>. Acesso em: 14 Fev . 2010.

LABORATÓRIO DE ATIVAÇÃO NEUTRÔNICA . CENTRO DE

DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR (CDTN). *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <www.cdtm.br/>. Acesso em: 19 Out .2009.

LABORATOIRE OF CREYS-MALVILLE. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <

<http://www.stmi.fr/>>. Acesso em: 09 Fev. 2010.

LABORATOIRES EICHROM. Campus of Ker Lann. *Comunicação via e-mail*.

Disponível em: <<http://www.eichrom.com/>>. Acesso em: 17 Ago. 2009.

LABORATOIRE ENVIRONNEMENT. *Comunicação via e-mail*. Disponível em:

<<http://www.edf.com/the-edf-group-42667.html>>. Acesso em: 17 Ago. 2009.

LABORATOIRE METAUX RADIOACTIVITE. *Comunicação via e-mail*. Disponível

em: <www.lamanche.net>. Acesso em: 17 Ago 2009.

LABORATÓRIO DE TRÍTIO. CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA

TECNOLOGIA NUCLEAR (CDTN). *Comunicação via e-mail*. Disponível em:

<www.cdtm.br/>. Acesso em: 19 Out .2009.

LMAR. LABORATOIRE DE MESURES ET D'ANALYSES RADIOLOGIQUES.

Comunicação via e-mail. Disponível em: <<http://www.cea.fr/>>. Acesso em: 15 Jul. 2009.

LAPOC. LABORATÓRIO DE POÇOS DE CALDAS. *Comunicação via e-mail*.

Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/lapoc/Default.asp>>. Acesso em: 10 Ago 2009.

LARA. LABORATÓRIO DE RADIOECOLOGIA - INSTITUTO DE FÍSICA DA

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE. *Comunicação via e-mail*. Disponível em:

<<http://www.if.uff.br>>. Acesso em: 10 Ago. 2009.

LARE. LABORATÓRIO RADIOECOLÓGICO DO CENTRO EXPERIMENTAL ARAMAR. *Análises do laboratório*. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/ctmsp/lab/lare/lare>>. Acesso em: 03 Ago. 2008.

LARAMG. LABORATÓRIO DE RADIOECOLOGIA E MUDANÇAS GLOBAIS. UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO DE JANEIRO. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.biologiauerj.com/templates/IBRAG/departamentos/dbb/paginas/labramg.htm>>. Acesso em: 22 Jan. 2009.

LESE. LABORATOIRE D'ESSAIS SITE ET ENVIRONNEMENT. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.cea.fr/>>. Acesso em: 15 Jul. 2009.

LCPC. LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES. *Comunicação via e-mail* Disponível em: <<http://www.lcpc.fr/fr/home.dml>>. Acesso em: 17 Ago. 2009.

LMA. LABORATÓRIO DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL – ELETRONUCLEAR. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br>>. Acesso em: 20 Jan. 2010.

LNMRI. LABORATÓRIO NACIONAL DE METROLOGIA DAS RADIAÇÕES IONIZANTES.IRD – INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.ird.gov.br/LNMRI/lnmri.html>>. Acesso em: 22 Jan. 2010.

LRA. LABORATÓRIO DE RADIOMETRIA AMBIENTAL – Gerência de Metrologia das Radiações. *Comunicação via e-mail*. <<https://www.ipen.br/sitio/index.php?idc=171>>. Acesso em: 21 Jul. 2009.

LRE. LABORATORIE DE RADIOECOLOGIE ET DÉCOTOXICOLOGIE.. IRSN - INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SURETE NUCLEAIRE. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.irsn.fr/FR/Pages/home.aspx>>. Acesso em: 17 Ago. 2009.

LOS ALAMOS NATIONAL LABORATORY. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.lanl.gov>>. Acesso em: 17 Ago. 2009.

MDS INC. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.mdsinc.com/>>. Acesso em: 26 Jan. 2010.

MEZZALIRA, L.G., SANTOS, S.F. A implementação da garantia da qualidade pela NBR ISO/IEC 17025:2005 e seus fatores críticos. In: CONGRESSO E FEIRA DA QUALIDADE E METROLOGIA.- EQUALAB, 2006. *Anais ...* São Paulo: REMESP, 2006. Disponível em: <http://www.grupocalibracao.com.br> . Acesso em: 26 de Jul. 2010.

MIZUTA, C. Y.; LEAL, J. D.; GIMENES, L. P.; IOCCA, M. C. G.; TRINDADE, P. H.; LOURENÃO, V. Análise crítica pela direção: “bandido” ou “mocinho” do sistema de gestão da qualidade? Relato de caso do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado

de São Paulo S/A). In: CONGRESSO E FEIRA DA QUALIDADE E METROLOGIA - EQUALAB., 2009. *Anais ...* São Paulo: REMESP, 2009.

MOURA, L.A.A. *Qualidade e gestão ambiental*: sugestões para implantação das Normas 14000 nas empresas. 3. ed. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2002.

MSIS. LABORATOIRE CENTRACO. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <www.msis.fr>. Acesso em: 09 Fev. 2010.

NRPA. NORWEGIAN RADIATION PROTECTION AUTHORITY. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.nrpa.no/eway/default.aspx?pid=240>>. Acesso em: 29 Dez. 2009.

MTE. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. *Normas regulamentadoras*. Disponível em: <http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentaDORAS/Default.asp>. Acesso em: 30 Mar. 2010.

NRSU. NORMS OF RADIATING SAFETY OF UKRAINE. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/safety/paper066.pdf>>. Acesso em: 30 Mar. 2010.

OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.ornl.gov>>. Acesso em: 18 Ago. 2009.

OAK RIDGE ASSOCIATED UNIVERSITIES. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://orise.ornl.gov/news/releases/2009/fy09-65.htm>>. Acesso em: 19 Jan. 2010.

PASCHOA, A.S. *Formação de pessoal e estudos radioecológicos para o programa nuclear brasileiro*. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/bjp/download/v06e/v06a105.pdf>>. Acesso em: 25 Jun .2010.

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL. DEPARTMENT OF ENGINEERING PHYSICS. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.polymtl.ca/recherche/rc/professeurs/details.php?NoProf=137&showtab=PUB>>. Acesso em: 13 Jan.2010.

RADIOFARMÁCIA IEN. INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.ien.gov.br/>>. Acesso em: 17 Set. 2009.

RIBEIRO NETO, J. B.; TAVARES, J. C.; HOFFMANN, S. C. *Sistemas de gestão integrados*: qualidade, meio ambiente, responsabilidade social, segurança e saúde no trabalho - São Paulo: SENAC, São Paulo, 2008.

RIS. RESEARCH AND INFORMATION SYSTEM FOR DEVELOPING COUNTRIES. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.ris.org.in/>>. Acesso em: 23 Ago. 2009.

RISK TECNOLOGIA. *Especificação de requisitos comuns de sistemas de gestão como estrutura para a integração*. São Paulo: RISK, 2006. (PAS 99).

RISØ. NATIONAL LABORATORY FOR SUSTAINABLE ENERGY. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <www.risoe.dtu.dk>. Acesso em: 04 Fev. 2010.

SEANA. SERVIÇO DE ANÁLISE AMBIENTAIS. IRD. INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.ird.gov.br/>>. Acesso em: 22 Jan. 2010.

SEIBERSDORF LABORATORIES. *Analytical laboratories for the measurement of environmental radioactivity*. Disponível em: <http://www.iaea.org/OurWork/ST/NA/NAAL/pci/che/almera/downloads/Minutes_2.pdf>. Acesso em: 27 Jan. 2010.

SEIFFERT, M.E.B. *Sistemas de gestão ambiental (ISO 14001) e saúde e segurança ocupacional (OHSAS 18001)*: vantagens da implantação integrada. São Paulo: Atlas, 2008.

SERAPIONI, M. Métodos qualitativos e quantitativos nas pesquisa social em saúde: algumas estratégias para a integração. *Ciência & Saúde. Coletiva*, v.5, n.1. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232000000100016&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 25 Jun. 2010.

SERVICE LABRADOR. INSTITUT DE PHYSIQUE NUCLEAIRE DE LYON. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.ipnl.in2p3.fr/?lang=fr>>. Acesso em: 09 Fev. 2010.

SETOR DE PESQUISA E PRODUÇÃO DE RADIOFÁRMACOS. CDTN. CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.cdtm.br/>>. Acesso em: 19 Out. 2009.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA - *Black carbon pollution emerges as major player in global warming*: science dayle. Disponível em: <<http://www.sciencedaily.com/releases/2008/03/080323210225.htm>>. Acesso em: 29 Jun. 2010.

STUK. FINNISH CENTRE FOR RADIATION AND NUCLEAR SAFETY (SÄTEILYTURVAKESKUS). *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.stuk.fi/>>. Acesso em: 14 Fev. 2010.

TONHI, E., COLLINS E. K., JARDIM, I. C. S. F. E COLLINS, C. H. Fases estacionárias para cromatografia líquida de alta eficiência em fase reversa (Clae-Fr) baseadas em superfícies de óxidos inorgânicos funcionalizados. Instituto de Química. UNICAMP. *Química Nova*, v.25, n. 4. São Paulo. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>>. Acesso em: 06 Jul. 2010. (TONHI, 2002).

UNIVERSITA DEGLI STUDI DI PARMA. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.unipr.it/>>. Acesso em: 18 Ago. 2009.

UNIVERSITÀ DI PIZZA. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.unipi.it/>>. Acesso em: 05 Out. 2009.

UNIVERSITÉ LAVAL. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www2.ulaval.ca/>>. Acesso em: 19 Set. 2009.

UNIVERSITE DU QUEBEC A RIMOUSK. DEPARTEMENT DE MANAGEMENT ET DE TECHNOLOGIE. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.uqar.quebec.ca/>>. Acesso em: 19 Set. 2009.

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL. ANGLOPHONE STUDENT SUPPORT PROGRAM. *Comunicação via e-mail*. Disponível em: <<http://www.umontreal.ca/>>. Acesso em: 24 Ago. 2009.

ZUTSHI; A; SOHAL, A. A Study of the Environmental Management Systems (EMS) adoption process within australian organizations, 2.: role of stakeholders. *Technovation*, v.24, n.5, p.371-386, 2004. Disponível em: <<http://www.scirus.com/srsapp/>>. Acesso em: 27 Abr. 2010.
