



AUTARQUIA ASSOCIADA À
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA BASEADO NA WEB
PARA SUPORTE AO PROGRAMA DE MONITORAÇÃO
INDIVIDUAL INTERNA DO IPEN**

VANESSA ROGÉRIA DE LIMA

Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para obtenção do Grau
de Mestre em Ciências na Área de
Tecnologia Nuclear – Aplicações.

Orientador:

Dr. Alberto Saburo Todo

SÃO PAULO
2007



**INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia Associada à Universidade de São Paulo**

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA BASEADO NA WEB
PARA SUPORTE AO PROGRAMA DE MONITORAÇÃO
INDIVIDUAL INTERNA DO IPEN**

VANESSA ROGÉRIA DE LIMA

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

Orientador:

Dr. Alberto Saburo Todo

**SÃO PAULO
2007**

Aos meus pais, Antônio e Nilza, sempre presentes na minha vida e apoio
constante.

À memória de meu irmão Celso e minha avó Joaquina.
Ao meu marido, Rodrigo, pelo amor, paciência e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Sr. Antônio Francisco da Silva Lima e Sra. Nilza do Rosário Lima, pelo exemplo de vida, dedicação e apoio incondicional.

Ao meu irmão, Celso Ricardo de Lima (*in memorian*), e minha avó Joaquina Neves do Rosário (*in memorian*), que sempre estiveram e estarão ao meu lado.

Ao meu Orientador, Dr. Alberto Saburo Todo, pelo conhecimento, dedicação, amizade e valiosos conselhos e conversas durante esse trajeto.

Ao Dr. Orlando Rodrigues Junior, pelo incentivo, ensinamento e co-orientação para a qualificação deste trabalho.

Ao meu marido e companheiro Rodrigo da Costa Alexandre, que sempre me apoiou e motivou a perseguir meus objetivos, com disciplina e determinação.

À minha eterna amiga Sybele Guedes de Paulo Groff, que colaborou direta e indiretamente em diversos aspectos desta dissertação.

À minha família por entender minha ausência durante a realização desta pesquisa.

À Universidade do Estado de São Paulo e ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, por todas as oportunidades que me proporcionaram.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa.

*Jamais desencoraje alguém que
faz progressos contínuos, não
importa o quanto sejam lentos*
Platão

*O único homem
que está isento de erros
é aquele que não arrisca acertar.*
Albert Einstein

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA BASEADO NA WEB PARA SUPORTE AO PROGRAMA DE MONITORAÇÃO INDIVIDUAL INTERNA DO IPEN

Vanessa Rogéria de Lima

RESUMO

O propósito geral da monitoração interna é verificar e documentar que o trabalhador está protegido adequadamente contra os riscos de incorporação de radionuclídeos e que esta proteção obedece as exigências legais. Portanto, um programa de proteção radiológica inicia-se com a identificação de situações de trabalho nas quais há um risco de contaminação interna de trabalhadores, além de quantificar a provável incorporação de material radioativo e a dose efetiva comprometida resultante. Como parte de uma melhoria contínua do programa de monitoração para os trabalhadores ocupacionalmente expostos no IPEN, está sendo proposto um sistema baseado na Web para acessar a base de dados da dosimetria interna. O sistema é baseado na linguagem de programação *Hypertext Preprocessor*, PHP e a base de dados PostgreSQL. Este sistema introduzirá um novo paradigma na rotina do serviço de dosimetria interna, proporcionando um acesso rápido à informação entre os laboratórios de medida, grupo de cálculo de dose e supervisores de radioproteção. A base de dados mantém informação sobre a identificação do trabalhador, características físicas e químicas do radionuclídeo, tipo de monitoração, dados de medida e a dose. Além disso, esta informação estará prontamente disponível para prover apoio aos órgãos reguladores e às exigências de controle de qualidade.

DEVELOPEMENT OF WEB BASED SYSTEM FOR INDIVIDUAL INTERNAL MONITORING PROGRAMME

Vanessa Rogéria de Lima

ABSTRACT

The purposes of the internal monitoring, in general, are to verify and document that each worker is protected adequately against risks from radionuclide intakes and the protection complies with legal requirements. Therefore, an overall radiation protection programme, starts with an assessment to identify work situations in which there is a risk of internal contamination of workers and to quantify the likely intake of radioactive material and the resulting committed effective dose. As a part of a continuous improvement of the monitoring programme for occupationally exposed workers at IPEN, it is being developed a Web based system to access the internal dosimetry database. The system was implemented using Hypertext Preprocessor, PHP, and a PostgreSQL database. This system will introduce a new paradigm in the routine of the internal dosimetry service, providing a fast access to the information among the measurement laboratories staff, dose evaluation group and the radiation protection supervisor. The database maintains information about worker identification, physical and chemical characteristics of the radionuclide, type of monitoring, measurement data and the dose. Moreover, this information will be readily available to provide support for regulatory compliance and quality control requirements.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 2.1 - Diagrama do programa de monitoração interna | 6 |
| FIGURA 2.2 - <i>Modelo Cascata</i> - O andamento do processo flui de cima para baixo, como uma cascata..... | 13 |
| FIGURA 2.3 - <i>Modelo Protótipo</i> - Adequado quando o cliente define apenas objetivos gerais (sem requisitos detalhados de entrada, processamento e saída)..... | 14 |
| FIGURA 2.4 - <i>Modelo Espiral</i> completo descrito por Boehm | 15 |
| FIGURA 2.5 - Diagrama representativo Cliente-Servidor..... | 17 |
| FIGURA 3.1 - Modelo atual do fluxo de informações | 22 |
| FIGURA 3.2 - Modelo do fluxo de informações proposto a partir do <i>IntDosWeb</i> | 23 |
| FIGURA 3.3 - Modelo complexo do fluxo de informações da monitoração individual interna..... | 24 |
| FIGURA 3.4 - Modelagem do banco de dados - Usuário | 26 |
| FIGURA 3.5 - Modelagem do banco de dados - Trabalhador | 27 |
| FIGURA 3.6 - Modelagem do banco de dados - Monitoração <i>In Vivo</i> , <i>In Vitro</i> e Cálculo da Dose..... | 28 |
| FIGURA 3.7 - Diagrama de classe do sistema..... | 29 |
| FIGURA 3.8 - Diagrama de caso de uso para o Administrador..... | 30 |
| FIGURA 3.9 - Diagrama de caso de uso para o Grupo de Cálculo de Dose | 31 |
| FIGURA 3.10 - Diagrama de caso de uso para o Laboratório de Monitoração <i>In Vivo</i> | 31 |
| FIGURA 3.11 - Diagrama de caso de uso para o Laboratório de Monitoração <i>In Vitro</i> | 32 |
| FIGURA 3.12 - Diagrama de caso de uso para o Supervisor | 32 |
| FIGURA 3.13 - Diagrama de caso de uso para o Trabalhador | 33 |
| FIGURA 4.1 - Representação gráfica do <i>IntDosWeb</i> baseado na troca de informações utilizando <i>Intranet</i> por meio de um único banco de dados..... | 36 |

| | |
|---|----|
| FIGURA 4.2 - Fluxograma de acesso ao sistema <i>IntDosWeb</i> | 37 |
| FIGURA 4.3 - Fluxograma de acesso ao sistema <i>IntDosWeb</i> - continuação | 38 |
| FIGURA 4.4 - Representação gráfica do menu de acesso ao perfil Administrador | 40 |
| FIGURA 4.5 - Representação gráfica do menu de acesso ao perfil Grupo de Cálculo de Dose | 42 |
| FIGURA 4.6 - Representação gráfica do menu de acesso ao perfil Laboratório de Monitoração <i>In Vivo</i> | 45 |
| FIGURA 4.7 - Representação gráfica do menu de acesso ao perfil Laboratório de Monitoração <i>In Vitro</i> | 46 |
| FIGURA 4.8 - Representação gráfica do menu de acesso ao perfil Supervisor | 47 |
| FIGURA 4.9 - Representação gráfica do menu de acesso ao perfil Trabalhador | 48 |
| FIGURA 4.10 - Formulário de cadastro de usuários | 49 |
| FIGURA 4.11 - Formulário de relação supervisor x setor | 50 |
| FIGURA 4.12 - Formulário de cadastro de trabalhador - primeiro passo | 51 |
| FIGURA 4.13 - Formulário de cadastro de trabalhador - segundo passo | 52 |
| FIGURA 4.14 - Formulário de cadastro de trabalhador - terceiro passo | 52 |
| FIGURA 4.15 - Formulário de cadastro de trabalhador - quarto passo | 53 |
| FIGURA 4.16 - Formulário de cadastro de trabalhador - quinto passo | 53 |
| FIGURA 4.17 - Formulário de monitoração <i>in vivo</i> - pesquisa de trabalhador | 54 |
| FIGURA 4.18 - Formulário de monitoração <i>in vivo</i> - inserção dos dados da monitoração | 56 |
| FIGURA 4.19 - Formulário de monitoração <i>in vitro</i> - pesquisa de trabalhador..... | 57 |
| FIGURA 4.20 - Formulário de monitoração <i>in vitro</i> - inserção dos dados da monitoração <i>in vitro</i> para o método de análise tório | 59 |
| FIGURA 4.21 - Formulário de monitoração <i>in vitro</i> - inserção dos dados da monitoração <i>in vitro</i> para o método de análise trítio | 61 |

| | |
|--|----|
| FIGURA 4.22 - Formulário de monitoração <i>in vitro</i> - inserção dos dados da monitoração <i>in vitro</i> para o método actínídeos..... | 62 |
| FIGURA 4.23 - Formulário de pesquisa de monitoração para cálculo da dose..... | 63 |
| FIGURA 4.24 - Mensagem de erro - pesquisa de monitoração para cálculo da dose..... | 64 |
| FIGURA 4.25 - Formulário para pesquisar o registro do trabalhador e monitoração | 65 |
| FIGURA 4.26 - Formulário para inserir resultado da dose | 66 |
| FIGURA 4.27 - Formulário para gerar o relatório do cálculo de dose da monitoração <i>in vivo</i> e <i>in vitro</i> | 68 |
| FIGURA 5.1 - Formulário de autenticação de usuários..... | 69 |
| FIGURA 5.2 - Pesquisa de usuários, parte do formulário cadastro de usuários ... | 70 |
| FIGURA 5.3 - Formulário para alteração de dados do usuário | 71 |
| FIGURA 5.4 - Formulário para alteração de dados do trabalhador..... | 72 |
| FIGURA 5.5 - Formulário para alteração de dados do trabalhador - instituição.... | 73 |
| FIGURA 5.6 - Formulário para alteração de dados do trabalhador - material radioativo..... | 73 |
| FIGURA 5.7 - Formulário para alteração de dados do trabalhador - radioisótopo | 74 |
| FIGURA 5.8 - Formulário para alteração de dados do trabalhador - tipo de monitoração..... | 74 |
| FIGURA 5.9 - Formulário de impressão da ficha cadastral do trabalhador..... | 75 |
| FIGURA 5.10 - Formulário de pesquisa relação supervisor x setor | 76 |
| FIGURA 5.11 - Histórico de monitoração individual interna <i>in vivo</i> | 77 |
| FIGURA 5.12 - Formulário para alteração de dados da monitoração <i>in vivo</i> | 78 |
| FIGURA 5.13 - Histórico da monitoração individual interna <i>in vitro</i> | 79 |
| FIGURA 5.14 - Formulário para alteração de dados da monitoração <i>in vitro</i> - trítio | 80 |
| FIGURA 5.15 - Pesquisa de monitoração realizada para efetuar cálculo de dose..... | 81 |
| FIGURA 5.16 - Resultado da pesquisa de monitoração salva em planilha Excel | 82 |

| | |
|--|----|
| FIGURA 5.17 - Formulário de pesquisa registro de dose | 82 |
| FIGURA 5.18 - Formulário para alteração de dados do registro de dose | 84 |
| FIGURA 5.19 - Impressão do relatório monitoração interna <i>in vivo</i> para o Supervisor | 86 |
| FIGURA 5.20 - Impressão do Relatório Monitoração Interna <i>In Vivo</i> para o Trabalhador | 88 |
| FIGURA 5.21 - Impressão do Relatório Monitoração Interna <i>In vitro</i> para o Supervisor | 89 |
| FIGURA 5.22 - Impressão do relatório monitoração interna <i>in vitro</i> para o Trabalhador | 90 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 2.1 - Principais radionuclídeos selecionados para monitoração individual | 5 |
| TABELA 2.2 - Período de retenção do registro de dose | 10 |
| TABELA 4.1 - Formulário de monitoração <i>in vivo</i> - resultado da pesquisa de trabalhador | 55 |
| TABELA 4.2 - Formulário de monitoração <i>in vitro</i> - resultado da pesquisa de trabalhador | 58 |
| TABELA 4.3 - Resultado da pesquisa de monitoração para cálculo da dose | 65 |
| TABELA 5.1 - Pesquisa de usuários de acesso efetuada por nome | 70 |
| TABELA 5.2 - Pesquisa de trabalhadores | 71 |
| TABELA 5.3 - Resultado da pesquisa do registro de dose | 83 |
| TABELA 5.4 - Relatório da monitoração interna <i>in vivo</i> para o Supervisor | 85 |
| TABELA 5.5 - Relatório da monitoração interna <i>in vivo</i> para o Trabalhador | 87 |
| TABELA 5.6 - Relatório da monitoração interna <i>in vitro</i> para o Supervisor | 89 |
| TABELA 5.7 - Relatório da monitoração interna <i>in vitro</i> para o Trabalhador | 90 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|-------|--|
| AIEA | - <i>International Atomic Energy Agency</i> , Agência Internacional de Energia Atômica |
| AMAD | - <i>Activity Median Aerodynamic Diameter</i> , Diâmetro Aerodinâmico Mediano em Atividade (DAMA) |
| ARCAL | - Acordo Regional de Cooperação para a Promoção da Ciência e Tecnologia Nucleares na America Latina e Caribe |
| Bq | - Bequerel |
| CAC | - Centro de Aceleradores Ciclotron |
| CCN | - Ciclo do Combustível Nuclear |
| CMR | - Centro de Metrologia das Radiações |
| CNEN | - Comissão Nacional de Energia Nuclear |
| CP | - Contaminação Através da Pele |
| CPD | - Centro de Processamento de Dados |
| CR | - Centro de Radiofarmácia |
| CRPq | - Centro do Reator de Pesquisa |
| FAQ | - <i>Frequently Asked Questions</i> , Perguntas Frequentes |
| FSS | - Ficha de Solicitação de Serviço |
| GCD | - Grupo de Cálculo de Dose |
| IH | - Inalação |
| IG | - Ingestão |
| IOE | - Indivíduo Ocupacionalmente Exposto |
| HATM | - <i>Human Alimentary Tract Model</i> , Modelo do Trato Alimentar Humano |
| HRTM | - <i>Human Respiratory Tract Model</i> , Modelo do Trato Respiratório Humano |
| HTTP | - <i>Hypertext Transfer Protocol</i> , Protocolo de Transferência de Hipertexto |
| HTTPS | - <i>Hypertext Transfer Protocol Secure</i> , Protocolo de Transferência de Hipertexto Seguro |

- HTML - *Hypertext Markup Language, Linguagem de Marcação de Hipertexto*
- ICRP - *International Commission on Radiological Protection, Comissão Internacional de Proteção Radiológica*
- IP - *Internet Protocol, Protocolo de Internet*
- IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
- LMIV - Laboratório de Monitoração in Vivo
- LNR - Laboratório de Rejeitos Radioativos
- mSv - Milesiervert
- NATO - *Conference on Software Engineering, Conferência sobre Engenharia de Software da OTAN*
- PHP - *Hypertext Preprocessor*
- SGBD - Sistema Gerenciador de Banco de Dados
- SQL - *Structured Query Language*
- URL - *Uniform Resource Locator, Localizador Uniforme de Recursos*
- WWW - *World Wide Web*

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 Considerações Iniciais | 1 |
| 1.2 Dosimetria Interna no IPEN | 1 |
| 1.3 Objetivo | 3 |
| 2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS | 4 |
| 2.1 Instalação Radiativa | 4 |
| 2.2 Fundamentos do Programa de Monitoração | 5 |
| 2.2.1 Monitoração Individual Interna | 6 |
| 2.2.1.1 Monitoração <i>In Vivo</i> | 6 |
| 2.2.1.2 Monitoração <i>In Vitro</i> | 7 |
| 2.2.2 Vias de Incorporação | 7 |
| 2.2.2.1 Inalação | 7 |
| 2.2.2.2 Ingestão | 8 |
| 2.2.2.3 Absorção Através da Pele | 8 |
| 2.3 Avaliação da Dose Interna | 8 |
| 2.4 Registro da Dose | 9 |
| 2.5 Fundamentos de Tecnologia da Informação | 11 |
| 2.5.1 Engenharia de <i>Software</i> | 11 |
| 2.5.1.1 Modelos de Processo | 12 |
| 2.5.2 Conceitos de <i>Internet</i> | 15 |
| 2.5.2.1 Conceitos de <i>Intranet</i> | 16 |
| 2.5.2.2 Servidor <i>Web</i> | 16 |
| 2.5.3 Banco de Dados | 17 |
| 2.5.3.1 Sistema Gerenciador de Banco de Dados | 18 |
| 3 Metodologia | 20 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.1 | Modelo de Desenvolvimento | 20 |
| 3.2 | Levantamento de Requisitos | 21 |
| 3.2.1 | Requisitos Funcionais | 21 |
| 3.2.2 | Requisitos não Funcionais | 21 |
| 3.3 | Diagrama de Fluxo de Dados | 22 |
| 3.4 | Projeto | 25 |
| 3.4.1 | Modelagem do Banco de Dados | 25 |
| 3.4.2 | Modelagem do Sistema..... | 29 |
| 3.4.3 | Dados do Hardware | 33 |
| 3.4.4 | Dados do <i>Software</i> | 33 |
| 4 | SISTEMA <i>IntDosWeb</i> | 36 |
| 4.1 | Níveis de Acesso | 36 |
| 4.1.1 | Administrador | 40 |
| 4.1.2 | Grupo de Cálculo de Dose | 42 |
| 4.1.3 | Laboratório de Monitoração <i>In Vivo</i> | 44 |
| 4.1.4 | Laboratório de Monitoração <i>In Vitro</i> | 45 |
| 4.1.5 | Supervisor | 47 |
| 4.1.6 | Trabalhador | 48 |
| 4.2 | Funcionalidade do <i>IntDosWeb</i> | 49 |
| 4.2.1 | Cadastro de Usuários do Sistema..... | 49 |
| 4.2.2 | Relação Supervisor x Setor..... | 49 |
| 4.2.3 | Cadastro de Trabalhador | 50 |
| 4.2.4 | Monitoração <i>In Vivo</i> | 54 |
| 4.2.5 | Monitoração <i>In Vitro</i> | 57 |
| 4.2.6 | Cálculo da Dose | 63 |
| 4.2.7 | Relatórios de Dose..... | 67 |
| 4.2.7.1 | Relatório <i>In Vivo</i> e <i>In Vitro</i> | 67 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 69 |
| 5.1 | Login..... | 69 |
| 5.2 | Cadastro | 69 |
| 5.2.1 | Cadastro de Usuários..... | 69 |
| 5.2.2 | Cadastro de Trabalhadores..... | 71 |

| | Página |
|---|-----------|
| 5.2.3 Relação Supervisor x Setor..... | 76 |
| 5.3 Monitoração <i>In Vivo</i> | 76 |
| 5.4 Monitoração <i>In Vitro</i> | 79 |
| 5.5 Cálculo de Dose | 81 |
| 5.5.1 Relatório de Monitoração | 81 |
| 5.5.2 Registro de Dose..... | 82 |
| 5.6 Relatório | 85 |
| 5.6.1 Relatório <i>In Vivo</i> | 85 |
| 5.6.2 Relatório <i>In Vitro</i> | 88 |
| 5.7 Discussões Finais..... | 91 |
| 6 CONCLUSÃO | 92 |
| 7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS | 93 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 94 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

A avaliação da dose devido à incorporação de radionuclídeos no local de trabalho é parte integrante de um programa de proteção radiológica ocupacional. Na prática, este programa é administrado pelo supervisor de radioproteção da instalação com a participação do serviço de dosimetria interna. Portanto, a dosimetria faz parte do programa de proteção radiológica que se inicia com a identificação das situações de trabalho nas quais há um risco de contaminação interna de trabalhadores, passa pela medição do material radioativo incorporado e é finalizada com a avaliação da dose efetiva comprometida.

Em geral, o contato direto entre o serviço de dosimetria, o trabalhador e o administrador da instalação é limitado. Normalmente, a comunicação de qualquer dado dosimétrico relevante é efetuada pelo supervisor de radioproteção da instalação aos integrantes do programa de monitoração. Existem situações em que o resultado da monitoração é utilizado pelo administrador da instalação para se aconselhar com o supervisor da radioproteção, quando é necessária a intervenção no trabalhador como a realização de novos exames ou restrição no trabalho. Conseqüentemente, a cooperação mútua é necessária entre as diferentes partes envolvidas na monitoração e no programa de radioproteção.

A exposição do indivíduo à fonte de radiação resultante da combinação de todas as práticas pertinentes deve estar sujeita aos limites de dose e os registros de avaliação devem ser preservados.

1.2 Dosimetria Interna no IPEN

O serviço de dosimetria interna do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) é operado pelo Laboratório de Medida *In Vivo*, Laboratório de Medida *In Vitro* e o Grupo de Cálculo de Dose. Atualmente, todos os dados

dosimétricos são mantidos independentemente em cada laboratório em sua própria base de dados.

Esta é uma situação clara que a proposta de um sistema de dosimetria interna integrada é altamente desejada para administrar as informações comuns relacionadas às instalações radiativas e nucleares, aos trabalhadores, aos laboratórios de medidas e à avaliação da dose.

Para tornar possível o desenvolvimento de uma proposta desta natureza, é necessário um amplo estudo e pesquisa em proteção radiológica e dosimetria interna.

Na fase inicial é importante adquirir conhecimentos das instalações no que concerne à caracterização dos materiais que são manuseados além das atividades dos supervisores de radioproteção.

As instalações do IPEN que requerem um programa de monitoração interna para os trabalhadores podem ser divididas em dois grupos identificados como instalações radiativas e instalações nucleares do ciclo do combustível. Em todas essas instalações o supervisor de proteção radiológica é encarregado de estabelecer um programa de monitoração individual rotineira ou uma monitoração especial para casos de incidentes ou acidentes. Assim, é importante efetuar a caracterização do radionuclídeo presente na instalação quanto ao seu tipo, à sua forma física e química para que o método da monitoração individual interna possa ser estabelecido para os trabalhadores.

Posteriormente, é importante efetuar coletas de informações das atividades dos laboratórios de monitoração individual interna *in vivo* e *in vitro* e também do grupo de cálculo de dose do IPEN. Sabe-se que os resultados das medidas *in vivo* ou *in vitro* são utilizados para avaliar a dose efetiva comprometida de acordo com o padrão de incorporação⁽¹⁾. Todos esses dados deverão ser registrados em um banco de dados durante cada etapa do programa monitoração interna.

Dessa forma, é possível ter uma noção geral das atividades e do fluxo de informações para o desenvolvimento desta proposta.

Nesse contexto, procurou-se por soluções que atenda ao problema específico de dosimetria interna aplicada aos trabalhadores que manuseiam materiais radioativos na forma não selada, nas instalações do IPEN. Uma das idéias foi a de unir a versatilidade da *Internet* para ter um rápido acesso às informações e permitir que os dados comuns e de interesse em dosimetria interna fosse gerenciada de forma integrada.

1.3 Objetivo

O trabalho proposto tem como objetivo a criação de uma nova base de dados para a dosimetria interna e o desenvolvimento de um sistema baseado na *Web*, denominado *IntDosWeb*, como parte do programa de melhoria da qualidade do serviço de monitoração interna para os trabalhadores ocupacionalmente expostos (IOE) no IPEN.

Pretende-se que os usuários desse sistema tenham acesso ao *IntDosWeb* em qualquer ambiente do IPEN por meio da *Intranet*, desde que os computadores estejam conectados à rede. O acesso aos dados dosimétricos dos trabalhadores disponibilizada por meio da *Intranet* beneficiaria a interação entre os Laboratórios de Monitoração *In Vivo* e *In Vitro*, o Grupo de Cálculo de Dose e o Supervisor de Proteção Radiológica, uma vez que a informação será compartilhada em uma única base de dados.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Instalação Radiativa

O IPEN é uma instituição de pesquisa nuclear onde são manuseados diferentes tipos, formas e quantidades de materiais radioativos. Dessa forma, existe uma variedade de situações nas quais os trabalhadores são expostos à radiação ionizante. Esses incluem atividades relacionadas a manuseio de materiais radioativos nos laboratórios de pesquisa, produção de radiofármacos, ou até trabalhos em instalações do ciclo de combustível nuclear. Os programas de monitorações internas elaborados pelos supervisores de proteção radiológica possuem as suas particularidades em virtude dessas diferenças.

Presentemente, os trabalhadores do IPEN que executam atividades em instalações ou laboratórios que manuseiam material radioativo em forma não selada estão sujeitas a serem monitorados ao menos uma vez por ano.

Entre as instalações radiativas do IPEN que fazem parte do programa de monitoração interna para os trabalhadores destacam-se alguns como o setor de produção de radioisótopos do Centro de Radiofarmácia (CR), Centro de Aceleradores Cíclotron (CAC), Ciclo do Combustível Nuclear (CCN), Laboratório de Rejeitos Radioativos (LRR), e o Centro do Reator de Pesquisa (CRPq). Os principais radionuclídeos manuseados nestas instalações são apresentados na TAB. 2.1. Ressalta-se que existem alguns outros laboratórios que também fazem parte do programa de monitoração interna, mas que manuseiam quantidades pequenas de material radioativo.

TABELA 2.1 - Principais radionuclídeos selecionados para monitoração individual⁽²⁾

| Instalação | Radionuclídeo | Método de Análise |
|-------------------|---|--------------------------|
| CR | ¹⁵³ Sm | Corpo Inteiro |
| CR, CAC | ⁶⁷ Ga; ⁹⁹ Mo / ^{99m} Tc; ¹³¹ I | Corpo Inteiro, Tireóide |
| CR, CAC | ³ H, ³² P | Cintilação líquida, beta |
| CCN | Isótopos de U (²³⁴ U; ²³⁵ U; ²³⁸ U) | Espectrometria alfa |
| | U-natural | Fluorimetria |
| | ²³² Th | Análise por ativação |
| NR | Isótopos de Pu (²³⁸ Pu, ²³⁹ Pu); ²⁴¹ Am | Espectrometria alfa |
| CRPq | ¹³¹ I, ⁶⁰ Co, ¹³⁷ Cs | Corpo Inteiro |

2.2 Fundamentos do Programa de Monitoração

O manuseio de materiais radioativos sob a forma não selada contribui para o aumento do risco de contaminação. A forma de contaminação pode ser externa, para a situação em que o material está em contato com a pele, ou pode ser interna, quando o material encontra-se dentro do corpo. O programa de monitoração é conduzido pelo supervisor de radioproteção da instalação com o apoio do serviço de dosimetria do IPEN.

A FIG. 2.1 representa o diagrama do programa de monitoração interna. O supervisor de radioproteção é responsável pela segurança radiológica do IOE que manuseia o material radioativo sob a forma não selada e a sua preocupação é com a possível incorporação deste material pôr: Inalação, Ingestão e Contaminação da Pele. O controle da incorporação é efetuado por um programa de monitoração rotineira, um programa de monitoração relacionada à tarefa e um programa de monitoração especial (em caso de acidentes e incidentes). Para efetuar a medição da contaminação o supervisor encaminha o IOE para o Centro de Metrologia das Radiações (CMR) para a identificação de uma possível contaminação interna onde o IOE passa por uma avaliação da contaminação pela técnica de medida *in vivo* ou *in vitro*.

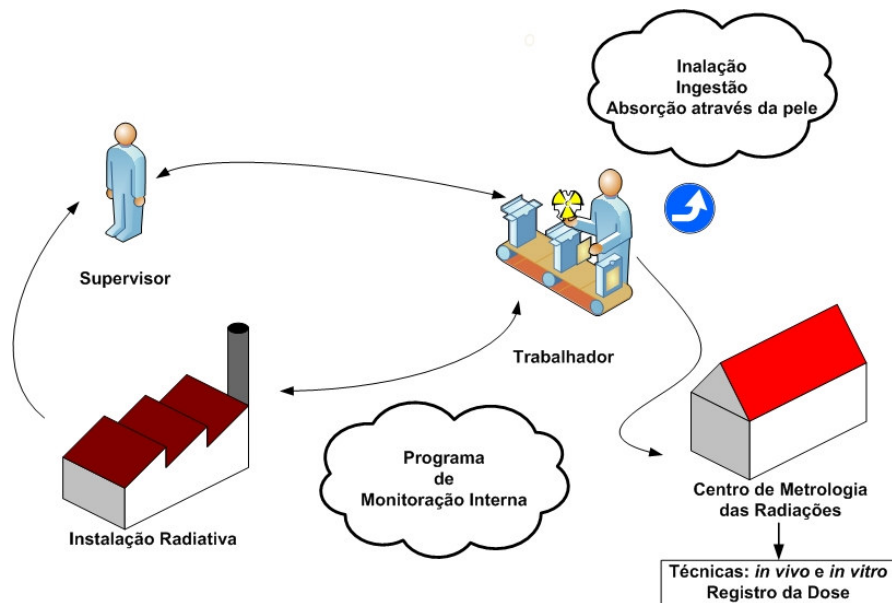


FIGURA 2.1 - Diagrama do programa de monitoração interna

2.2.1 Monitoração Individual Interna

A monitoração individual interna é utilizada para determinar a quantidade de radionuclídeo incorporado pelo indivíduo e avalia a dose efetiva comprometida para o mesmo. A medida da contaminação interna pode ser realizada pela técnica de análise *in vivo* ou *in vitro*.

2.2.1.1 Monitoração *In Vivo*

A monitoração *in vivo*^(3,4) consiste basicamente na medida direta da atividade do radionuclídeo existente no corpo, ou em um órgão específico, por meio de detectores de radiação acoplados a equipamentos de aquisição de dados. Esses sistemas são denominados contadores de corpo inteiro.

A medida *in vivo* apresenta uma boa eficiência na detecção de materiais radioativos emissores gama, apresentando menor eficiência na detecção de emissores beta e alfa. Uma das vantagens desse método é o de fornecer os resultados das avaliações rapidamente, uma vez que as quantidades são medidas diretamente no corpo.

2.2.1.2 Monitoração *In Vitro*

A dosimetria *in vitro*^(5,6) é baseada na avaliação indireta da quantidade do material radioativo presente no corpo por meio de análise de amostras de material biológico do indivíduo como, por exemplo, sangue, urina e fezes. Em geral as análises em amostras de excretas, como urina e fezes, são as mais utilizadas rotineiramente.

A dosimetria interna *in vitro* possui a vantagem de ser aplicável a todos os radionuclídeos, mesmo aqueles emissores alfa, beta ou da radiação gama de baixa energia. A desvantagem é que o método de separação química do elemento radioativo das excretas pode envolver técnicas complexas e demoradas.

2.2.2 Vias de Incorporação

Define-se como vias de incorporação a passagem do material radioativo pelos sistemas respiratórios, trato gastrintestinal e pele, ou seja, inalação, ingestão, ou absorção através da pele intacta ou ferida.

2.2.2.1 Inalação

A incorporação por inalação é a via mais importante de contaminação interna em ambiente de trabalho. As partículas do material radioativo em suspensão no ar, os gases e os aerossóis podem ser inalados e depositar inicialmente no pulmão e posteriormente ser transferidos para outros órgãos do corpo humano.

A Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) apresenta o modelo do trato respiratório humano, HRTM^(7,8), que descreve os aspectos anatômicos e fisiológicos dos órgãos e a cinética do radionuclídeo inalado para ser utilizado na avaliação da dose interna. Esta descrição inclui aspectos como o percentual do ar inalado que entra pelas narinas e pela boca, a quantidade de

material radioativo que é depositado no pulmão e também como ocorre à absorção deste material para o sangue.

A contaminação pode ser minimizada ou evitada protegendo o indivíduo com a utilização de equipamentos de proteção individual ou fazendo o controle de acesso às áreas contaminadas. Quando as substâncias radioativas forem voláteis ou gasosas deve-se utilizar capelas, máscaras ou outros equipamentos de proteção adequados ao processo a ser realizado.

2.2.2.2 Ingestão

A contaminação radioativa por ingestão pode ser facilmente evitada obedecendo as medidas de higiene de trabalho, como não fumar, não comer, não beber nem utilizar cosméticos nas áreas restritas que envolva o manuseio de material radioativo.

O modelo do trato alimentar humano, HATM^(9,14), da ICRP é utilizado, em proteção radiológica, para a avaliação da dose interna por ingestão. O HATM é aplicado em todas as situações em que ocorre a incorporação por ingestão e em muitas situações é usado concomitantemente com o modelo do trato respiratório humano.

2.2.2.3 Absorção Através da Pele

A absorção é a passagem do material radioativo para os fluidos como o sangue, e pode ocorrer por meio da pele intacta ou ferida. Em trabalhos que envolvam tais riscos deve-se utilizar aventais, macacões, luvas e botas apropriadas. A pele intacta é uma barreira eficaz para evitar a incorporação do material radioativo.

2.3 Avaliação da Dose Interna

A metodologia utilizada para a avaliação da dose interna segue as recomendações da ICRP^(4,10,12,13).

Sabe-se que todos os resultados de medidas de uma monitoração interna de trabalhadores são interpretados com relação às atividades dos radionuclídeos encontrados nos órgãos ou distribuídos no corpo ou presente nas excretas.

É importante observar que somente o conhecimento da medida da atividade no corpo ou distribuídos no corpo ou da taxa de excreção do organismo humano não é suficiente para calcular a incorporação. Para o cálculo da incorporação são necessários o conhecimento da natureza, a forma química e o tipo da radiação. Além disso, outros parâmetros como as vias e a forma de incorporação, o momento da ocorrência da incorporação e o conhecimento do modelo metabólico do radionuclídeo em questão também são indispensáveis.

Dessa forma, as medidas são utilizadas para calcular a atividade incorporada de um radionuclídeo que, por sua vez, quando multiplicado por coeficientes de dose adequados levam à estimativa da dose efetiva comprometida. Os coeficientes de dose são valores conhecidos para uma grande variedade de radionuclídeos e encontram-se disponíveis na literatura⁽⁵⁾. A dose efetiva comprometida (50 anos), atribuída a um ano de incorporação, é utilizada como base para atendimento às necessidades da monitoração e do sistema de limitação de dose.

2.4 Registro da Dose

Uma vez determinada as doses dos trabalhadores, estas precisam ser registradas e arquivadas. Em geral, os períodos de retenção dos registros são especificados pela CNEN^(3,11). A TAB. 2.2 apresenta os períodos de retenção do registro de dose.

TABELA 2.2 - Período de retenção do registro de dose^(3,11)

| Retenção de Registro | |
|--|--|
| Tipo de Registro | Período de retenção sugerido |
| Monitoração do local de trabalho, calibração dos instrumentos de medidas. | 5 anos |
| Exposição ocupacional do trabalhador, calibração do equipamento de monitoração individual. | Até que o trabalhador atinja a idade de 75 anos ou por 30 anos após o término das atividades ocupacionais. |

A necessidade de mostrar a conformidade com limites de doses e a retenção desses registros são importantes por quatro razões adicionais:

- Fornecer dados para a análise das distribuições de doses;
- Avaliar as tendências de exposição que um grupo coletivo de trabalhadores pode receber;
- Aperfeiçoar a eficácia do programa de monitoração; e
- Fornecer dados para estudos epidemiológicos.

Os dados dos registros também devem estar acessíveis aos trabalhadores, aos supervisores, aos empregadores e à autoridade regulatória. Os trabalhadores devem ser informados por meio de relatórios com resumos de suas exposições anuais e exposições cumulativas individuais, quando solicitados pelos mesmos ou quando especificado pelo regulamento.

2.5 Fundamentos de Tecnologia da Informação

2.5.1 Engenharia de *Software*

Segundo Friedrich Ludwig Bauer, "Engenharia de *Software* é a criação e a utilização de sólidos princípios de engenharia a fim de obter *software* de maneira econômica, que seja confiável e que trabalhe eficientemente em máquinas reais"^(25,26).

A engenharia de *software* se concentra nos aspectos práticos da produção de um sistema de *software*, enquanto a ciência da computação estuda os fundamentos teóricos dos aspectos computacionais. O termo foi cunhado na década de 1960 e utilizado oficialmente em 1968 na *NATO Conference on Software Engineering* (Conferência sobre Engenharia de *Software* da OTAN)⁽²⁶⁾.

O processo de desenvolvimento de um *software* começa com um problema que o usuário quer resolver. O processo de desenvolvimento de *software* é um conjunto de atividades, parcialmente ordenadas, com a finalidade de obter um produto de *software* estudado dentro da área de Engenharia de *Software*.

Processo de desenvolvimento:

- Definição: O que será desenvolvido;
- Desenvolvimento: Como será desenvolvido;
- Manutenção: Que mudanças ocorrerão depois.

Atividades no processo de desenvolvimento:

- Levantamento dos Requisitos
 - Qual é o problema a ser resolvido? Quais são as limitações? Definição detalhada do domínio da informação e da função do *software*;

- Análise de Sistemas
 - Define o papel de cada elemento em um sistema baseado em computador.
- Planejamento do Projeto
 - Definição detalhada da futura implementação: interfaces e procedimentos de utilização.
- Implementação
 - Define a implementação (em geral: por programação) do sistema definido na atividade precedente e de verificar o bom funcionamento dos programas (testes).

2.5.1.1 Modelos de Processo

Existem alguns modelos de processo que buscam descrever a forma com que as fases seguem e interagem. Todo modelo de *software* deve levar em consideração as fases descritas, no entanto, cada um organiza estas fases de uma forma particular de acordo com sua filosofia de organização. A seguir apresenta-se alguns dos modelos mais conhecidos. ^(27,28,29,30,31,32)

Modelo Cascata: O modelo cascata, idealizado por Royce⁽²⁷⁾ em 1970, também conhecido como abordagem *top-down*, tem como principal característica a seqüência de atividades de forma que uma atividade só poderá ter início quando a anterior tiver terminada, a saída da primeira etapa “flui” para a segunda etapa e a saída da segunda etapa “flui” para a terceira e assim por diante. O modelo cascata sofreu diversos ajustes e aprimoramentos sendo muito utilizado nos dias atuais. A FIG. 2.2 apresenta a descrição visual do modelo cascata.

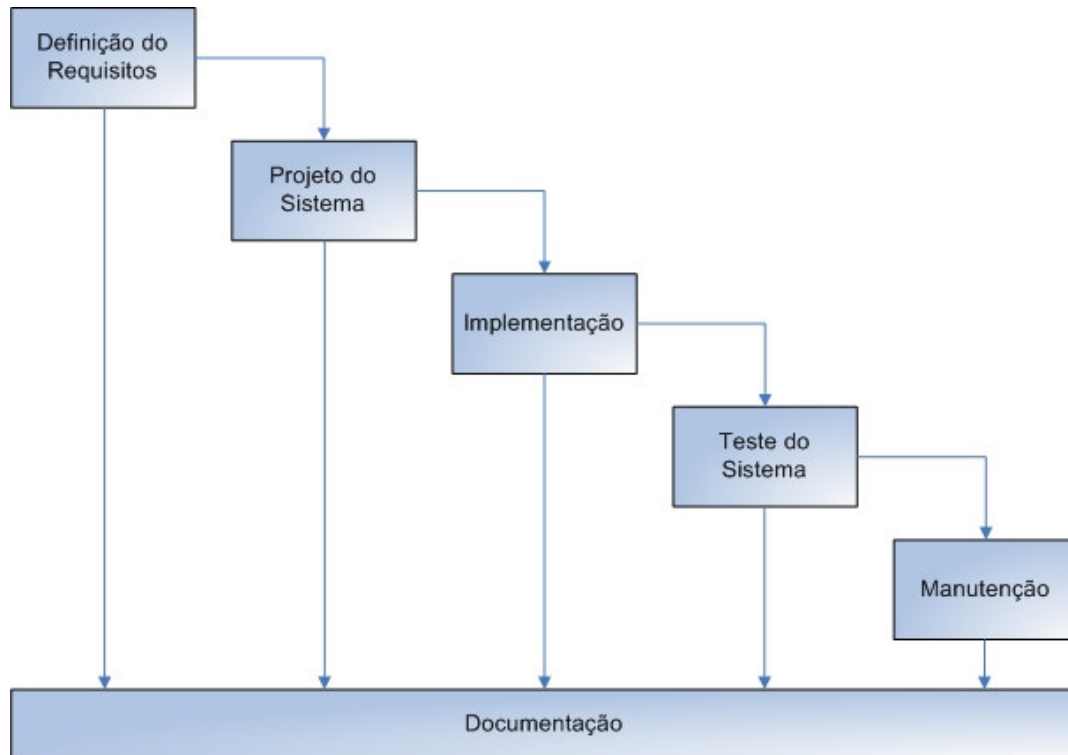


FIGURA 2.2 - *Modelo Cascata* - O andamento do processo flui de cima para baixo, como uma cascata^(27,29,30)

- **Modelo Protótipo:** O objetivo do modelo protótipo é entender os requisitos do usuário e assim, obter uma melhor definição dos requisitos do sistema possibilitando que o desenvolvedor crie um modelo (protótipo) do *software* que deve ser construído. A FIG. 2.3 apresenta a descrição visual do modelo espiral.

Preece⁽²⁸⁾ e Sommerville⁽²⁹⁾ apresentam alguns modelos de Prototipação, entre eles podem-se citar:

- a. **Prototipação Descartável**, que enfatiza o desenvolvimento do protótipo e a sua avaliação, descartando-o quando os requisitos se tornam mais claros para então desenvolver o sistema final;

- b. **Prototipação Evolucionária**, cujo protótipo é desenvolvido em partes com as funcionalidades, modificando-o e acrescentando requisitos até satisfazer o cliente. A última versão do protótipo é o sistema final;

c. **Prototipação Incremental**, em que o protótipo é construído incrementalmente, sendo elaborado um projeto que considere todos os aspectos sem que as funcionalidades estejam completas.

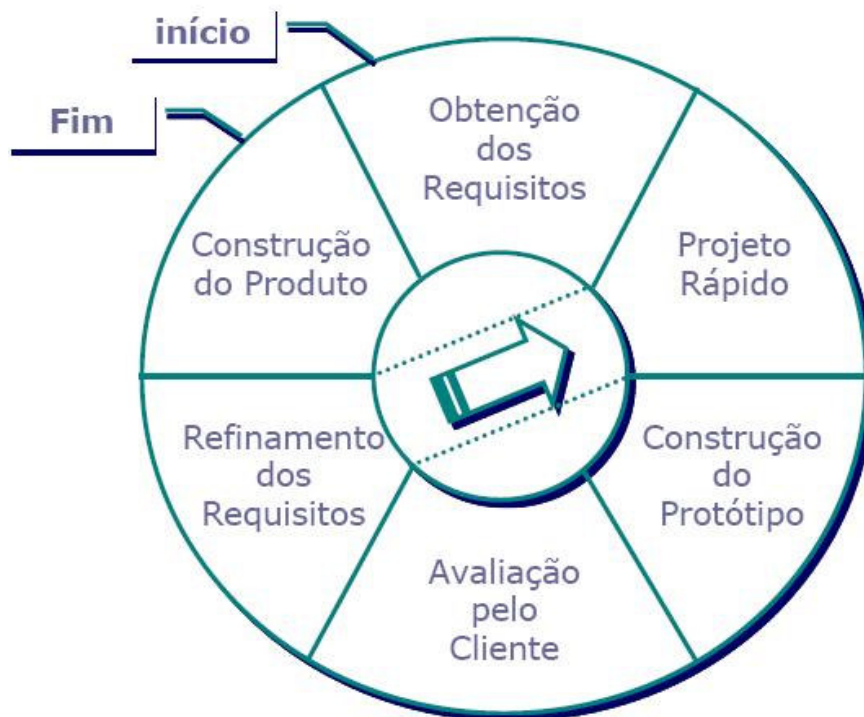


FIGURA 2.3 - *Modelo Protótipo* - Adequado quando o cliente define apenas objetivos gerais (sem requisitos detalhados de entrada, processamento e saída)^(28,29,30)

▪ **Modelo Espiral:** O modelo espiral foi proposto por Boehm⁽³⁰⁾ em 1988 como forma de integrar os diversos modelos existentes à época, eliminando suas dificuldades e explorando seus pontos fortes. Este modelo foi desenvolvido para abranger as melhores características tanto do ciclo de vida clássico como da prototipação, acrescentando, ao mesmo tempo, um novo elemento (a análise de riscos) que falta a esses paradigmas. A FIG. 2.4 apresenta a descrição visual do modelo espiral.

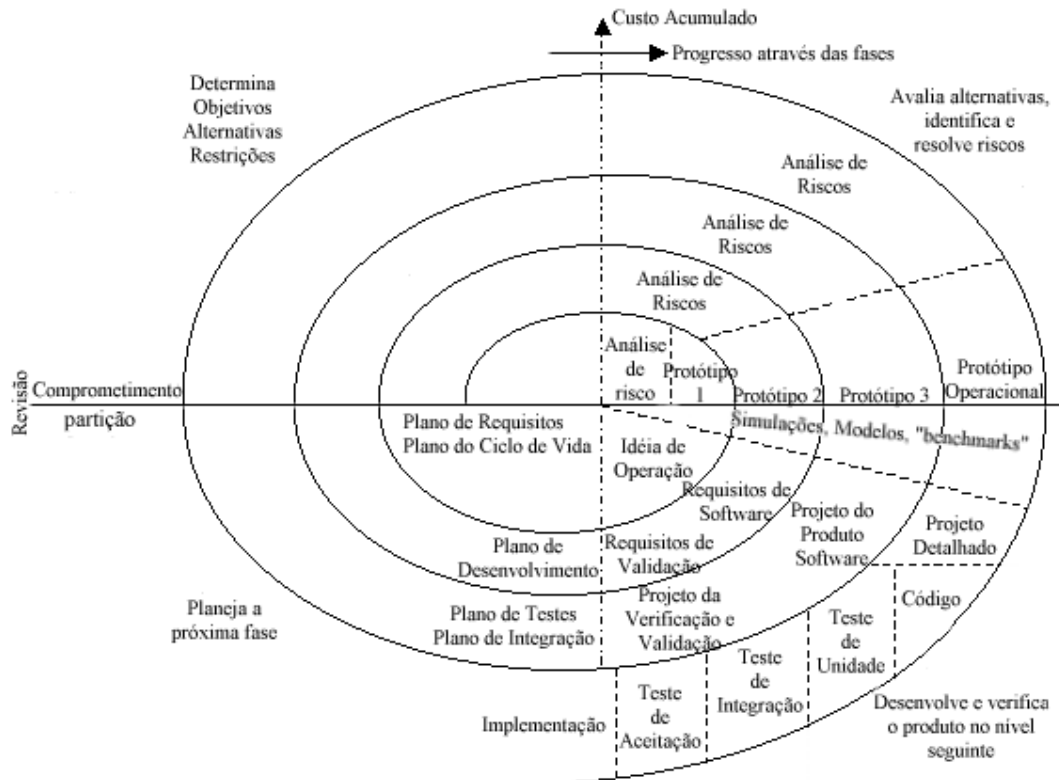


FIGURA 2.4 - *Modelo Espiral* completo descrito por Boehm^(28,29,30,31)

2.5.2 Conceitos de *Internet*

A *Internet*^(33,34) surgiu na década de 60, num panorama mundial cercado pela Guerra Fria. O departamento de Defesa norte-americano queria ter posse de um meio de comunicação que não sofresse danos em um suposto ataque nuclear da URSS aos EUA. A descentralização seria uma das principais características, pois as informações poderiam ser transmitidas de vários pontos do território americano, e mesmo que um deles fosse atingido esta rede ainda estaria funcionando.

Na década de 70, a rede foi apropriada pelas universidades e centros de pesquisa, e daí tornou-se um meio não só de troca de informações militares, mas de resultados científicos, recados e piadas. Assim, iniciava-se uma apropriação mais popular da rede.

2.5.2.1 Conceitos de *Intranet*

A *Intranet*⁽³⁴⁾ é uma rede fechada que funciona interligando os computadores de uma mesma empresa, no mesmo local físico. As *Intranets* são utilizadas, por exemplo, em empresas para que todos os trabalhadores possam utilizar um mesmo sistema e compartilhar informações com outros usuários daquela rede.

2.5.2.2 Servidor *Web*

A *Internet* é baseada no relacionamento cliente-servidor, onde o cliente é o navegador, comumente chamado de *browser*. O servidor *Web* é normalmente acessado por meio do protocolo *HyperText Transfer Protocol* (HTTP), que permite o tráfego das informações desejadas por meio de uma conexão.

O servidor *Web*, também chamado de servidor HTTP, é o computador conectado na rede com um endereço *Internet Protocol* (IP) e um *software* específico, conhecido como *Web Server*, visando garantir o acesso a *Internet* dia e noite.

O processo inicia-se a partir do computador do usuário que, por meio de um *browser* utilizando formulários HTML, solicita informações ao servidor *Web*. O *browser* repassa as informações ao servidor *Web* que recebe as informações, lê, formata e retorna a informação para o usuário.

A principal funcionalidade do servidor *Web* é tratar as requisições HTTP e ligar os dados HTML gerados no cliente com o banco de dados relacional ao servidor de banco de dados e vice-versa, a FIG. 2.5 representa o diagrama cliente-servidor.

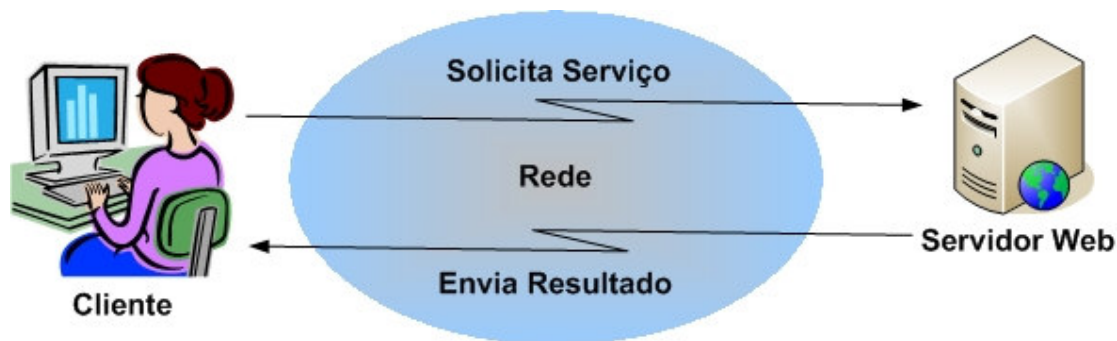


FIGURA 2.5 - Diagrama representativo Cliente-Servidor

O *software* a ser usado neste trabalho para servidor *Web* é o Apache, criado em 1995 por Rob McCool⁽³⁵⁾. O Apache é o *software* para servidor *Web* muito utilizado e tem como uma das principais vantagens a isenção de custos, pois é disponibilizado gratuitamente. Outras vantagens podem ser consideradas como as flexibilidades, pois existem distribuições tanto para o Linux como para o Windows, o desempenho, a segurança e também por suportar a linguagem de programação e o banco de dados para o desenvolvimento deste projeto.

2.5.3 Banco de Dados

Um banco de dados, ou base de dados, são conjuntos de “dados” devidamente relacionados. Por “dados” podemos compreender como “fatos conhecidos” que podem ser armazenados e que possuem um significado implícito. Um banco de dados possui as seguintes propriedades⁽³⁶⁾:

- Um banco de dados é uma coleção lógica coerente de informações com um significado inerente, ou seja, uma disposição desordenada das informações não pode ser referenciada como um banco de dados;
- Um banco de dados é projetado, construído e “populado” com informações para um propósito específico, possuindo um conjunto pré-definido de usuários e aplicações;
- Um banco de dados representa algum aspecto do mundo real, o qual é chamado de “mini-mundo”; qualquer alteração efetuada no mini-mundo é automaticamente refletida no banco de dados.

2.5.3.1 Sistema Gerenciador de Banco de Dados

Um banco de dados pode ser criado e mantido por um conjunto de aplicações desenvolvidas especialmente para esta tarefa ou por um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD). Um SGBD permite aos usuários criarem e manipularem bancos de dados de propósito geral.

Um SGBD oferece aos seus usuários acesso a dados e os ajuda a transformar estes dados em informações. Esses sistemas permitem aos usuários criar, atualizar e extrair informações de seus bancos de dados. Comparados a um sistema de ficheiro manual, as principais e maiores diferenças para um banco de dados computadorizado são a velocidade, a precisão e a acessibilidade.

Existem dois principais tipos de bancos de dados: os Relacionais e os Orientados a Objeto.

Os Bancos de Dados Relacionais⁽³⁶⁾ são de longe os tipos mais populares disponíveis no mercado. Um banco de dados relacional permite a definição de estrutura de dados, armazenamento, operações de recuperação de dados e criação de restrições de integridade. Em um banco de dados dessa natureza, os dados e as relações entre eles estão organizados em tabelas, formalmente chamadas de relações. Alguns campos podem ser designados como chaves, o que significa dizer que a procura por um determinado tipo de informação pode ser acelerada utilizando as indexações criadas com as chaves. Para o desenvolvimento deste projeto será utilizado o banco de dados relacional.

Os Bancos de Dados Orientados a Objeto⁽³⁷⁾ seguem um padrão de definição baseado no paradigma de programação orientado a objetos. Na prática, poucos sistemas utilizam esse tipo de abordagem, visto que a simplicidade e o sucesso dos bancos de dados relacionais não permitem que esse tipo de sistema avance no mercado. Num banco de dados orientado a objetos puro, as informações são armazenados como objetos onde só podem ser manipulados pelos métodos definidos pela classe que estes objetos pertencem. Os objetos são organizados numa hierarquia de tipos, e subtipos que recebem suas

características e podem conter referências para outros objetos, e as aplicações podem conseqüentemente acessar os dados requeridos usando um estilo de navegação de programação.

3 METODOLOGIA

Este capítulo descreve os procedimentos para desenvolver o *IntDosWeb*, sistema para ser aplicado no programa de monitoração interna do IPEN, em ambiente *Web*.

As responsabilidades das áreas são:

- O Grupo de Cálculo de Dose (GCD) é responsável pelo cálculo da dose e é o elo entre os laboratórios e os supervisores;
- O Laboratório de Monitoração *In Vivo* (LMIV) é responsável pela monitoração individual do trabalhador por meio da medida do corpo inteiro;
- Laboratório de Monitoração *In Vitro* é responsável pela monitoração individual do trabalhador por meio da análise das excretas;
- Supervisor de Radioproteção ou Supervisor é encarregado de estabelecer uma monitoração rotineira dos trabalhadores, uma monitoração relacionada a tarefa ou uma monitoração especial.

3.1 Modelo de Desenvolvimento

Inicialmente a idéia era adotar o modelo em cascata apresentado no Capítulo 2 item 2.5.1.1, porém, após estudá-lo, percebeu-se que o modelo protótipo seria o mais indicado, por ter uma facilidade para determinar requisitos iniciais e garantia para atingir as necessidades do programa de monitoração interna do IPEN.

3.2 Levantamento de Requisitos

3.2.1 Requisitos Funcionais

Os principais pontos relacionados aos requisitos funcionais foram identificados como:

- Uniformizar as informações entre o Grupo de Cálculo de Dose, o Laboratório de Monitoração *In Vivo*, o Laboratório de Monitoração *In Vitro* e o Supervisores. Estas informações se fazem necessárias, pois cada uma das áreas envolvidas mantém uma base de dados independente;
- Racionalizar e agilizar, por meio da automação do fluxo de informações, o processo de monitoração individual interna.

3.2.2 Requisitos não Funcionais

As importâncias dos requisitos não funcionais são descritas abaixo:

- Segurança dos dados transmitidos: cada informação que navega na *web* precisa conter componentes de segurança, a criptografia computacional como é conhecida. Tal componente protege o sistema quando existe a ameaça de perda de confiabilidade e integridade, sendo utilizada para garantir:
 - *Confidencialidade*, somente os usuários autorizados devem ter acesso à informação;
 - *Integridade*, garantir que a informação correta, original, não seja alterada, nem intencionalmente, nem acidentalmente;
 - *Autenticação do usuário*, verificar se o usuário que está se comunicando é de fato o usuário que possui acesso ao sistema;
 - *Disponibilidade*, garantir que o serviço/recurso esteja sempre acessível;
 - *Extensibilidade*, adicionar ou modificar novas funcionalidades sem impactar funcionalidades existentes;

- *Manutenciabilidade*, oferecer backups e manutenção do banco de dados.
- Oferecer ajuda aos usuários, incluindo tutoriais e dúvidas mais freqüentes (FAQ);

3.3 Diagrama de Fluxo de Dados

O modelo de fluxo de informação anterior à proposta do *IntDosWeb*, é apresentado na FIG. 3.1. Observa-se que o Supervisor entra em contato diretamente com as áreas do programa de monitoração interna, onde em alguns casos as informações podem vir desencontradas, faltando dados ou com erro nos dados pessoais do trabalhador, acarretando assim problemas aos laboratórios e o Grupo de Cálculo de Dose. Este modelo inviabiliza o pronto atendimento para efetuar a monitoração, quer seja *in vivo* ou *in vitro* e o cálculo da dose.

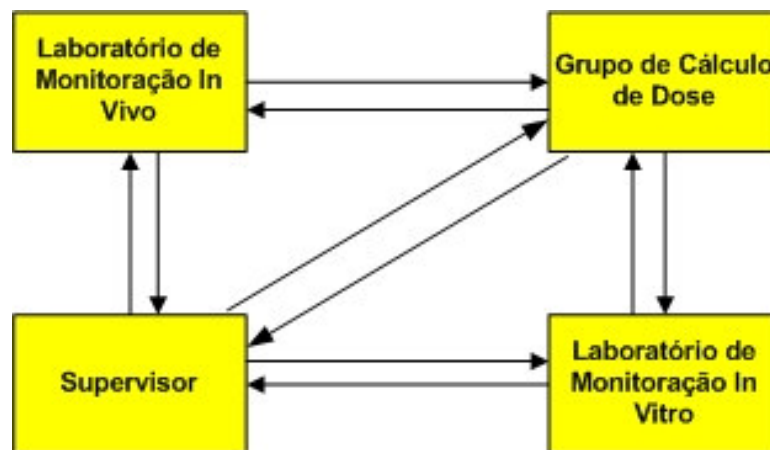


FIGURA 3.1 - Modelo atual do fluxo de informações

Na FIG. 3.2 é apresentado o modelo de fluxo de informações proposto com o desenvolvimento do *IntDosWeb* que tem como objetivo conduzir uma padronização do atendimento prestado pelo programa de monitoração interna do IPEN.

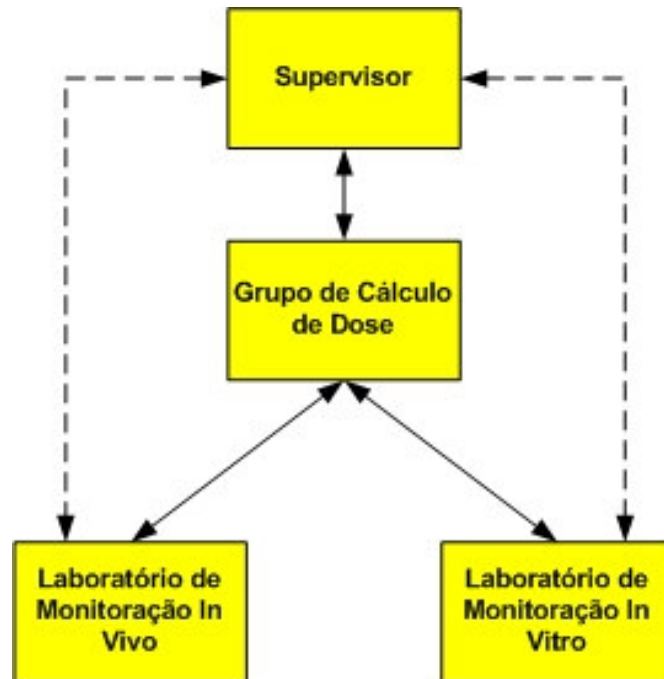


FIGURA 3.2 - Modelo do fluxo de informações proposto a partir do *IntDosWeb*

As linhas pontilhadas representam as situações em que o Supervisor de radioproteção tem acesso direto aos laboratórios de medidas *in vivo* e *in vitro* para resolver necessidades operacionais, entretanto o fluxo de informações relativas ao programa de monitoração interna sempre deve chegar ao Grupo de Cálculo de Dose, representadas pelas linhas contínuas.

Para entender melhor o fluxo das informações entre as áreas envolvidas a FIG. 3.3 descreve o processo das informações.

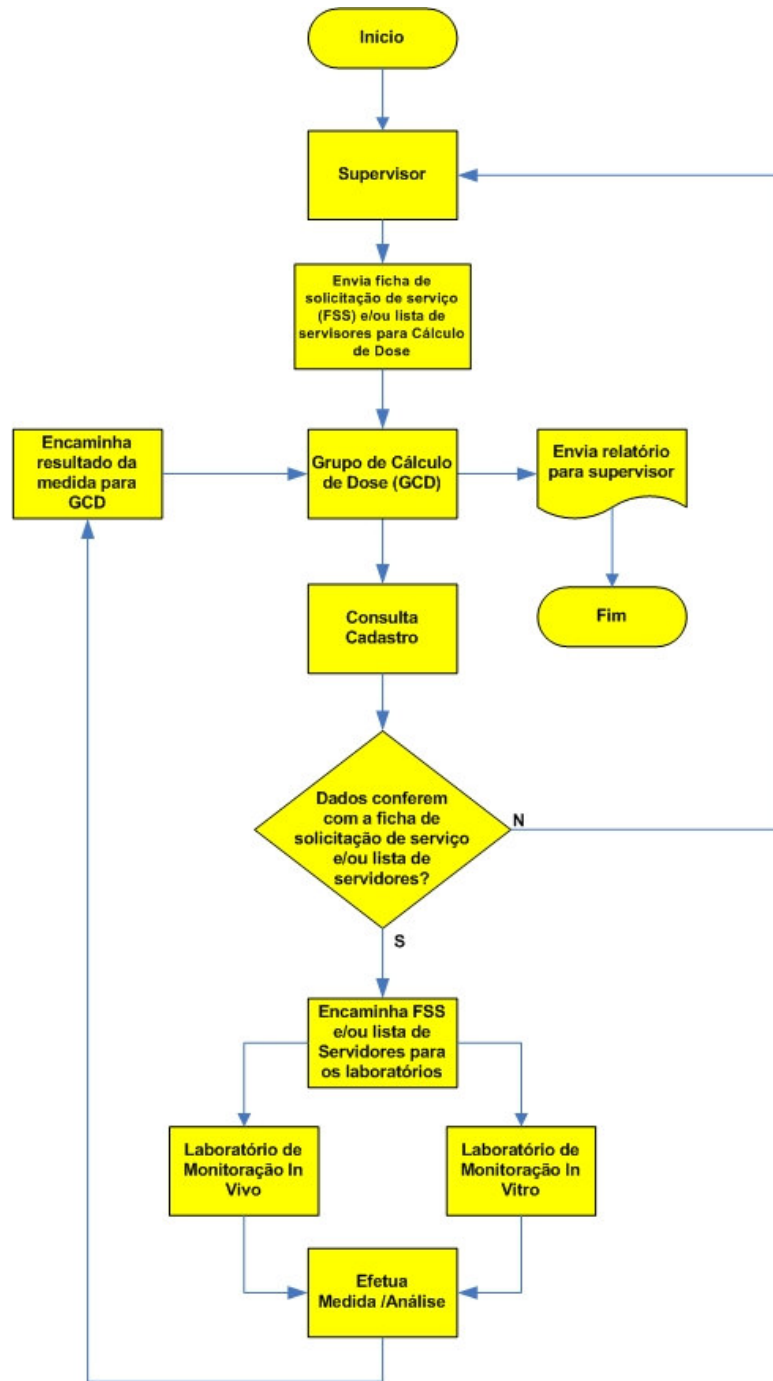


FIGURA 3.3 - Modelo complexo do fluxo de informações da monitoração individual interna

O Supervisor de Radioproteção da instalação envia a Ficha de Solicitação de Serviços (FSS), e/ou lista de servidores para o GCD que verifica as informações dos dados pessoais e de trabalho do trabalhador em seu banco de

dados. Sendo os dados cadastrais verdadeiros, o GCD envia a solicitação para o laboratório *in vivo* ou *in vitro* de acordo com o radionuclídeo a ser monitorado. Os laboratórios efetuam a monitoração e encaminham os resultados das medidas *in vivo* das análises *in vitro* para o GCD que efetua o cálculo da dose, emite o relatório e encaminha para o Supervisor de Radioproteção.

3.4 Projeto

A arquitetura básica do *IntDosWeb* é em três camadas: cliente e servidor. A navegação do usuário cliente no navegador (clicando em *links*, acessando endereços específicos) gera uma demanda por conteúdo sendo transformada em uma requisição HTTP. O servidor acessa o conteúdo na forma de documentos HTML e mídias que por sua vez são transferidos pela rede e apresentados no navegador. As novas interações de navegação do usuário geram novas demandas e o ciclo repete-se de forma interativa.

3.4.1 Modelagem do Banco de Dados

O sistema está estruturado em tabelas que associam-se entre si por meio das regras de relacionamentos. Estas regras consistem em associar um atributo de uma tabela com um conjunto de registros de outra tabela, por meio da inclusão do campo chave da tabela.

O sistema está estruturado para armazenar uma coleção de dados que estão classificadas da seguinte maneira:

- Dados do Usuário, a modelagem do banco de dados para usuário está apresentada na FIG. 3.4;
- Dados do Trabalhador, a modelagem do banco de dados para trabalhador está apresentada na FIG. 3.5;
- Dados da Monitoração *In Vivo* e *In Vitro* e Cálculo da Dose, a modelagem do banco de dados para monitoração *in vivo*, *in vitro* e cálculo da dose está apresentada na FIG. 3.6.

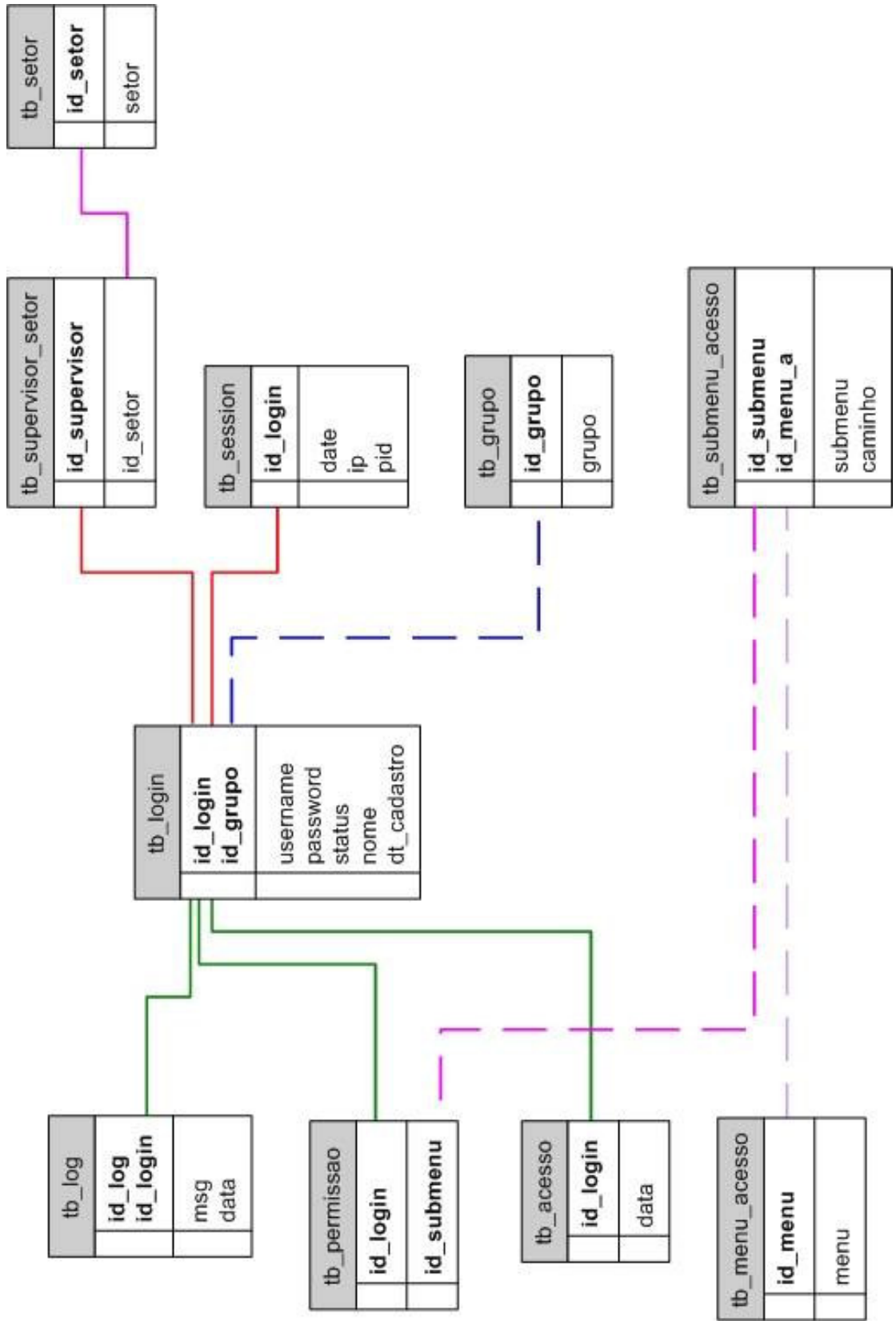


FIGURA 3.4 - Modelagem do banco de dados - Usuário

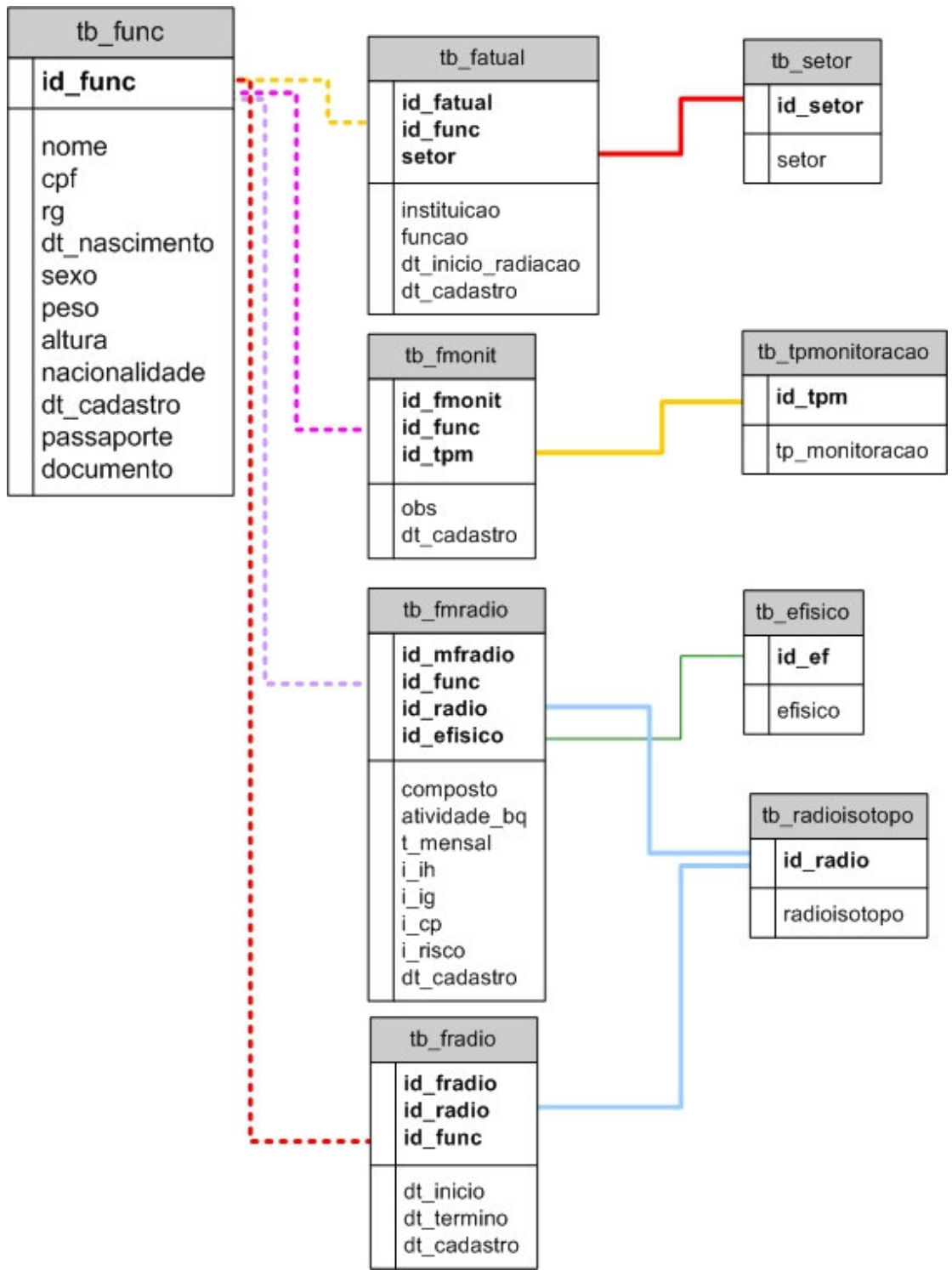


FIGURA 3.5 - Modelagem do banco de dados - Trabalhador

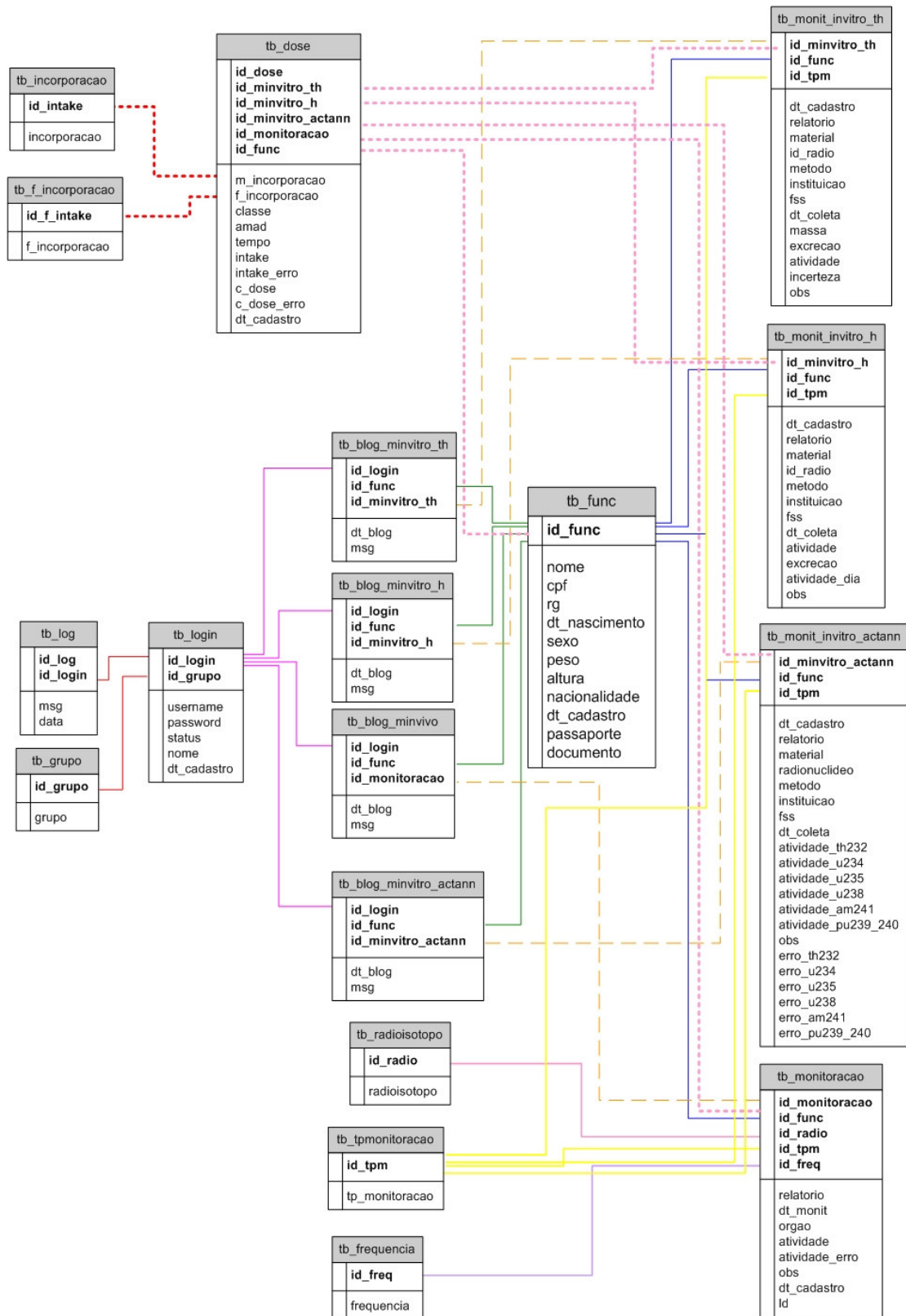


FIGURA 3.6 - Modelagem do banco de dados - Monitoração *In Vivo*, *In Vitro* e Cálculo da Dose

3.4.2 Modelagem do Sistema

A FIG. 3.7 apresenta o módulo de diagrama de classe do sistema que implementa os requisitos de segurança no controle de acesso ao sistema *IntDosWeb*. Este controle é feito por meio do gerenciamento de sessão e *login*.

A classe interface é quem faz o controle do menu de acesso de acordo com as funções de cada usuário do sistema *IntDosWeb*. O menu de acesso foi estruturado em seis funções exclusivas de forma a facilitar a “navegação” do usuário.

A classe de sessão implementa a autenticação do usuário de acesso e o controle da sessão. A autenticação é executada a cada acesso ao sistema por meio do *login* e senha informada ao servidor uma única vez.

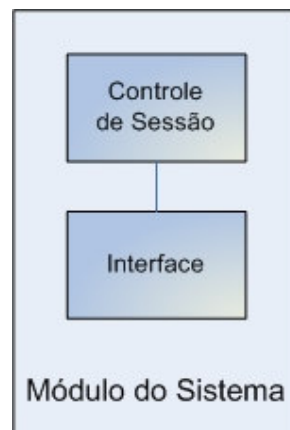


FIGURA 3.7 - Diagrama de classe do sistema

Inicialmente foram efetuadas entrevistas para verificar as necessidades dos usuários do Grupo de Cálculo de Dose, Laboratório de Monitoração *In Vivo* e Laboratório de Monitoração *In Vitro*. Esta entrevista serviu para elaboração do documento de levantamento de requisitos que formalizou o objetivo do sistema *IntDosWeb* e que também contribuiu para estabelecer os módulos e o estudo dos casos de uso referentes a cada uma das áreas.

O diagrama de caso de uso para o administrador do sistema é apresentado na FIG. 3.8. O caso de uso do administrador consiste em: Inserir, Alterar e Excluir o Estado Físico, Inserir, Alterar e Excluir a Forma de Incorporação, Inserir, Alterar e Excluir a Frequência, Inserir, Alterar e Excluir o Modo de Incorporação, Inserir, Alterar e Excluir o Radioisótopo, Inserir, Alterar e Excluir o Setor, Inserir, Alterar e Excluir o Tipo de Monitoração, Inserir, Alterar e Excluir Relação Supervisor x Setor e Inserir, Alterar e Excluir Usuário.

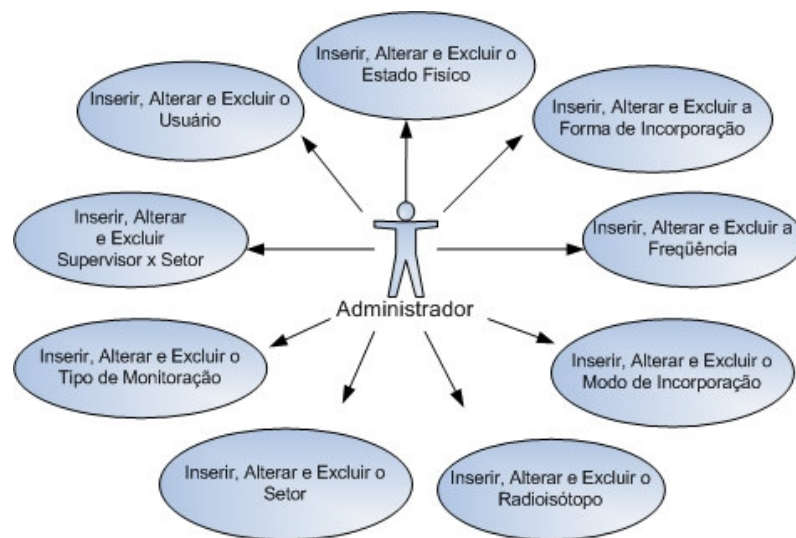


FIGURA 3.8 - Diagrama de caso de uso para o Administrador

O diagrama de caso de uso para o Grupo de Cálculo de Dose é apresentado na FIG. 3.9, O caso de uso do GCD consiste em: Cadastrar Trabalhador, Inserir Medidas *In Vivo*, Inserir Medidas *In vitro*, Inserir Resultado do Cálculo da Dose, Gerar Relatório de Dose, Alterar Resultado do Cálculo da Dose, Alterar Medidas *In Vivo*, Alterar Medidas *In Vitro*, Alterar Trabalhador, Imprimir Histórico de Dose, Imprimir Histórico de Monitoração *In Vivo* e *In Vitro* e Imprimir Ficha do Trabalhador.

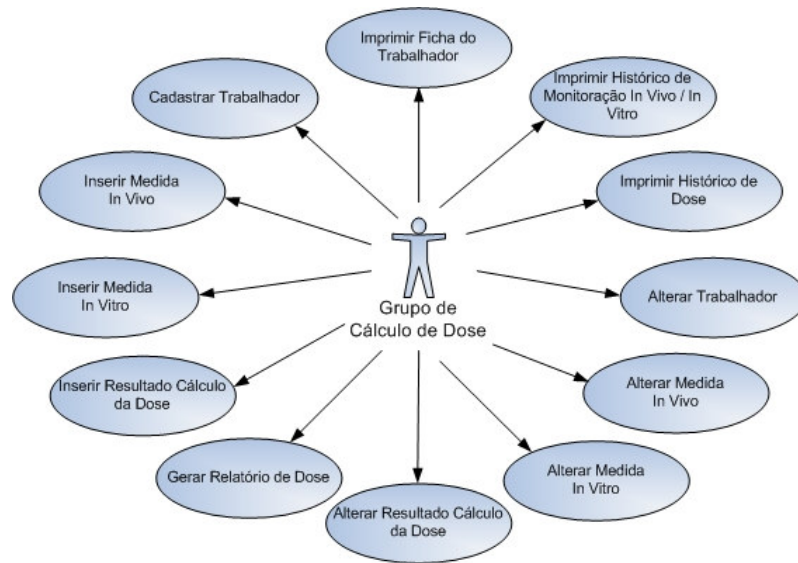


FIGURA 3.9 - Diagrama de caso de uso para o Grupo de Cálculo de Dose

O diagrama de caso de uso para o Laboratório de Monitoração *In Vivo* é apresentado na FIG. 3.10. O caso de uso do LMIV consiste em: Cadastrar Trabalhador, Inserir Medidas *In Vivo*, Alterar Trabalhador, Alterar Medidas *In Vivo* e Imprimir Ficha do Trabalhador.

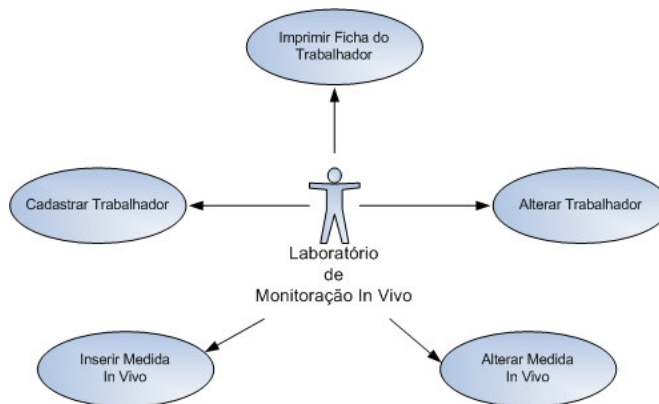


FIGURA 3.10 - Diagrama de caso de uso para o Laboratório de Monitoração *In Vivo*

O diagrama de caso de uso para o Laboratório de Monitoração *In Vitro* é apresentado na FIG. 3.11. O caso de uso do Laboratório de Monitoração *In Vitro*

consiste em: Cadastrar Trabalhador, Inserir Medidas *In Vitro*, Alterar Trabalhador, Alterar Medidas *In Vitro* e Imprimir Ficha do Trabalhador.

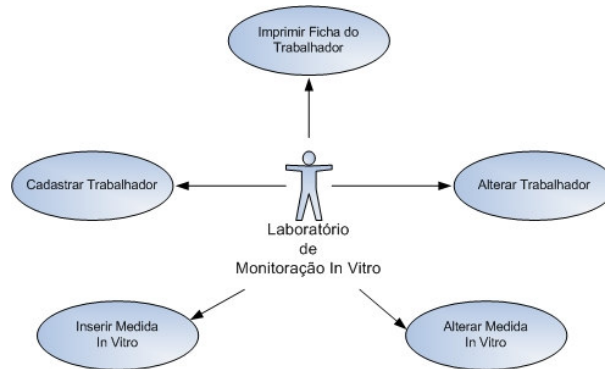


FIGURA 3.11 - Diagrama de caso de uso para o Laboratório de Monitoração *In Vitro*

O diagrama de caso de uso para o Supervisor de Radioproteção é apresentado na FIG. 3.12. O caso de uso do Supervisor consiste em: Cadastrar Trabalhador, Alterar Trabalhador, Imprimir Ficha do Trabalhador e Visualizar Relatório de Dose.

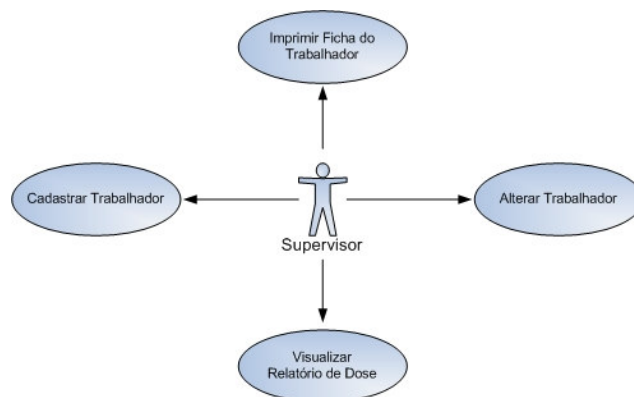


FIGURA 3.12 - Diagrama de caso de uso para o Supervisor

O diagrama de caso de uso para o Trabalhador é apresentado na FIG. 3.13. O caso de uso do trabalhador consiste em: Visualizar Ficha de Cadastro.



FIGURA 3.13 - Diagrama de caso de uso para o Trabalhador

3.4.3 Dados do Hardware

Por se tratar de um trabalho acadêmico, foi utilizado em sua implementação um computador do tipo PC mantido dentro do ambiente de trabalho do Grupo de Cálculo de Dose, entretanto, em condições ideais deveria ser utilizado um equipamento servidor em um Centro de Processamento de Dados (CPD).

3.4.4 Dados do Software

As escolhas dos softwares para o desenvolvimento do *IntDosWeb* foi baseado no uso de *software* livre, onde alguns aspectos foram observados:

- *Licença*: Gratuita;
- *Usabilidade*: Interface gráfica de fácil entendimento;
- *Performance*: Bom desempenho das ferramentas de uso;
- *Suporte*: Manual de uso, correção de falhas e suporte no Brasil.

Para desenvolver este trabalho os seguintes softwares foram escolhidos:

▪ Linguagem de Programação:

A linguagem de programação PHP^(38,39) versão 5, pode ser executada por diferentes servidores para os sistemas operacionais Unix, Linux ou Windows. O que diferencia o PHP das outras linguagens é o HTML, pois o código PHP fica embutido no próprio HTML.

O PHP é uma linguagem de programação que permite criar sistemas em ambiente *Web* com páginas dinâmicas, possibilitando interação com o usuário por meio dos formulários, URL e *links*. O PHP é executado no Servidor *Web*, quando há solicitação do cliente (usuário), e é enviado para o cliente apenas o HTML, ou seja, o código fonte do PHP não é exposto ao cliente. Isto é muito útil quando o programa está lidando com senhas e informações confidenciais.

▪ Banco de Dados:

O banco de dados escolhido para implementar o *IntDosWeb* foi o PostgreSQL⁽⁴⁰⁾ versão 8.2. Trata-se de um banco de dados desenvolvido como projeto de *software* livre, compatível com a linguagem de programação escolhida.

O PostgreSQL é um *software* de livre distribuição e, em termos de recursos, pode ser comparado aos melhores bancos de dados comerciais existentes, além de exigir baixos recursos de memória e processamento e integrar-se ao Servidor *Web* Apache.

O PostgreSQL pode trazer muitos benefícios para o IPEN. O primeiro deles, sem dúvida, é uma economia tangível em licença de *software*. Outro ponto importante é a simplificação do processo de gerenciamento de licenças de *software*, o que não é necessário para um *software* livre. Além disto, a substituição também causa benefícios como o aumento da estabilidade e do desempenho do sistema. Uma das características mais destacadas do PostgreSQL é a sua capacidade de lidar com um grande volume de dados. Existem aplicações em produção com tabelas possuindo mais de 100 milhões de registros.

- **Ferramenta de Administração do PostgreSQL:**

O phpPgAdmin⁽⁴¹⁾ versão 4.1 é uma ferramenta de sistema de gerenciamento de banco de dados escolhida para a administração do PostgreSQL. Trata-se de uma ferramenta com interface *web* muito simples e ajuda nas tarefas rotineiras para a administração de um banco de dados. Por meio deste *software* o administrador pode criar banco de dados, novos usuário de acesso ao PostgreSQL e tabelas.

- **Servidor Web:**

O Servidor *Web* Apache⁽³⁵⁾ versão 2.2.4 é definido como servidor de páginas para internet, mas pode ser usado como servidor *web* restrito na *Intranet*.

Para garantir segurança nas transações HTTP, o servidor dispõe de um módulo chamado *mod_ssl*, o qual adiciona a capacidade do servidor atender requisições utilizando o protocolo HTTPS. Este protocolo utiliza uma camada SSL para criptografar todos os dados transferidos entre o cliente e o servidor, provendo maior grau de segurança, confidencialidade e confiabilidade dos dados.

4 SISTEMA *IntDosWeb*

A FIG. 4.1 ilustra o *IntDosWeb*, Dosimetria Interna na *Web*, que é um sistema baseado na troca de informações por meio da *Intranet*, na qual todos os dados referente aos trabalhadores que manuseiam materiais radioativos na forma não selada são registrados em um banco de dados durante cada etapa do programa de monitoração interna do IPEN. Neste capítulo será destacada as principais funcionalidades do sistema *IntDosWeb*.

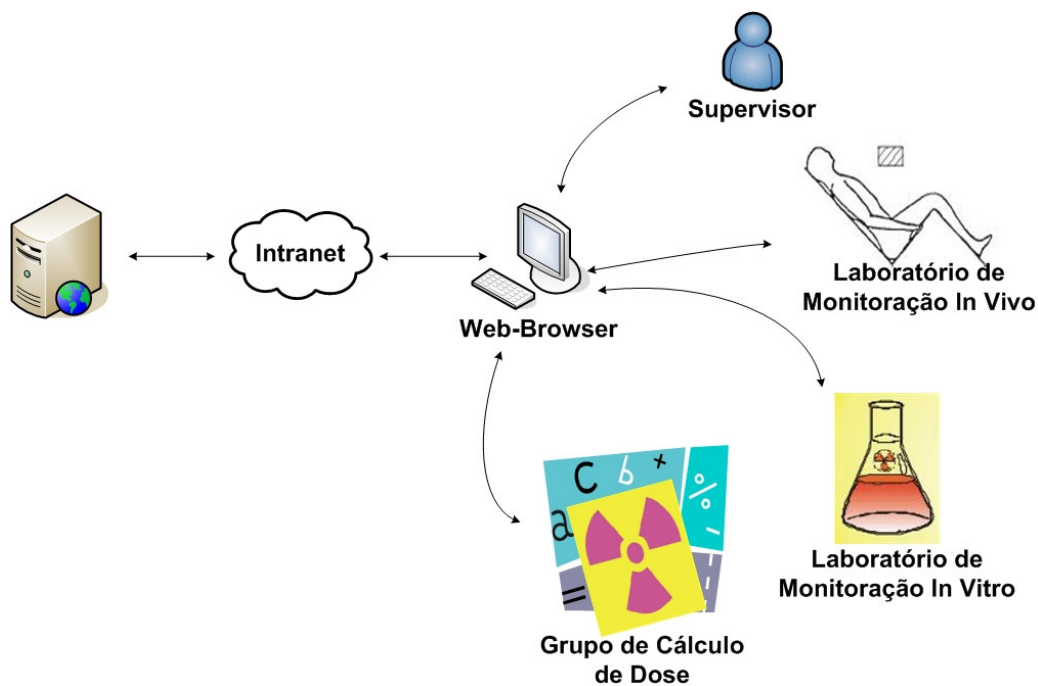


FIGURA 4.1 - Representação gráfica do *IntDosWeb* baseado na troca de informações utilizando *Intranet* por meio de um único banco de dados

4.1 Níveis de Acesso

Para atender as necessidades do sistema foram definidos níveis de acessos a funções exclusivas de acordo com o perfil dos usuários do *IntDosWeb*. A FIG. 4.2 e FIG. 4.3 apresenta o fluxograma de acesso ao sistema.

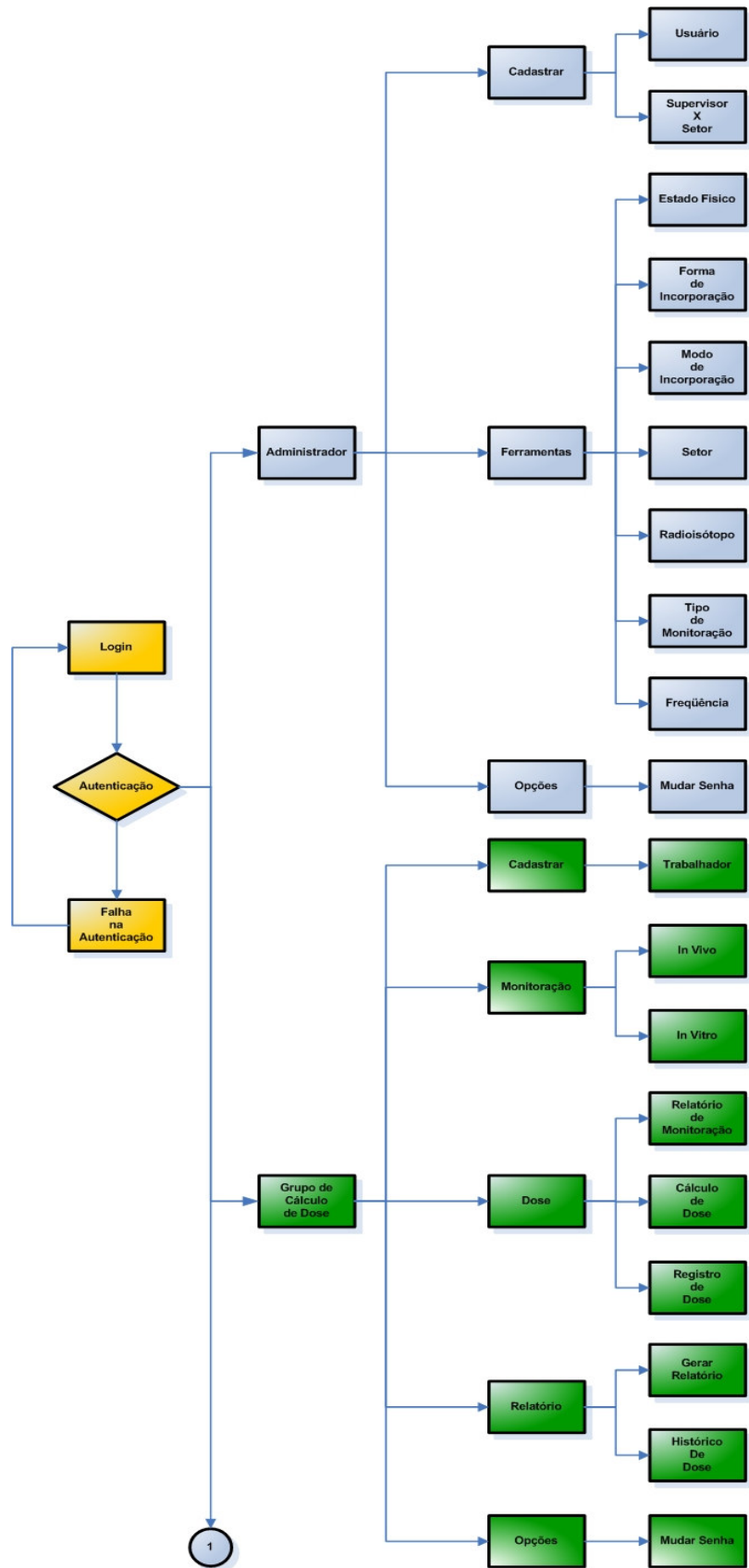


FIGURA 4.2 - Fluxograma de acesso ao sistema *IntDosWeb*

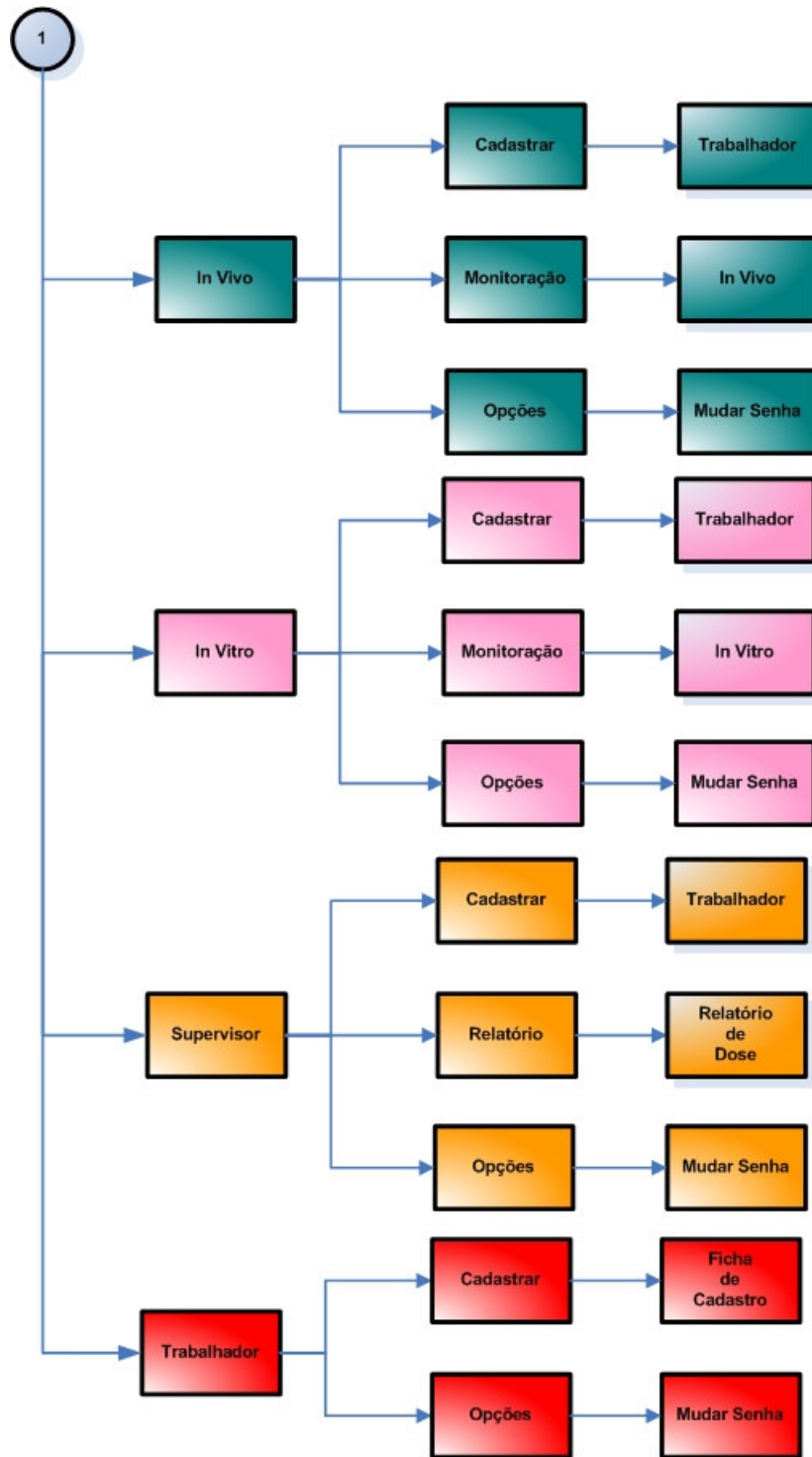


FIGURA 4.3 - Fluxograma de acesso ao sistema *IntDosWeb* - continuação

O acesso é definido em seis níveis:

- **Administrador:** O Administrador gerencia o sistema e o banco de dados. Ele tem acesso total ao banco de dados e é responsável pela criação e administração de usuários e ferramentas do *IntDosWeb*;

- **Grupo de Cálculo de Dose:** O Grupo de Cálculo de Dose é o conjunto de usuários que efetuam o cálculo da dose a partir dos resultados das medidas *in vivo* e *in vitro*. Também elaboram os relatórios e históricos de dose.

- **Laboratório de Monitoração *In Vivo*:** O Laboratório de Monitoração *In Vivo* é responsável pela alimentação dos dados da monitoração. Tais dados como já foi mencionado anteriormente, são obtidos por meio da medida do corpo inteiro ou de partes do corpo;

- **Laboratório de Monitoração *In Vitro*:** O Laboratório de Monitoração *In Vitro* é responsável pela alimentação dos dados da monitoração obtidos por meio da análise das excretas;

- **Supervisor:** O Supervisor é o usuário responsável pelos trabalhadores da instalação de sua respectiva área de atuação. Ele também é responsável pela manutenção e atualização das informações relativas ao trabalhador e terá acesso aos relatórios de dose dos trabalhadores;

- **Trabalhador:** O Trabalhador é quem possui o acesso com maior restrição, uma vez que só tem permissão para visualizar seus respectivos dados de cadastro.

O aumento das redes abertas fez com que surgissem vários problemas de segurança, como o roubo de senhas, onde uma pessoa se faz passar por outra para obter acesso privilegiado, portanto surgiu a necessidade de uma autenticação, que consistisse na verificação da identidade do usuário do sistema. A autenticação é o modo mais utilizado para fornecer uma identidade, no qual se destaca o uso de segredo, como chave de criptografia.

A Criptografia (do Grego *kryptós*, "escondido", e *gráphein*, "escrever") é geralmente entendida como sendo o estudo dos princípios e das técnicas pelas quais a informação pode ser transformada da sua forma original para outra ilegível, a menos que seja conhecida uma "chave secreta", o que a torna difícil de

ser lida por pessoas não autorizadas. Assim sendo, só o receptor da mensagem pode ler a informação com facilidade⁽⁴²⁾.

O *IntDosWeb* no momento que está criando um usuário de acesso, executa uma criptografia da senha (*password*) e armazena no banco de dados. Para o usuário, a senha sempre será mesma, porém toda vez que a senha for informada, o sistema, executará a criptografia e irá compará-la com a senha armazenada anteriormente no banco de dados.

A desvantagem deste tipo de autenticação é o esquecimento da senha ou do nome do usuário, conhecido também como *username* ou *login*. Neste caso o administrador deverá efetuar uma pesquisa de usuários por meio do nome e deverá gerar uma nova senha, pois não é possível decifrar a criptografia.

4.1.1 Administrador

O menu principal para o perfil Administrador é apresentado na FIG. 4.4. Observa-se na primeira linha deste menu as opções: “Cadastrar”, “Ferramentas” e “Opções”. Posteriormente, quando cada uma dessas opções são acessadas elas vão conduzir a novos sub-menus para a inserção de informações relativa aos usuários e ao programa dosimetria interna.

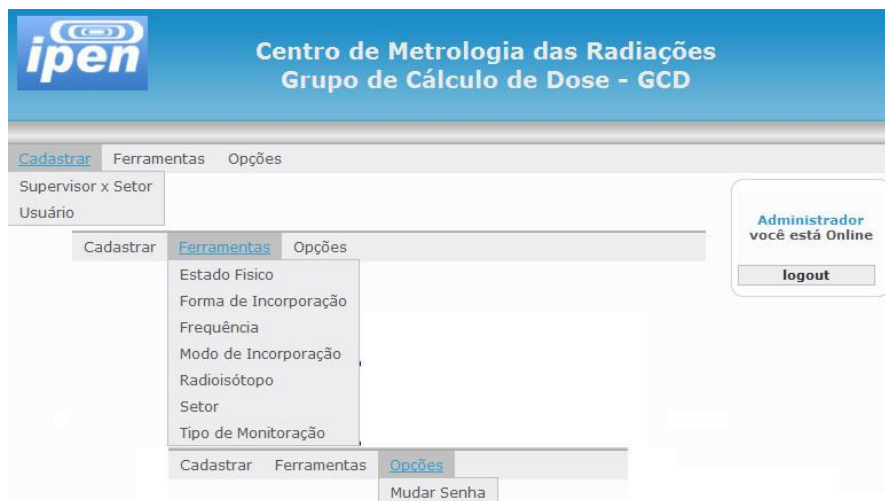


FIGURA 4.4 - Representação gráfica do menu de acesso ao perfil Administrador

A seguir são descritas as funcionalidades de cada um destes sub-menus.

- Menu Cadastrar

O menu Cadastrar é utilizado para incluir novos usuários e relacionar as atividades do supervisor com o setor.

Sub Menu Usuário - Como foi mencionado anteriormente, o administrador do sistema é único capaz de criar usuários para acessar o *IntDosWeb*. Esta opção tem por objetivo fornecer todo controle dos usuários que utilizam o sistema.

Sub Menu Supervisor x Setor - Sabe-se que no IPEN existem supervisores que são responsáveis por mais de um setor e também setores que tem mais de um supervisor. Portanto foi necessário criar um formulário para efetuar a relação entre supervisor e o setor por esta razão.

- Menu Ferramentas

As opções no sub menu para “Estado Físico”, “Forma de Incorporação”, “Modo de Incorporação”, “Setor”, “Radioisótopo”, “Tipo de Monitoração” e “Frequência”, são para criar parâmetros que serão utilizados no *IntDosWeb*. Esses parâmetros são armazenados no banco de dados. É possível com cada uma dessas opções incluir, alterar e excluir.

Para efetuar as opções alterar ou excluir deve-se prestar muita atenção, pois são parâmetros utilizados praticamente em todos os formulários do sistema, uma alteração ou exclusão implicará na alteração de todos os dados comuns relacionados no banco de dados.

- Menu Opções

Sub Menu Mudar Senha - é utilizado para a mudança de senha pessoal e recomenda-se que seja mantida em sigilo. O usuário poderá trocar sua senha por meio do próprio *IntDosWeb* caso seja necessário.

4.1.2 Grupo de Cálculo de Dose

O menu principal para o perfil Grupo de Cálculo de Dose apresenta as seguintes opções: “Cadastrar”, “Monitoração”, “Dose”, “Opções” e “Relatório”. A FIG. 4.5 apresenta a página inicial com menu e sub menu para o perfil Grupo de Cálculo de Dose.

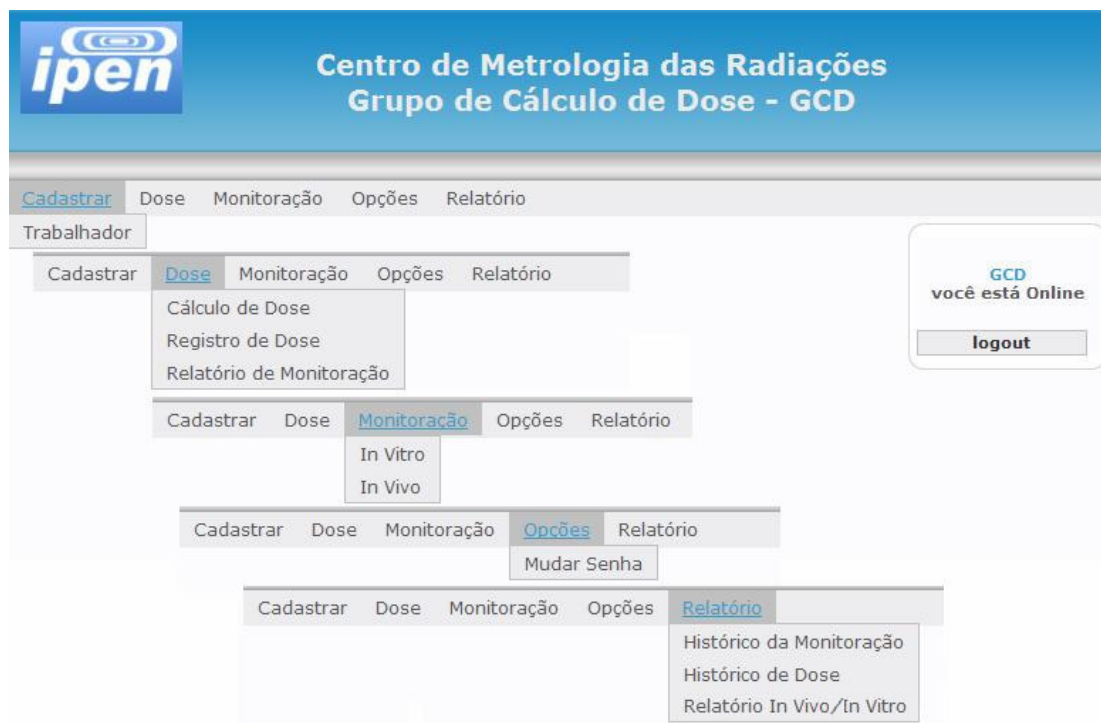


FIGURA 4.5 - Representação gráfica do menu de acesso ao perfil Grupo de Cálculo de Dose

- Menu Cadastrar

Sub Menu Trabalhador - eventualmente o Grupo de Cálculo de Dose poderá registrar os dados do trabalhador. Essa função é exclusiva do Supervisor responsável pelo Trabalhador.

- Menu Monitoração

Sub Menu *In Vivo* - eventualmente o Grupo de Cálculo de Dose poderá inserir dados da monitoração *In Vivo*, fornecido pelo Laboratório de Monitoração *In Vivo* e também poderá efetuar pesquisas e alteração de dados da monitoração.

Sub Menu *In Vitro* - eventualmente o Grupo de Cálculo de Dose poderá inserir dados da monitoração *In Vitro*, fornecido pelo Laboratório de Monitoração *In Vitro* e também poderá efetuar pesquisas e alteração de dados da monitoração.

Sabe-se que qualquer alteração efetuada é registrada no banco de dados indicando a data e o usuário.

- Menu Dose

Sub Menu Relatório de Monitoração - esta opção permite ao grupo de cálculo de dose pesquisar, por período, as monitorações inseridas no banco de dados para os quais o cálculo de dose ainda não tenha sido efetuado. Permite também salvar a pesquisa em planilha Excel.

Sub Menu Cálculo de Dose – a avaliação da incorporação e da dose efetiva comprometida é efetuada utilizando um programa auxiliar denominado *Activity Internal Dose Estimation*⁽⁴³⁾, (AIDE). Este programa foi desenvolvido pelo Dr. Luiz Bertelli, por solicitação de um programa de treinamento da Acordo Regional de Cooperação para a Promoção da Ciência e Tecnologia Nucleares na America Latina e Caribe, (ARCAL) para ser utilizado na harmonização das avaliações das doses para os países membros da América Latina.

Sub Menu Registro de Dose - aqui é onde o Grupo de Cálculo de Dose poderá pesquisar e quando necessário alterar registro de dose inserido no *IntDosWeb*.

- Menu Relatório

Sub Menu Histórico de Dose - apresenta o histórico dos resultados das doses dos trabalhadores calculadas pelo Grupo de Cálculo de Dose.

Sub Menu Histórico de Monitoração - apresenta o histórico das medidas e análises das monitorações dos trabalhadores efetuados pelos Laboratórios de Monitoração *In Vivo* e *In Vitro*.

Sub Menu Relatório *In Vivo* / *In Vitro* - onde se realiza os relatórios da dose efetiva comprometida dos trabalhadores por meio da monitoração *in vivo* e *in vitro*.

- Menu Opções

Sub Menu Mudar Senha - O usuário do cálculo de dose poderá trocar sua senha no próprio *IntDosWeb* caso seja necessário.

4.1.3 Laboratório de Monitoração *In Vivo*

O menu principal para o perfil Laboratório de Monitoração *In Vivo* encontra-se as seguintes opções: “Cadastrar”, “Monitoração” e “Opções”. A FIG. 4.6 apresenta a página inicial com menu e sub menu para o perfil Laboratório de Monitoração *In Vivo*.

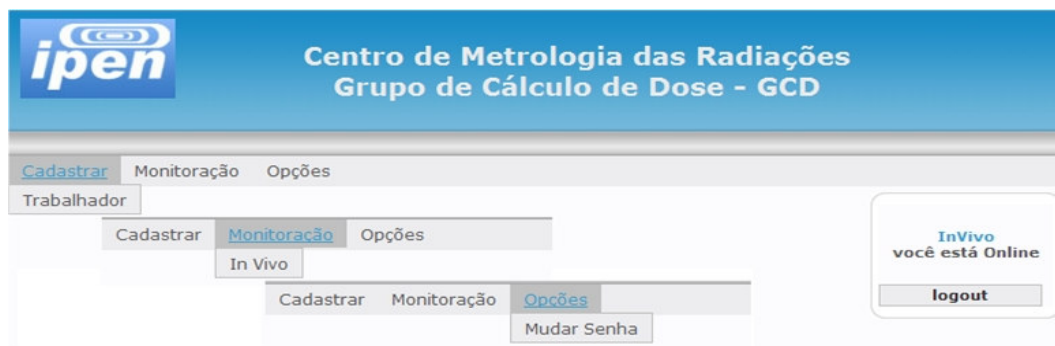


FIGURA 4.6 - Representação gráfica do menu de acesso ao perfil Laboratório de Monitoração *In Vivo*

- Menu Cadastrar

Sub Menu Trabalhador - eventualmente o Laboratório de Monitoração *In Vivo* poderá registrar os dados do trabalhador. Como mencionado anteriormente essa função é exclusiva do Supervisor responsável pelo Trabalhador.

- Menu Monitoração

Sub Menu *In Vivo* - Esta opção permite inserir os dados da monitoração *in vivo* obtidos por meio da medida do corpo inteiro, além de pesquisar e alterar os dados quando estritamente necessário.

- Menu Opções

Sub Menu Mudar Senha - a senha é de uso pessoal e recomenda-se que seja mantida em sigilo. O usuário poderá trocar sua senha por meio do próprio *IntDosWeb* caso seja necessário.

4.1.4 Laboratório de Monitoração *In Vitro*

O menu principal para o perfil Laboratório de Monitoração *In Vitro* apresenta as seguintes opções: “Cadastrar”, “Monitoração” e “Opções”.

A FIG. 4.7 apresenta a página inicial com menu e sub menu para o perfil Laboratório de Monitoração *In Vitro*.

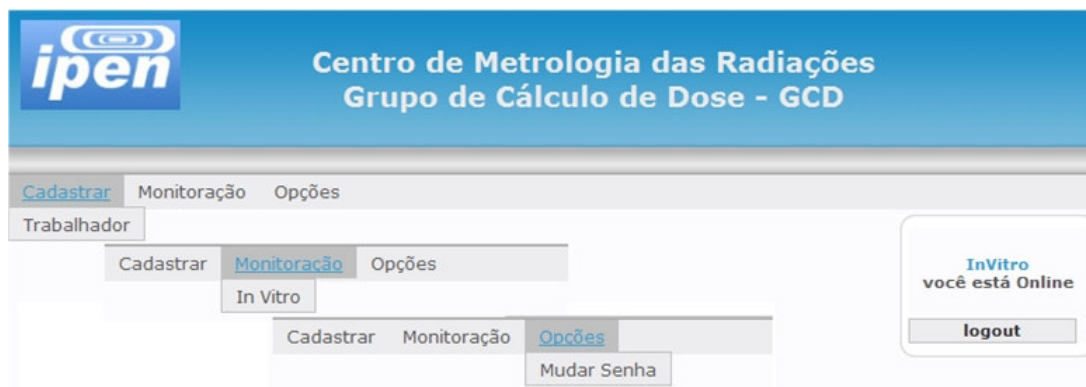


FIGURA 4.7 - Representação gráfica do menu de acesso ao perfil Laboratório de Monitoração *In Vitro*

- Menu Cadastrar

Sub Menu Trabalhador - o Laboratório de Monitoração *In Vitro* também tem permissão para registrar os dados do trabalhador em caso da impossibilidade do supervisor efetuar-la.

- Menu Monitoração

Sub Menu *In Vitro* - A pessoa cadastrada para esta tarefa pode inserir os dados da monitoração *in vitro* obtidos por meio da análise das excretas, além de pesquisar e alterar os dados quando estritamente necessário.

- Menu Opções

Sub Menu Mudar Senha - o usuário poderá trocar sua senha por meio do próprio *IntDosWeb* em caso de necessidade.

4.1.5 Supervisor

O menu principal para o perfil Supervisor apresenta as seguintes opções: “Cadastrar”, “Relatório” e ”Opções”. A FIG. 4.8 apresenta a página inicial com menu e sub menu para o perfil Supervisor.

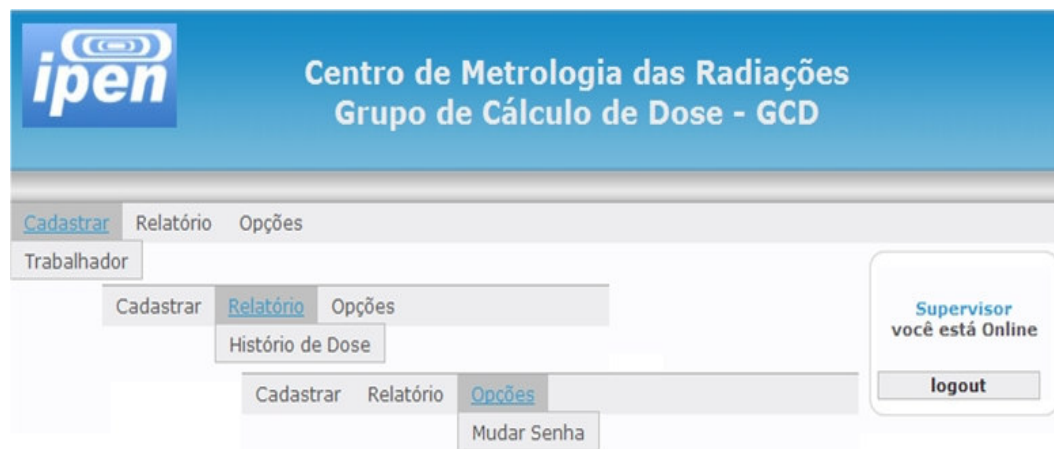


FIGURA 4.8 - Representação gráfica do menu de acesso ao perfil Supervisor

- Menu Cadastrar

Sub Menu Trabalhador - o Supervisor é responsável pelo cadastro do trabalhador da instalação sob sua área de atuação. Neste sub menu é possível efetuar pesquisas e alteração de dados.

- Menu Relatório

Sub Menu Relatório de Dose - o perfil Supervisor tem acesso somente ao relatório de dose dos trabalhadores de sua supervisão.

- Menu Opções

Sub Menu Mudar Senha – caso seja necessário o Supervisor poderá trocar sua senha por meio do próprio *IntDosWeb*.

4.1.6 Trabalhador

O menu principal para o perfil Trabalhador apresenta as seguintes opções: “Cadastrar” e ”Opções”. A FIG. 4.9 apresenta a página inicial com menu e sub menu para o perfil Trabalhador.

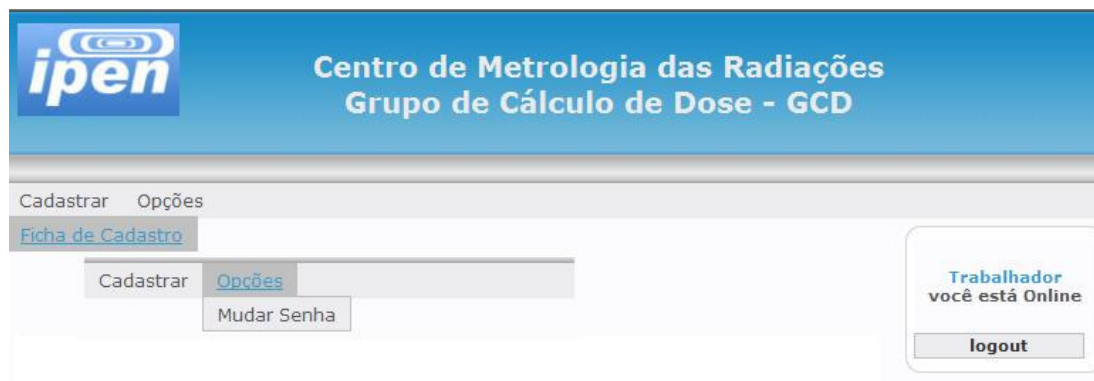


FIGURA 4.9 - Representação gráfica do menu de acesso ao perfil Trabalhador

- Cadastrar

Sub Menu Ficha de Cadastro - o perfil Trabalhador permite apenas acesso a visualização dos dados cadastrais.

- Menu Opções

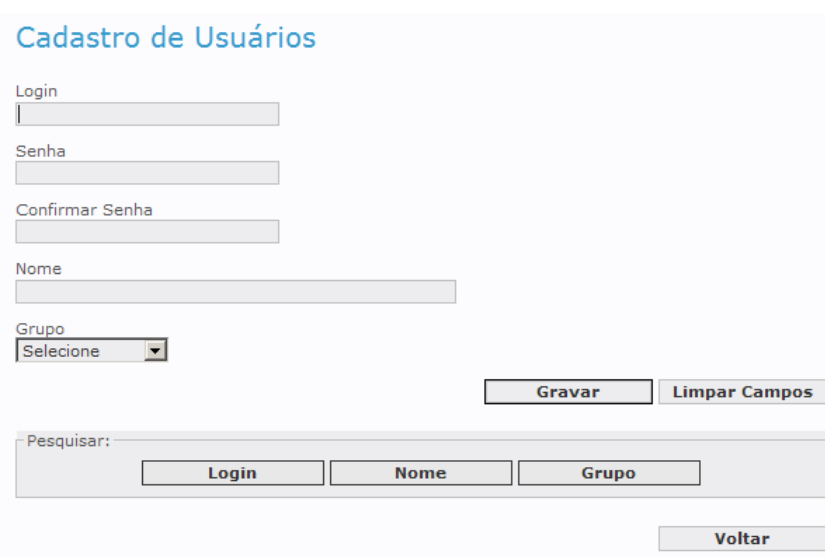
Sub Menu Mudar Senha – este sub menu permite ao Trabalhador alterar a sua senha caso seja necessário.

4.2 Funcionalidade do *IntDosWeb*

4.2.1 Cadastro de Usuários do Sistema

O Administrador do sistema é quem efetua a inclusão de novos usuários no *IntDosWeb*, porém quem solicita a inclusão são as áreas envolvidas no programa de monitoração interna. O cadastro é feito a partir do formulário, conforme apresentado na FIG. 4.10 onde todos os campos precisam ser preenchidos.

A distinção dos tipos de usuários é feito por meio do campo Grupo com as seguintes opções: “Administrador”, “GCD”, “*In Vivo*”, “*In Vitro*”, “Supervisor” e “Trabalhador”.



O formulário, intitulado "Cadastro de Usuários", contém os seguintes campos e elementos:

- Campos de texto para "Login", "Senha" e "Confirmar Senha".
- Campo de texto para "Nome".
- Menu suspenso para "Grupo" com a opção "Selecione".
- Botões "Gravar" e "Limpar Campos".
- Seção de busca com o rótulo "Pesquisar:" e botões para filtrar por "Login", "Nome" e "Grupo".
- Botão "Voltar" na base inferior direita.

FIGURA 4.10 - Formulário de cadastro de usuários

4.2.2 Relação Supervisor x Setor

A FIG. 4.11 apresenta o formulário relação Supervisor e Setor. Este formulário foi criado para atender o fato de existirem supervisores que atuam em mais de um setor e setores que possuem mais de um supervisor.

Os combos da FIG. 4.11 são “populados” pelo próprio sistema por meio do banco de dados. O sistema também verifica a duplicidade das relações, ou seja, as relações existentes são informadas com uma mensagem de alerta.



The image shows a web form titled "Supervisor x Setor". It contains two dropdown menus. The first is labeled "*Supervisor" and the second is labeled "*Setor". Both dropdown menus have "Selecione" (Select) as the current selection. Below the dropdowns, there are four buttons: "Gravar" (Save), "Pesquisar Supervisor" (Search Supervisor), "Pesquisar Setor" (Search Sector), and "Limpar Campos" (Clear Fields).

FIGURA 4.11 - Formulário de relação supervisor x setor

4.2.3 Cadastro de Trabalhador

O cadastro do trabalhador é destinado ao trabalhador que está ocupacionalmente exposto ao material radioativo na forma não selada. Esse cadastro será efetuado pelo supervisor e opcionalmente pelo responsável do Grupo de Cálculo de Dose ou pelo responsável pelos Laboratórios de Monitoração *In Vivo* e *In Vitro*.

O cadastro é efetuado por meio de alguns passos que prevêm o preenchimento de dados para a identificação do trabalhador. A FIG. 4.12 apresenta o primeiro passo no cadastro de pessoal. Os campos que contém o caractere asterisco (*) são de preenchimento obrigatório. O campo “Nacionalidade” apresenta as opções “Brasileiro” e “Estrangeiro”. Ao optar pela nacionalidade estrangeira os campos “CPF” e “RG” alteram-se para “Passaporte” e “Documento”. Os campos que não contém o caractere asterisco (*) são de preenchimento opcional, como o “Documento de Identidade”, “Peso” e “Altura”.

Cadastro de Dados Pessoais de Trabalhadores

*Nome Completo:

*Nacionalidade:

*CPF (xxxxxxxxxx - Informar sem espaço e pontuação)

RG (xxxxxxxx - Informar sem espaço e pontuação)

*Data de Nascimento (ddmmaaaa - Informar sem espaço e pontuação)

*Sexo:

Peso(kg):

Altura(m):

FIGURA 4.12 - Formulário de cadastro de trabalhador - primeiro passo

O segundo passo no preenchimento de cadastro é informar a instituição onde o trabalhador exercerá sua função. A FIG. 4.13 apresenta os seguintes campos “Instituição” e “Setor”, todos eles são dados de preenchimento obrigatório, enquanto “Função” e “Início com a radiação” são dados de preenchimento recomendados, mas que não impedirá o cadastramento.

Cadastro de Trabalhadores Instituição onde Trabalha Atualmente

Você está preenchendo o registro do(a) trabalhador(a) **Xxxx xx Xxxxx Xxxx**

*Intuição:

*Setor:

Função:

Início com a radiação (ddmmaaaa - Informar sem espaço e pontuação)

Gravar

Limpar Campos

Voltar

FIGURA 4.13 - Formulário de cadastro de trabalhador - segundo passo

O terceiro passo trata das informações relativas ao material radioativo que o trabalhador manuseia. A FIG. 4.14 apresenta os campos “Radioisótopo”, “Estado Físico”, “Composto”, “Atividade (Bq)”, “Manipulação % de Tempo”, “Risco” e “Modo de Incorporação”. Todos os campos são de preenchimento obrigatório.

Cadastro de Trabalhadores Informações Relativa com Material Radioativo

Você está preenchendo o registro do(a) trabalhador(a) **Xxxx xx Xxxxx Xxxx**

| | | | |
|--------------------------------|--|-----------------|--|
| *Radioisótopo: | <input type="text" value="Selecione"/> | Estado Físico: | <input type="text" value="Selecione"/> |
| Composto: | <input type="text"/> | Atividade (Bq): | <input type="text"/> |
| Manipulação % de Tempo Mensal: | <input type="text"/> | Risco: | <input type="text" value="Baixo"/> |

Modo de Incorporação:

- Inalação
- Ingestão
- Contaminação da pele

Gravar **Limpar Campos** **Voltar**

FIGURA 4.14 - Formulário de cadastro de trabalhador - terceiro passo

No quarto passo deve-se informar os radioisótopos manuseados pelo trabalhador. A FIG. 4.15 apresenta os campos “Radioisótopo”, “Início” e “Término”.

Cadastro de Trabalhador
Radioisótopo com os Quais Trabalhou (ou Trabalha)

Você está preenchendo o registro do(a) trabalhador(a) **Xxxx xx Xxxxx Xxxx**

*Radioisótopo:

Início (dd/mm/aaaa):

Término (dd/mm/aaaa):

FIGURA 4.15 - Formulário de cadastro de trabalhador - quarto passo

Por fim, o quinto e último passo deve-se informar o tipo de monitoração adequada para o trabalhador sendo este dependente dos demais, pois o tipo de emissão do radioisótopo é que vai determinar o tipo de monitoração. A FIG. 4.16 apresenta os seguintes campos, “Monitoração” e “Observação”.

Cadastro de Trabalhador
Tipo de Monitoração

Você está preenchendo o registro do(a) trabalhador(a) **Xxxx xx Xxxxx Xxxx**

*Monitoração:

Observação do Supervisor de Radioproteção:

FIGURA 4.16 - Formulário de cadastro de trabalhador - quinto passo

4.2.4 Monitoração *In Vivo*

Este módulo do *IntDosWeb* possui três formulários. Para efetuar a inserção da monitoração é preciso saber se o trabalhador está cadastrado na base de dados. Neste caso ao optar pelo menu Monitoração e Sub Menu *In Vivo* da FIG. 4.6 o primeiro formulário que o usuário irá visualizar é o Formulário de Pesquisa, apresentado na FIG. 4.17. Este formulário vem apenas com o campo para inserir o nome do trabalhador a ser pesquisado.

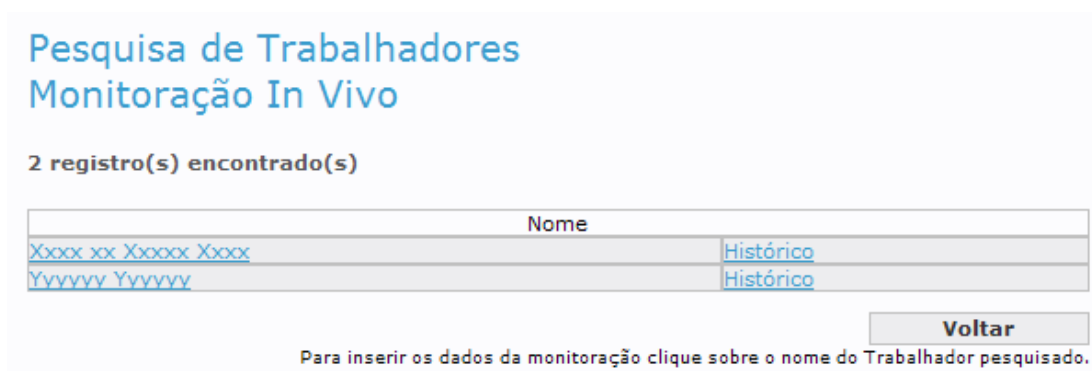


The image shows a web interface titled "Monitoração In Vivo" in blue text. Below the title, there is a section labeled "Pesquisar trabalhadores" in bold. Underneath, the label "Nome:" is followed by a long, empty text input field. At the bottom of the form, there are three buttons: "Pesquisar" (highlighted with a dark border), "Limpar Campos", and "Voltar".

FIGURA 4.17 - Formulário de monitoração *in vivo* - pesquisa de trabalhador

Após acionar o botão “Pesquisar”, um segundo formulário, Pesquisa de Trabalhadores será exibido conforme apresentado na TAB. 4.1. Neste formulário visualiza-se uma tabela com duas colunas sendo que a primeira contém um *link* com o nome do trabalhador e a segunda contém um *link* com seu Histórico. Ao clicar no *link* com o nome do trabalhador um terceiro formulário, Monitoração *In Vivo*, é visualizado, conforme apresentado na FIG. 4.18.

TABELA 4.1 - Formulário de monitoração *in vivo* - resultado da pesquisa de trabalhador



Pesquisa de Trabalhadores
Monitoração In Vivo

2 registro(s) encontrado(s)

| Nome | |
|------------------------------------|---------------------------|
| Xxxx xx Xxxxx Xxxx | Histórico |
| Yyyyyy Yyyyyy | Histórico |

Voltar

Para inserir os dados da monitoração clique sobre o nome do Trabalhador pesquisado.

Pode-se observar na parte superior do formulário, na FIG. 4.18, os dados pessoais do trabalhador como “Nome”, “CPF”, “Instituição”, “Setor”, “Função”, “Início com a radiação” e seu(s) respectivo(s) supervisor(ers). Abaixo destas informações vem os campos para inserir os dados na monitoração *in vivo*, são eles, “Tipo de Monitoração”, “Identificação do Relatório”, “Data da Monitoração”, “Frequência”, “Radionuclídeo”, “Órgão”, “Atividade (Bq)”, “LD” e “Observação”.

Essas informações são obtidas por meio da monitoração do corpo inteiro efetuado pelo Laboratório de Monitoração *In Vivo*.

Vale ressaltar que somente os usuários do Laboratório de Monitoração *In Vivo* e usuários do Grupo de Cálculo de Dose têm acesso a estes formulários, conforme descrito nos itens 4.1.2 e 4.1.3.

Ao clicar no *link* “Histórico” da segunda coluna pode-se observar os resultados da monitoração.

Monitoração In Vivo

Trabalhador: XXXX XX XXXXX XXXX

CPF: XXX.XXX.XXX-XX

Data de Nascimento: XXXX-XX-XX

Instituição: XXXX

Setor: XXXX

Função: XXXXXXXX

Início com a radiação: XX/XX/XXXX

Supervisor(es): XXXXXXXX

Tipo de Monitoração:

Rotineiro

*Identificação do Relatório

*Data da Monitoração(ddmmaaaa - Informar sem espaço e pontuação)

Frequência:

Selecione

Radionuclídeo:

Selecione

Órgão

Atividade (Bq):

 ±

LD

Observação:

Gravar

Limpar Campos

Voltar

FIGURA 4.18 - Formulário de monitoração *in vivo* - inserção dos dados da monitoração

4.2.5 Monitoração *In Vitro*

O módulo da monitoração *in vitro* no *IntDosWeb* possui cinco formulários. Tal como feito na monitoração *in vivo*, começamos com o formulário de pesquisa apresentado na FIG. 4.19, pois antes de inserir os dados da monitoração *in vitro* deve-se verificar a existência do trabalhador na base de dados.



Monitoração In Vitro

Pesquisar trabalhadores

Nome:

Pesquisar **Limpar Campos** **Voltar**

FIGURA 4.19 - Formulário de monitoração *in vitro* - pesquisa de trabalhador

A FIG. 4.19 apresenta o formulário para efetuar a pesquisa do trabalhador por meio do nome. Ao efetuar esta pesquisa será visualizada a TAB. 4.2. Aqui, visualiza-se uma tabela com cinco colunas, sendo que a primeira coluna contém um *link* com o nome do trabalhador, as três colunas seguintes o método de análise Tório, Trítio e por Actinídeos, e a quinta coluna contém um *link* com o Histórico da monitoração para o trabalhador daquela linha. Vamos destacar nesse item a segunda, terceira e quarta coluna.

Após clicar no *link* “Tório” o usuário irá visualizar o formulário apresentado na FIG. 4.20.

TABELA 4.2 - Formulário de monitoração *in vitro* - resultado da pesquisa de trabalhador



Pesquisa de Trabalhadores
Monitoração In Vitro

2 registro(s) encontrado(s)

| Nome | Método de Análise | | | |
|--------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|
| Xxxx xx Xxxxx Xxxx | Tório | Trítio | ACTAAN | Histórico |
| Yyyyyy Yyyyyy | Tório | Trítio | ACTAAN | Histórico |

Voltar

Para inserir os dados da monitoração clique sobre o nome do Trabalhador pesquisado.

Pode-se observar na parte superior do formulário na FIG. 4.20 os dados pessoais do trabalhador como “Nome”, “CPF”, “Instituição”, “Setor”, “Função”, “Início com a radiação” e seu(s) respectivo(s) supervisor(ers). Abaixo destas informações vêm os campos para inserir os dados na monitoração *in vitro* por meio do método de análise para o Tório. Esses campos são “Tipo de Monitoração”, “Identificação do Relatório”, “Material Analisado”, “Radionuclídeo”, “Método”, “Instituição”, “FSS (Ficha de Solicitação de Serviço)”, “Data da Coleta”, “Massa de Th-232 ng/L”, “Excreção diária micrograma/dia”, “Atividade (Bq/dia)”, “Incerteza (Bq/dia)” e “Observação”.

Monitoração In Vitro - Tório

Trabalhador: Xxxx xx Xxxxx Xxxx

CPF: xxx.xxx.xxx-xx

Data de Nascimento: xxxxx-xx-xx

Instituição: xxxxx

Setor: xxxxx

Função: xxxxxxxxx

Início com a radiação: xx/xx/xxxx

Supervisor(es): xxxxxxxxx

Tipo de Monitoração:

Rotineiro

Identificação do Relatório:

Material Analisado:

Radionuclídeo:

Selecione

Método:

Instituição:

FSS:

Data da Coleta(ddmmaaaa - Informar sem espaço e pontuação)

Massa de Th-232 ng/L:

Excreção Diária (Micrograma/dia):

Atividade (Bq/dia):

Incerteza (Bq/dia):

Observação:

Gravar

Limpar Campos

Voltar

FIGURA 4.20 - Formulário de monitoração *in vitro* - inserção dos dados da monitoração *in vitro* para o método de análise tório

A FIG. 4.21 apresenta o formulário para análise do Trítio. Pode-se observar na parte superior do formulário os dados pessoais do trabalhador sendo eles “Nome”, “CPF”, “Instituição”, “Setor”, “Função”, “Início com a radiação” e seu(s) respectivo(s) supervisor(ers). Abaixo destas informações vêm os campos para inserir os dados na monitoração *in vitro* por meio do método de análise para o Trítio que são: “Tipo de Monitoração”, “Identificação do Relatório”, “Material Analisado”, “Radionuclídeo”, “Método”, “Instituição”, “FSS (Ficha de Solicitação de Serviço)”, “Data da Coleta”, “Excreção diária micrograma/dia”, “Atividade (Bq/dia)”, “Incerteza (Bq/dia)” e “Observação”.

Na FIG. 4.22 o formulário apresenta os dados a serem inseridos para análise dos Actinídeos. Observa-se na parte superior do formulário os mesmo dados pessoais do trabalhador, como feito para análise do Tório e do Trítio. Abaixo destas informações vêm os campos para inserir os dados na monitoração *in vitro* por meio do método de análise dos actinídeos, ou seja, “Tipo de Monitoração”, “Identificação do Relatório”, “Material Analisado”, “Radionuclídeos Quantificados”, “Método”, “Instituição”, “FSS (Ficha de Solicitação de Serviço)”, “Data da Coleta”, “Atividade em Bq/L Th-232”, “Atividade em Bq/L U-234”, “Atividade em Bq/L U-235”, “Atividade em Bq/L U-238”, “Atividade em Bq/L Am-241”, “Atividade em Bq/L Pu-239/240” e “Observação”.

Essas informações são obtidas por meio da monitoração de análise das excretas efetuadas pelo Laboratório de Monitoração *In vitro*.

Vale ressaltar que somente os usuários do Laboratório de Monitoração *In vitro* e usuários do Grupo de Cálculo de Dose tem acesso a estes formulários, conforme descrito nos itens 4.1.2 e 4.1.4.

Monitoração In Vitro - Trítio

Trabalhador: Xxxx xx Xxxxx Xxxx

CPF: xxx.xxx.xxx-xx

Data de Nascimento: xxxx-xx-xx

Instituição: xxxx

Setor: xxxx

Função: xxxxxxxx

Início com a radiação: xx/xx/xxxx

Supervisor(es): xxxxxxxx

Tipo de Monitoração:

Rotineiro

Identificação do Relatório:

Material Analisado:

Radionuclídeo:

Selecione

Método de Análise:

Instituição:

FSS:

Data da Coleta(ddmmaaaa - Informar sem espaço e pontuação)

Atividade (Bq/L):

±

Excreção diária micrograma/dia:

±

Atividade (Bq/dia):

±

Observação:

Gravar

Limpar Campos

Voltar

FIGURA 4.21 - Formulário de monitoração *in vitro* - inserção dos dados da monitoração *in vitro* para o método de análise trítio

Monitoração In Vitro - ACTAAN

Trabalhador: Xxxx xx Xxxxx Xxxx

CPF: xxx.xxx.xxx-xx

Data de Nascimento: xxxx-xx-xx

Instituição: xxxxx

Setor: xxxxx

Função: xxxxxxxxx

Início com a radiação: xx/xx/xxxx

Supervisor(es): xxxxxxxxx

Tipo de Monitoração:

Rotineiro

Identificação do Relatório:

Material Analisado:

Radionuclídeos Quantificados:

Método de Análise:

Instituição:

FSS:

Data da Coleta(ddmmaaaa - Informar sem espaço e pontuação)

Atividade em Bq/L Th-232:

 ±

Atividade em Bq/L U-234:

 ±

Atividade em Bq/L U-235:

 ±

Atividade em Bq/L U-238:

 ±

Atividade em Bq/L Am-241:

 ±

Atividade em Bq/L Pu-239/240:

 ±

Observação:

Gravar

Limpar Campos

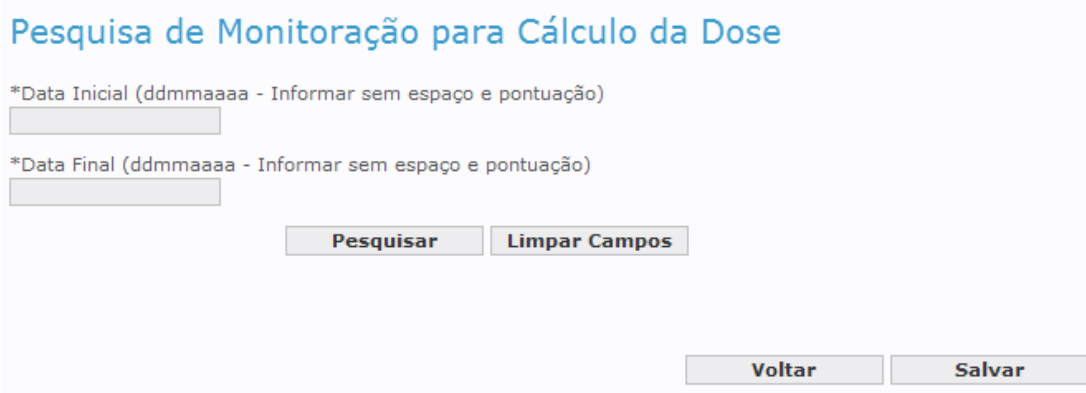
Voltar

FIGURA 4.22 - Formulário de monitoração *in vitro* - inserção dos dados da monitoração *in vitro* para o método actinídeos

4.2.6 Cálculo da Dose

Presentemente, o Grupo de Cálculo de Dose recebe os relatórios de medida dos Laboratórios de Monitoração *In Vivo* e *In Vitro*, respectivamente em planilha Excel e em documento editado no Word. Pretende-se com a implementação do *IntDosWeb* que o fluxo das informações passe a ser efetuada eletronicamente, e os laboratórios registrem os dados conforme mencionado nos itens 4.2.4 e 4.2.5.

No *IntDosWeb* o cálculo de dose é efetuado em três etapas. A primeira etapa é verificar para qual monitoração existente na base de dados ainda não foi efetuada a avaliação da dose. Para tanto, foi criado um formulário para efetuar uma pesquisa por período, o que é apresentado na FIG. 4.23.



Pesquisa de Monitoração para Cálculo da Dose

*Data Inicial (ddmmaaaa - Informar sem espaço e pontuação)

*Data Final (ddmmaaaa - Informar sem espaço e pontuação)

FIGURA 4.23 - Formulário de pesquisa de monitoração para cálculo da dose

O formulário da FIG. 4.23 contém dois campos, que são: “Data Inicial” e “Data Final”. Esses campos são de preenchimento obrigatório e caso o usuário não preencha corretamente estes campos, o *IntDosWeb* emitirá uma mensagem de erro. A mensagem de erro é apresentada na FIG. 4.24.

Atenção

:: Favor, informar a data inicial.
:: Favor, informar a data final.
Clique [aqui](#) para voltar.

FIGURA 4.24 - Mensagem de erro - pesquisa de monitoração para cálculo da dose

Após os campos preenchidos corretamente o sistema irá gerar uma tabela, TAB. 4.3, com o registro das monitorações realizadas na data informada. Esta tabela poderá ser salva em planilha Excel de acordo com a conveniência.

A TAB. 4.3 apresenta os resultados das medidas separada em blocos de acordo com o tipo de análise realizado e informa, na coluna 1 e na coluna 3 os códigos de monitoração e do trabalhador que são gerados automaticamente pelo sistema. O código do trabalhador é gerado na etapa de cadastramento do trabalhador, isto é na finalização da inserção dos dados pessoais. O código da monitoração é gerado na etapa de inserção dos dados de medidas *in vivo* ou *in vitro*.

A segunda etapa é a avaliação da dose pelo Grupo de Cálculo de Dose. A avaliação da incorporação e da dose efetiva comprometida é efetuada utilizando um programa auxiliar AIDE⁽⁴³⁾. Este programa foi desenvolvido pelo Dr. Luiz Bertelli, por solicitação de um programa de treinamento da (ARCAL) para ser utilizado na harmonização das avaliações das doses para os países membros da América Latina.

A terceira etapa é a de inserir os resultados do cálculo efetuado no AIDE para o *IntDosWeb*. Para inserir os dados, o usuário deverá clicar no Menu Dose e Sub Menu Cálculo de Dose da FIG. 4.5 para acessar o formulário da FIG. 4.25. Os campos “Código de Trabalhador”, “Código da Monitoração” e “Método de Análise” da FIG. 4.25 são aqueles constantes na TAB. 4.3. Ao informar este dados, o sistema irá gerar o formulário da FIG. 4.26, onde os campos “Modo de Incorporação”, “Forma de Incorporação”, “Classe”, “AMAD”,

“Tempo depois da incorporação”, “Incorporação (Bq)” e “Cálculo da Dose (mSv)” devem ser preenchidos.

TABELA 4.3 - Resultado da pesquisa de monitoração para cálculo da dose

2 registro(s) encontrado(s) no período de 01/04/2007 a 30/06/2007

Histórico In Vivo

| Cód. Monit. | Relatório | Cód. Trabalhador | Trabalhador | Data Cadastro | Freq. | Tipo de Monit. | Radionuclídeo | Órgão | Data Monitoração | Atividade | Erro Atividade | LD |
|-------------|-------------|------------------|------------------------|---------------|--------|----------------|---------------|----------|------------------|-----------|----------------|-----|
| 13 | Rel_CR_0307 | 1 | Xxxx xxx Xxxxx Xxxx | 25/10/2007 | Mensal | Rotineiro | 131-I | CI | 14/06/2007 | LD | LD | 150 |
| 14 | CH_XX | 1 | Xxxx xxx Xxxxx Xxxx | 25/10/2007 | Mensal | Especial | 131-I | Tireoide | 18/06/2007 | LD | LD | 100 |

2 registro(s) encontrado(s) no período de 01/04/2007 a 30/06/2007

Histórico Tório

| Cód. Monit. | Relatório | Cód. Trabalhador | Trabalhador | Data do Cadastro | Relatório | Data da Coleta | Radionuclídeo | Material Análizado | Massa de Th ng/L | Excreção diária micrograma /dia | Atividade Bq/dia | Incerteza Bq/dia |
|-------------|--------------|------------------|------------------------|------------------|--------------|----------------|---------------|--------------------|------------------|---------------------------------|------------------|------------------|
| 2 | ThU 004/2006 | 1 | Xxxx xxx Xxxxx Xxxx | 26/06/2007 | ThU 004/2006 | 12/04/2006 | 232-Th | Urina | 4,78E+01 | 7,55E-02 | 3,02E-04 | 5,44-06 |
| 3 | ThU 004/2006 | 1 | Xxxx xxx Xxxxx Xxxx | 26/06/2007 | ThU 004/2006 | 13/04/2006 | 232-Th | Urina | 2,49E+01 | 3,97E-02 | 1,59E-04 | 2,86E-06 |

1 registro(s) encontrado(s) no período de 01/04/2007 a 30/06/2007

Histórico Trítio

| Cód. Monit. | Relatório | Cód. Trabalhador | Trabalhador | Data do Cadastro | Relatório | Data da Coleta | Radionuclídeo | Material Análizado | Atividade em Bq/L | Excreção diária micrograma /dia | Atividade Bq/dia |
|-------------|-----------|------------------|------------------------|------------------|-----------|----------------|---------------|--------------------|-------------------|---------------------------------|------------------|
| 2 | 00X/20XX | 1 | Xxxx xxx Xxxxx Xxxx | 26/06/2007 | 00X/20XX | 10/05/2006 | 3-H | Uina | xx,xxx | xx,xxx | 3,02E-04 |

1 registro(s) encontrado(s) no período de 01/04/2007 a 30/06/2007

Histórico ACTANN

| Cód. Monit. | Relatório | Cód. Trabalhador | Trabalhador | Data | | Atividade em Bq/L | | | | | |
|-------------|-----------|------------------|------------------------|------------|------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|---------------------|
| | | | | Cadastro | Coleta | Th-232 | U-234 | U-235 | U-238 | Am-241 | Pu-239/240 |
| 3 | ACTAAN | 1 | Xxxx xxx Xxxxx Xxxx | 26/06/2007 | 12/04/2006 | xx,xxx ± xx,xxx | xx,xxx ± xx,xxx | xx,xxx ± xx,xxx | xx,xxx ± dghdggf | xx,xxx ± xx,xxx | 3,02E-04 ± 5,44E-06 |

Cálculo de Dose

Informar os dados da monitoração do(a) trabalhador(a)

*Código da Monitoração:

*Identificação do(a) Trabalhador(a):

*Método de Análise:

FIGURA 4.25 - Formulário para pesquisar o registro do trabalhador e monitoração

Cálculo de Dose

Trabalhador: XXXX XX XXXXX XXXX

CPF: XXX.XXX.XXX-XX

Data de Nascimento: XXXX-XX-XX

Instituição: XXXX

Setor: XXXX

Função: XXXXXXXX

Início com a radiação: XX/XX/XXXX

Supervisor(es): XXXX:XXXX

Cód. da Monitoração: 13

Relatório: Rel_CR_0307

Freqüência: Mensal

Data da Monitoração: 14/06/2007

Tipo de Monitoração: Rotineiro

Radionuclídeo: 131-I

Órgão: CI

Atividade: LD ± LD

LD: 150

Obs:

Modo de Incorporação:

Inalação ▼

Forma de Incorporação:

Agudo ▼

Classe:

F ▼

AMAD:

Tempo depois da incorporação:

Incorporação (Bq):

±

Cálculo da Dose (mSv):

±

Voltar

Gravar

FIGURA 4.26 - Formulário para inserir resultado da dose

4.2.7 Relatórios de Dose

O *IntDosWeb* dispõe de opções para gerar relatórios individuais e relatórios com resultados do cálculo de dose das monitorações *in vivo* e *in vitro* de todos os trabalhadores da instalação da área de atuação de cada supervisor.

O relatório gerado para o supervisor contém os dados dosimétricos, a incorporação e dose efetiva comprometida e os dados de identificação dos trabalhadores.

4.2.7.1 Relatório *In Vivo* e *In Vitro*

A FIG. 4.27 apresenta o formulário pra gerar os relatórios para as medidas *in vivo* e *in vitro*. Este formulário é subdivido em três funções: “Relatório Supervisor”, “Relatório Individual” e “Relatórios Emitidos”.

A função “Relatório Supervisor”, gera um único relatório com os dados de todos os trabalhadores da instalação. Os seguintes campos devem ser preenchidos: “Setor”, “Método de Análise”, “Tipo de Monitoração”, “Frequência”, “Data Inicial” e “Data Final”.

A função “Relatório Individual” é para gerar relatórios individuais dos trabalhadores. Os seguintes campos devem ser preenchidos: “CPF”, “Método de Análise”, “Tipo de Monitoração”, “Frequência”, “Data Inicial” e “Data Final”.

A função “Relatórios Emitidos” é para pesquisar os relatórios gerados. A pesquisa poderá ser efetuada informando o código completo do relatório ou parte do mesmo.

Relatório Monitoração Interna

Relatório Supervisor

*Setor:

*Método de Análise:

*Tipo de Monitoração:

*Frequência:

*Data Inicial:
(ddmmaaaa - Informar sem espaço e pontuação)

*Data Final:
(ddmmaaaa - Informar sem espaço e pontuação)

Relatório Individual

*CPF:
(xxxxxxxxxxx - Informar sem espaço e pontuação)

*Método de Análise:

*Tipo de Monitoração:

*Frequência:

*Data Inicial:
(ddmmaaaa - Informar sem espaço e pontuação)

*Data Final:
(ddmmaaaa - Informar sem espaço e pontuação)

Relatórios Emitidos

*Código do Relatório:

*Emitido para:

FIGURA 4.27 - Formulário para gerar o relatório do cálculo de dose da monitoração *in vivo* e *in vitro*

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O *IntDosWeb* é um sistema computadorizado para armazenamentos dos dados dos trabalhadores expostos ao material radioativo, sob a forma não selada, implementado em uma arquitetura cliente-servidor, com interface gráfica, utilizando linguagem de programação PHP, para sistemas *web* dinâmicos, banco de dados PostgreSQL e servidor *web* Apache.

5.1 Login

O passo inicial para realizar o acesso ao sistema é a partir de um *Login* e uma Senha. O usuário informará seu nome de acesso e senha, o sistema fará uma autenticação. Sendo os dados verdadeiros, o usuário será encaminhado para página inicial de acordo com o seu perfil. A FIG. 5.1 ilustra o formulário de autenticação.



O formulário de autenticação do sistema *IntDosWeb* apresenta o seguinte layout:

- Título: **IntDosWeb:**
- Etiqueta: **Login:** seguida de um campo de entrada de texto.
- Etiqueta: **Senha:** seguida de um campo de entrada de texto.
- Botão: **OK** (localizado à direita do campo de senha).
- Link: [Lembrar Senha](#) (localizado abaixo do campo de senha).

FIGURA 5.1 - Formulário de autenticação de usuários

5.2 Cadastro

5.2.1 Cadastro de Usuários

No capítulo 4, item 4.2.1, foi apresentado como efetuar o cadastro de usuários de acesso ao sistema *IntDosWeb*. A partir do banco de dados formado por esse cadastro, o sistema permite a consulta dos usuários que pode ser realizada por *login*, do nome do usuário ou por grupo de usuários

(“Administrador”, “GCD”, “*In Vivo*”, “*In Vitro*”, “Supervisor” ou “Trabalhador”), conforme apresentado na FIG. 5.2.



FIGURA 5.2 - Pesquisa de usuários, parte do formulário cadastro de usuários

Após o preenchimento do campo específico e o botão de pesquisa selecionado, a TAB. 5.1 é apresentada. Convém salientar que, caso o preenchimento do campo for omitido, a tabela apresentará o total de usuários cadastrados, exceto nas pesquisas efetuadas por grupo, uma vez que há a necessidade de especificar o perfil desejado.

TABELA 5.1 - Pesquisa de usuários de acesso efetuada por nome

Pesquisa de Usuários de Acesso Efetuada por Nome

6 registro(s) encontrado(s)

| Nome | Username | Permissão | Status |
|-------------------------------|---------------|---------------|--------|
| Administrador | Administrador | Administrador | Ativo |
| GCD | GCD | GCD | Ativo |
| In Vitro | InVitro | In Vitro | Ativo |
| In Vivo | InVivo | In Vivo | Ativo |
| Supervisor | Supervisor | Supervisor | Ativo |
| Trabalhador | Trabalhador | Trabalhador | Ativo |

Voltar

Selecionando um usuário na tabela de pesquisa um formulário para alteração de login aparecerá conforme mostrado na FIG. 5.3. Por meio deste formulário é possível realizar a alteração de senha do Usuário, do Grupo a que este Usuário pertence e o seu status de Ativo para Inativo e vice-versa. Cabe dizer que, se o status do usuário estiver como “Inativo”, o mesmo não conseguirá

acessar o sistema. Após as alterações realizadas no referido formulário é necessário selecionar o botão “Salvar” de maneira a validar todo o processo descrito anteriormente.

Alteração de Usuários

Login
Administrador

Senha
••••

Confirmar Senha
••••

Nome
Administrador

Grupo
Administrador

Status
Ativo

Salvar Voltar

FIGURA 5.3 - Formulário para alteração de dados do usuário

5.2.2 Cadastro de Trabalhadores

Quando o formulário cadastro de trabalhadores é selecionado, conforme descrito em 4.2.3 existe a possibilidade de se realizar uma pesquisa por trabalhadores por meio do campo “Nome” e botão “Pesquisar”. Um exemplo do resultado desta pesquisa é apresentado na TAB. 5.2.

TABELA 5.2 - Pesquisa de trabalhadores

Pesquisa de Trabalhadores

2 registro(s) encontrado(s)

| Nome | Intituição | Material Radioativo | Radioisótopo | Tipo de Monitoração | |
|-------------------|------------|---------------------|--------------|---------------------|-----------|
| Xxxx xx Xxxxx Xxx | Preenchido | Preenchido | Preenchido | Preenchido | Impressão |
| Yyyyyy Yyyyyy | Preencher | Preencher | Preencher | Preencher | Impressão |

Voltar

Observa-se que a pesquisa de trabalhadores apresenta seis colunas: “Nome”, “Instituição”, “Material Radioativo”, “Radioisótopo”, “Tipo de Monitoração” e “Impressão”. Cada uma destas colunas, para cada trabalhador, apresenta um status de “Preenchido”, no caso dos dados estarem completos de acordo com o item 4.2.3, ou “Preencher”, se o campo não estiver preenchido. É possível ainda realizar a alteração dos dados da coluna, conforme mostrado na FIG. 5.4 para dados pessoais de trabalhador, FIG. 5.5 para dados da Instituição, FIG. 5.6 para dados sobre o Material Radioativo, FIG. 5.7 para dados sobre o radioisótopo, FIG. 5.8 para o tipo de monitoração e finalmente a FIG. 5.9 apresenta o formulário de impressão.

The image shows a web form titled "Alteração dos Dados Pessoais de Trabalhadores". The form contains the following fields and controls:

- *Nome Completo:** A text input field with the placeholder "Xxxx xx Xxxxx Xxxx".
- *Nacionalidade:** A dropdown menu with "Brasileiro" selected.
- *CPF (xxxxxxxxxxx - Informar sem espaço e pontuação):** A text input field with the placeholder "xxx.xxx.xxx-xx".
- RG (xxxxxxxx - Informar sem espaço e pontuação):** A text input field with the placeholder "xx.xxx.xxx-x".
- *Data de Nascimento (ddmmaaaa - Informar sem espaço e pontuação):** A text input field with the placeholder "xx/xx/xxxx".
- *Sexo:** A dropdown menu with "Masculino" selected.
- Peso(kg):** A text input field with the placeholder "xx".
- Altura(m):** A text input field with the placeholder "x,xx".

At the bottom right of the form, there are two buttons: "Salvar" and "Voltar".

FIGURA 5.4 - Formulário para alteração de dados do trabalhador

Atualização de Tabalhadores Instituição onde Trabalha Atualmente

Registro do(a) trabalhador(a) **XXXX XX XXXXX XXXX**

*Intituição:

*Setor:

Função:

Início com a radiação (ddmmaaaa - Informar sem espaço e pontuação)

FIGURA 5.5 - Formulário para alteração de dados do trabalhador - instituição

Cadastro de Trabalhadores Informações Relativa com Material Radioativo

Você está preenchendo o registro do(a) trabalhador(a) **XXXX XX XXXXX XXXX**

*Radioisótopo: Estado Físico:

Composto: Atividade (Bq):

Manipulação % de Tempo Mensal: Risco:

Inalação
 Modo de Incorporação: Ingestão
 Contaminação da pele

Registro(s) Encontrado(s)

1 registro(s) encontrado(s)

Radioisótopo: Estado Físico:

Composto: Atividade (Bq):

Manipulação % de Tempo Mensal: Risco:

Modo de Incorporação: Inalação
 Ingestão
 Contaminação da Pele

FIGURA 5.6 - Formulário para alteração de dados do trabalhador - material radioativo

Cadastro de Trabalhador Radioisótopo com os Quais Trabalhou (ou Trabalha)

Você está preenchendo o registro do(a) trabalhador(a) XXXX XX XXXXX XXXX

*Radioisótopo:

Início (dd/mm/aaaa):

Término (dd/mm/aaaa):

Gravar

Limpar Campos

Voltar

Radioisótopo(s) Encontrado(s)

1 registro(s) encontrado(s)

| Radioisótopo | Início | Término | |
|--------------|------------|------------|--------|
| XXXX | XX/XX/XXXX | XX/XX/XXXX | Salvar |

Voltar

FIGURA 5.7 - Formulário para alteração de dados do trabalhador - radioisótopo

Atualização de Trabalhador Tipo de Monitoração

Registro do(a) trabalhador(a) XXXX XX XXXXX XXXX

*Monitoração:

Observação do Supervisor
de Radioproteção:

Salvar

Voltar

FIGURA 5.8 - Formulário para alteração de dados do trabalhador - tipo de monitoração

CADASTRO DE TRABALHADOR - DOSIMETRIA INTERNA

Nome Completo: Xxxx xx Xxxxx Xxxx

Nacionalidade: xxxxxxxx

CPF: xxx.xxx.xxx-xx

RG: XX.XXX.XXX-X

Data de Nascimento: xxxx-xx-xx

Sexo: xxxxxxxx

Peso(kg): xx

Altura(m): x,xx

Intuição Completo: xxxxx

Setor: xxxxx

Função: xxxxxxxx

Início Radiação: xx/xx/xxxx

Informações relativas do trabalho com material radioativo:

| Radioisótopo | Estado Físico | Composto | Atividade (Bq) | Manipulação % de tempo mensal | Incorporação Modo | | | Risco |
|--------------|---------------|----------|----------------|-------------------------------|-------------------|-----|-----|-------|
| | | | | | IH | IG | CP | |
| XXXX | XXXXXX | XX | XX | XX | Sim | Não | Não | Baixo |

Indique os radioisótopos com os quais trabalhou (ou trabalha) em outras instalações:

| Radioisótopo | Início | Término |
|--------------|------------|------------|
| XXXX | XX/XX/XXXX | XX/XX/XXXX |

Tipo de Monitoração: Rotineiro

Observação do Supervisor de Radioproteção:

Local e Data: _____

| Assinatura do Usuário | Assinatura e Carimbo da Imediata da Instalação | Assinatura da Chefia | Assinatura e Carimbo do Supervisor de Proteção Radiológica |
|-----------------------|--|----------------------|--|
| | | | |

Método de Medida Sugerida:

Frequência Sugerida:

Observações da Dosimetria:

Data: ___/___/___

Carimbo/Assinatura

Centro de Metrologia das Radiações - CMR

1ª via - Cálculo de Dose Interna

2ª via - Laboratório de Dosimetria Interna

3ª via - Proteção Radiológica

FIGURA 5.9 - Formulário de impressão da ficha cadastral do trabalhador

5.2.3 Relação Supervisor x Setor

No capítulo 4, item 4.2.2, foi visto como é realizado a relação entre supervisor e setor. A FIG. 5.10 mostra que é possível realizar a pesquisa pelo campo “Supervisor” e pelo campo “Setor”, sendo possível realizar as alterações de setores por supervisor, tanto para alterar o setor ou excluir o mesmo da relação daquele supervisor específico. O mesmo ocorre quando a pesquisa é realizada por setor. Vale ressaltar que a combinação nos campos Supervisor e Setor concatena as informações trazidas diretamente do banco de dados.

| Supervisor | Setor | Ação |
|------------|-------|---------|
| CEN-R | | Excluir |
| CTR-P | | Excluir |
| CEN-SRP | | Excluir |
| CR-GA | | Excluir |

FIGURA 5.10 - Formulário de pesquisa relação supervisor x setor

5.3 Monitoração *In Vivo*

O acesso ao histórico da monitoração *in vivo* é realizado por meio do Menu Monitoração e do Sub Menu *In Vivo* da FIG. 4.6. Conforme citado anteriormente, somente possuem acesso ao histórico de monitoração *in vivo* o Laboratório de Monitoração *In Vivo* e o Grupo de Cálculo de Dose. A FIG. 5.11 mostra um histórico da monitoração individual *in vivo*, que teve suas informações inseridas conforme mencionado no item 4.2.4.

Histórico de Monitoração Individual Interna

Trabalhador: XXXX XX XXXXX XXXX
CPF: XXX.XXX.XXX-XX
Data de Nascimento: XXXX-XX-XX
Instiuição: XXXX
Setor: XXXX
Função: XXXXXXXX
Início com a radiação: XX/XX/XXXX
Supervisor(es): XXXXXXXX

| Data do Cadastro | Relatório | Data da Monitoração | Radionuclídeo | Órgão | Atividade (Bq) | Erro | Monitoração | LD |
|----------------------------|-------------|---------------------|---------------|----------|----------------|------|-------------|-----|
| 25/10/2007 | Rel_CR_0307 | 14/06/2007 | 131-I | CI | LD | LD | Rotineiro | 150 |
| 25/10/2007 | CH_XX | 18/06/2007 | 131-I | Tireoide | LD | LD | Especial | 100 |

FIGURA 5.11 - Histórico de monitoração individual interna *in vivo*

Pode-se observar os dados pessoais do trabalhador e o histórico de medições por data, radionuclídeo, órgão, atividade (Bq), erro, tipo de Monitoração e o Limite de Detecção. Eventualmente a alteração dos dados pode ser realizada selecionando o campo "Data do Cadastro". Neste caso, o formulário de alteração é apresentado conforme na FIG. 5.12. Observa-se que o formulário também apresenta os dados pessoais do trabalhador.

Atualização Monitoração Individual Interna In Vivo

Trabalhador: XXXX XX XXXXX XXXX

CPF: XXX.XXX.XXX-XX

Data de Nascimento: XXXX-XX-XX

Instituição: XXXX

Setor: XXXX

Função: XXXXXXXX

Início com a radiação: XX/XX/XXXX

Supervisor(es): XXXXXXXX

Data do Cadastro:
2007-10-25 13:17:49

Tipo de Monitoração:

Rotineiro

*Identificação do Relatório

Rel_CR_0307

*Data da Monitoração(ddmmaaaa - Informar sem espaço e pontuação)

2007-06-14

Frequência:

Mensal

Radionuclídeo:

131-I

Órgão

CI

Atividade (Bq):

LD

± LD

LD:

150

Observação:

Salvar

Voltar

FIGURA 5.12 - Formulário para alteração de dados da monitoração *in vivo*

5.4 Monitoração *In Vitro*

O acesso ao histórico da Monitoração *In Vitro* é efetuado por meio do Menu Monitoração e do Sub Menu *In Vitro* da FIG. 4.7. Neste caso, somente possuem acesso ao Histórico de Monitoração *In Vitro* o Laboratório de Monitoração *In Vitro* e o Grupo de Cálculo de Dose. A FIG. 5.13 mostra um histórico da monitoração individual *in vitro*, que teve suas informações inseridas conforme mencionado no item 4.2.5.

Histórico de Monitoração Individual Interna - In Vitro

Trabalhador: XXXX XX XXXXX XXXX
 CPF: XXX.XXX.XXX-XX
 Data de Nascimento: XXXX-XX-XX
 Instituição: XXXX
 Setor: XXXX
 Função: XXXXXXXX
 Início com a radiação: XX/XX/XXXX
 Supervisor(es): XXXXXXXX

Histórico Tório

| Data do Cadastro | Relatório | Data da Coleta | Radionuclídeo | Material Análizado | Massa de Th ng/L | Excreção diária micrograma / dia | Atividade Bq/dia | Incerteza Bq/dia |
|----------------------------|--------------|----------------|---------------|--------------------|------------------|----------------------------------|------------------|------------------|
| 26/06/2007 | Thu 004/2006 | 12/04/2006 | 232-Th | Urina | 4,78E+01 | 7,55E-02 | 3,02E-04 | |
| 26/06/2007 | Thu 004/2006 | 13/04/2006 | 232-Th | Urina | 2,49E+01 | 3,97E-02 | 1,59E-04 | |

Histórico Trítio

| Data do Cadastro | Relatório | Data da Coleta | Radionuclídeo | Material Análizado | Atividade em Bq/L | Excreção diária micrograma / dia | Atividade Bq/dia |
|----------------------------|-----------|----------------|---------------|--------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------|
| 26/06/2007 | 00X/20XX | 10/05/2006 | 3-H | Urina | XX,XX ± XX,XX | XX,XX ± XX,XX | 3,02E-04 ± 5,44E-06 |

Histórico ACTAAN

| Data do Cadastro | Relatório | Data da Coleta | Atividade em Bq/L Th-232 | Atividade em Bq/L U-234 | Atividade em Bq/L U-235 | Atividade em Bq/L U-238 | Atividade em Bq/L Am-241 | Atividade em Bq/L Pu-239/240 |
|----------------------------|-----------|----------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|
| 26/06/2007 | ACTAAN | 12/04/2006 | XX,XX ± XX,XX | XX,XX ± XX,XX | XX,XX ± XX,XX | XX,XX ± XX,XX | XX,XX ± XX,XX | 3,02E-04 ± 5,44E-06 |

FIGURA 5.13 - Histórico da monitoração individual interna *in vitro*

Pode-se observar os dados pessoais do trabalhador e o histórico de análises de acordo com o método de análise, que são: Tório, Trítio e Actínídeos.

Eventualmente a alteração dos dados pode ser realizada selecionando o campo “Data do Cadastro”. O formulário de alteração é apresentado na FIG. 5.14. Por meio deste formulário é possível efetuar alterações da medida quando houver necessidade. Observa-se que o formulário também apresenta os dados pessoais do trabalhador. A título de exemplo, é apresentado o formulário de atualização da monitoração interna *in vitro* para o trítio.

Atualização Monitoração Individual Interna In Vitro - Trítio

Trabalhador: XXXX XX XXXXX XXXX
CPF: XXX.XXX.XXX-XX
Data de Nascimento: XXXX-XX-XX
Instituição: XXXX
Setor: XXXX
Função: XXXXXXXX
Início com a radiação: XX/XX/XXXX
Supervisor(es): XXXXXXXX

Data do Cadastro:
2007-06-26 15:35:44

Tipo de Monitoração:
Especial

Identificação do Relatório
00X/20XX

Material Analisado:
Urina

Radionuclídeo:
3-H

Método:
Cintilação Líquida

Instituição:
XXXXX

FSS:
00X/200X

Data da Coleta(ddmmaaaa - Informar sem espaço e pontuação)
10/05/2006

Atividade (Bq/L):
XX,XX ± XX,XX

Excreção diária micrograma/dia:
XX,XX ± XX,XX

Atividade (Bq/dia):
3,02E-04 ± 5,44E-06

Observação:

Salvar Voltar

FIGURA 5.14 - Formulário para alteração de dados da monitoração *in vitro* - trítio

5.5 Cálculo de Dose

5.5.1 Relatório de Monitoração

A FIG. 5.15 apresenta uma pesquisa efetuada por período, conforme mencionado no capítulo 4, item 4.2.6. Esta pesquisa tem por objetivo informar as monitorações para as quais ainda não foram efetuados os cálculos da dose.

Pesquisa de Monitoração para Cálculo da Dose

*Data Inicial (ddmmaaaa - Informar sem espaço e pontuação)

*Data Final (ddmmaaaa - Informar sem espaço e pontuação)

2 registro(s) encontrado(s) no período de 01/04/2007 a 30/06/2007
Histórico In Vivo

| Cód. Monit. | Relatório | Cód. Trabalhador | Trabalhador | Data Cadastro | Freq. | Tipo de Monit. | Radionuclídeo | Órgão | Data Monitoração | Atividade | Erro Atividade | LD |
|-------------|-------------|------------------|------------------|---------------|--------|----------------|---------------|----------|------------------|-----------|----------------|-----|
| 13 | Rel_CR_0307 | 1 | Xxxxxx Xxxxxx | 25/10/2007 | Mensal | Rotineiro | 131-I | CI | 14/06/2007 | LD | LD | 150 |
| 14 | CH_XX | 1 | Xxxxxx Xxxxxx | 25/10/2007 | Mensal | Especial | 131-I | Tireoide | 18/06/2007 | LD | LD | 100 |

2 registro(s) encontrado(s) no período de 01/04/2007 a 30/06/2007
Histórico Tório

| Cód. Monit. | Relatório | Cód. Trabalhador | Trabalhador | Data do Cadastro | Relatório | Data da Coleta | Radionuclídeo | Material Análisado | Massa de Th ng/L | Excreção diária micrograma /dia | Atividade Bq/dia | Incerteza Bq/dia |
|-------------|--------------|------------------|------------------|------------------|--------------|----------------|---------------|--------------------|------------------|---------------------------------|------------------|------------------|
| 2 | ThU 004/2006 | 1 | Xxxxxx Xxxxxx | 26/06/2007 | ThU 004/2006 | 12/04/2006 | 232-Th | Urina | 4,78E+01 | 7,55E-02 | 3,02E-04 | 5,44-06 |
| 3 | ThU 004/2006 | 1 | Xxxxxx Xxxxxx | 26/06/2007 | ThU 004/2006 | 13/04/2006 | 232-Th | Urina | 2,49E+01 | 3,97E-02 | 1,59E-04 | 2,86E-06 |

1 registro(s) encontrado(s) no período de 01/04/2007 a 30/06/2007
Histórico Tritio

| Cód. Monit. | Relatório | Cód. Trabalhador | Trabalhador | Data do Cadastro | Relatório | Data da Coleta | Radionuclídeo | Material Análisado | Atividade em Bq/L | Excreção diária micrograma /dia | Atividade Bq/dia |
|-------------|-----------|------------------|------------------|------------------|-----------|----------------|---------------|--------------------|-------------------|---------------------------------|------------------|
| 2 | 00X/20XX | 1 | Xxxxxx Xxxxxx | 26/06/2007 | 00X/20XX | 10/05/2006 | 3-H | Uina | xxx,xxx | xxx,xxx | 3,02E-04 |

1 registro(s) encontrado(s) no período de 01/04/2007 a 30/06/2007
Histórico ACTAAN

| Cód. Monit. | Relatório | Cód. Trabalhador | Trabalhador | Data | | Atividade em Bq/L | | | | | | |
|-------------|-----------|------------------|------------------|------------|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | | | | Cadastro | Coleta | Th-232 | U-234 | U-235 | U-238 | Am-241 | Pu-239/240 | |
| 3 | ACTAAN | 1 | Xxxxxx Xxxxxx | 26/06/2007 | 12/04/2006 | xxx,xxx ± xxx,xxx | xxx,xxx ± xxx,xxx | xxx,xxx ± xxx,xxx | xxx,xxx ± xxx,xxx | xxx,xxx ± xxx,xxx | xxx,xxx ± xxx,xxx | 3,02E-04 ± 5,44E-06 |

FIGURA 5.15 - Pesquisa de monitoração realizada para efetuar cálculo de dose

Quando houver a necessidade de guardar a referida pesquisa, o sistema oferece o recurso para que a mesma seja salva em planilha Excel,

como apresentado na FIG. 5.16. Para tanto basta pressionar o botão “Salvar” conforme apresentado na FIG. 5.15.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | |
|----|---|-------------------------|---------------------|------------------|----------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------|
| 1 | Período Pesquisado: 01/04/2007 a 30/06/2007 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | Monitoração In Vivo | | | | | | | | |
| 4 | Cód. Monitoração | Cód. Trabalhador | Trabalhador | Relatório | Data da Monitoração | Radioisótopo | Órgão | Atividade | Erro Ati |
| 5 | 13 | 1 | Xxxxx xx Xxxxx Xxxx | Rel_CR_0307 | 14/6/2007 | 131-I | Cl | LD | LD |
| 6 | 14 | 1 | Xxxxx xx Xxxxx Xxxx | CH_XX | 18/6/2007 | 131-I | Tireoide | LD | LD |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | Monitoração In Vitro - Tório | | | | | | | | |
| 11 | Cód. Monitoração | Cód. Trabalhador | Trabalhador | Relatório | Data da Coleta | Radioisótopo | Material | Massa de Th (ng/L) | Excreçã |
| 12 | 2 | 1 | Xxxxx xx Xxxxx Xxxx | ThU_004/2006 | 12/4/2006 | 232-Th | Urina | 4,78E+01 | |
| 13 | 3 | 1 | Xxxxx xx Xxxxx Xxxx | ThU_004/2006 | 13/4/2006 | 232-Th | Urina | 2,49E+01 | |
| 14 | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | |
| 17 | Monitoração In Vitro - Tritio | | | | | | | | |
| 18 | Cód. Monitoração | Cód. Trabalhador | Trabalhador | Relatório | Data da Coleta | Radioisótopo | Material | Atividade em Bq/L | Excreçã |
| 19 | 2 | 1 | Xxxxx xx Xxxxx Xxxx | 00X/20XX | 10/5/2006 | 3-H | Uina | xx,xx ± xx,xx | xx,xx ± |
| 20 | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | |
| 23 | Monitoração In Vitro - ACTAAN | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | |
| 25 | Cód. Monitoração | Cód. Trabalhador | Trabalhador | Relatório | Data da Coleta | Material | Data do Cadastro | Th-232 | U-234 |
| 26 | 3 | 1 | Xxxxx xx Xxxxx Xxxx | ACTAAN | 12/4/2006 | URNA | 26/6/2007 15:34 | xx,xx ± xx,xx | xx,xx ± |
| 27 | | | | | | | | | |

FIGURA 5.16 - Resultado da pesquisa de monitoração salva em planilha Excel

5.5.2 Registro de Dose

O item 4.2.6 apresenta como inserir os registros do cálculo da dose. Tais registros podem ser visualizados por meio da Pesquisa de Trabalhadores bastando para isso acessar o Menu Dose e o Sub Menu Registro de Dose, como pode-se observar na FIG. 5.17. Somente o Grupo de Cálculo de Dose tem acesso a esse menu.

Registro de Dose

Pesquisar trabalhadores

Nome:

Pesquisar
Limpar Campos
Voltar

FIGURA 5.17 - Formulário de pesquisa registro de dose

O resultado da pesquisa mencionada é apresentado na TAB. 5.3, onde podemos observar o nome do trabalhador, modo e a forma de incorporação, classe, AMAD, tempo, Incorporação, Dose e a data em que o cadastro foi realizado.

TABELA 5.3 - Resultado da pesquisa do registro de dose

Pesquisa de Trabalhadores
Registro de Dose

2 registro(s) encontrado(s)

| Nome | Modo de Incorporação | Forma de Incorporação | Classe | AMAD | Tempo | Intake | Dose | Data do Cadastro |
|------------------------------------|----------------------|-----------------------|--------|------|-------|--------|-------|---------------------|
| XXXX XX XXXXX XXXX | Inalação | Agudo | m | 5 | 7 | M ± M | M ± M | 2007-10-25 13:32:53 |
| XXXX XX XXXXX XXXX | Contaminação da Pele | Agudo | f | 5 | 7 | M ± M | M ± M | 2007-10-25 13:43:8 |

Pode-se observar os dados pessoais do trabalhador, os dados da monitoração e os dados do cálculo da dose. Eventualmente pode-se alterar os dados do cálculo da dose, conforme observa-se na FIG. 5.18.

Registro de Cálculo de Dose

Trabalhador: XXXX XX XXXXX XXXX

CPF: XXX.XXX.XXX-XX

Data de Nascimento: XXXX-XX-XX

Instituição: XXXX

Setor: XXXX

Função: XXXX XXXX

Início com a radiação: XX/XX/XXXX

Supervisor(es): XXXX XXXX

Cód. da Monitoração: 2

Relatório: ThU 004/2006

Material: Urina

Radionuclídeo: 232-Th

Método: Análise por Ativação Neutrônica

Tipo de Monitoração: Rotineiro

Data da Coleta: 12/04/2006

Massa: 4,78E+01

Excreção: 7,55E-02

Atividade: 3,02E-04

Incerteza: 5,44-06

Data do Cadastro:
2007-10-25 13:32:53

Modo de Incorporação:

Inalação

Forma de Incorporação:

Agudo

Classe:

M

AMAD:

5

Tempo depois da incorporação:

7

Incorporação (Bq):

M ± M

Cálculo da Dose (mSv):

M ± M

Observação:

Voltar

Salvar

FIGURA 5.18 - Formulário para alteração de dados do registro de dose

5.6 Relatório

5.6.1 Relatório *In Vivo*

O *IntDosWeb* permite emitir relatórios individuais ou para supervisor referente aos resultados do cálculo de dose para a monitoração *in vivo*, conforme descrito no capítulo 4, item 4.2.7.1.

A TAB. 5.4 apresenta o resultado do relatório para o supervisor. Nesta mesma tela o usuário poderá solicitar a emissão do relatório bastando pressionar o botão “Imprimir”. A FIG. 5.19 apresenta a impressão deste relatório.

TABELA 5.4 - Relatório da monitoração interna *in vivo* para o Supervisor

Relatório Monitoração Interna – In Vivo

Medidas: Laboratório de Monitoração In Vivo
Relatório: x-xx-xxx-xxxx/xxxxxx
Solicitante: xxxxxxxxxxxx
Técnica de Medida: xxxxxxxxxxxx
Tipo de Monitoração: Rotineiro
Periodicidade: Mensal

| Data | Nome | CPF | Órgão | Atividade Medida (Bq) | Dose Efetiva Comprometida (mSv) | Obs |
|------------|--------------------|----------------|----------|-----------------------|---------------------------------|-----|
| yy/yy/yyyy | Yyyyyy Yyyyyy | yyy-yyy-yyy-yy | CI | LD | LD | |
| xx/xx/xxxx | Xxxx xx Xxxxx Xxxx | xxx.xxx.xxx-xx | Tireóide | LD | LD | |
| xx/xx/xxxx | Xxxx xx Xxxxx Xxxx | xxx.xxx.xxx-xx | Tireóide | LD | LD | |

Voltar

Imprimir



Relatório de Monitoração Interna

Medidas: **Laboratório de Monitoração In Vivo**

Relatório: x-xx.xxx-xxxx/xxxxxx

Solicitante: xxxxxxxxxxxx

Técnica de Medida: xxxxxxxxxxxx

Nome: Xxxx xx Xxxxx Xxxx

CPF: xxx.xxx.xxx-xx

Setor: xx-xxxx

Tipo de Monitoração: **Rotineiro**

Periodicidade: **Mensal**

| Data | Órgão | Atividade Medida (Bq)* | Dose Efetiva Comprometida (mSv)** |
|------------|----------|------------------------|-----------------------------------|
| yy/yy/yyyy | CI | LD | LD |
| xx/xx/xxxx | Tireóide | LD | LD |
| xx/xx/xxxx | Tireóide | LD | LD |

* Menor LD = Menor que o limite de detecção do método

LD - para I-131 (Tireóide) = 110Bq

LD - para Co-60 (Corpo Inteiro) = 220Bq

LD - para Cs-137 (Corpo Inteiro) = 250Bq

** A dose efetiva comprometida é determinada somente quando incorporação apresentar valor maior que o Nível de Registro na frequência de medida.

São Paulo, xx de xxxxxx de xxxx

Grupo de Cálculo de Dose

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Departamento de Metrologia das Radiações - NM
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 - Cidade Universitária - CEP 05508-000
Fone: (0XX11) 3816-9217 Fax: (0XX11) 3816-9217

FIGURA 5.19 - Impressão do relatório monitoração interna *in vivo* para o Supervisor

A TAB. 5.5 apresenta o resultado do relatório individual para o trabalhador. Analogamente, apresentada o usuário poderá solicitar a emissão do relatório, bastando pressionar o botão “Imprimir” na TAB. 5.5. A FIG. 5.20 apresenta a impressão deste relatório.

TABELA 5.5 - Relatório da monitoração interna *in vivo* para o Trabalhador

Relatório Monitoração Interna – In Vivo

Medidas: **Laboratório de Monitoração In Vivo**
 Relatório: x-xx.xxx-xxxx/xxxxxx
 Solicitante: xxxxxxxxxxxx
 Técnica de Medida: xxxxxxxxxxxx

Nome: **Xxxx xx Xxxxx Xxxx**
 CPF: xxx.xxx.xxx-xx
 Setor: xx-xxxx
 Tipo de Monitoração: **Rotineiro**
 Periodicidade: **Mensal**

| Data | Radionuclídeo | Órgão | Atividade Medida (Bq) | Dose Efetiva Comprometida (mSv) |
|------------|---------------|----------|-----------------------|---------------------------------|
| xx/xx/xxxx | x-xx | CI | LD | LD |
| yy/yy/yyyy | y-yy | Tireóide | LD | LD |

Voltar

Imprimir



Relatório de Monitoração Interna

Medidas: **Laboratório de Monitoração In Vivo**

Relatório: x-xx.xxx-xxxx/xxxxxx

Solicitante: xxxxxxxxxxxx

Técnica de Medida: xxxxxxxxxxxx

Nome: Xxxx xx Xxxx Xxxx

CPF: xxx.xxx.xxx-xx

Sector: xx-xxxx

Tipo de Monitoração: **Rotineiro**

Periodicidade: **Mensal**

| Data | Radionuclídeo | Órgão | Atividade Medida (Bq)* | Dose Efetiva Comprometida (mSv)** |
|------------|---------------|----------|------------------------|-----------------------------------|
| yy/yy/yyyy | Y-yy | CI | LD | LD |
| xx/xx/xxxx | X-xx | Tireóide | LD | LD |

* Menor LD = Menor que o limite de detecção do método

LD - para I-131 (Tireóide) = 110Bq

LD - para Co-60 (Corpo Inteiro) = 220Bq

LD - para Cs-137 (Corpo Inteiro) = 250Bq

** A dose efetiva comprometida é determinada somente quando incorporação apresentar valor maior que o Nível de Registro na frequência de medida.

São Paulo, xx de xxxxxx de xxxx

Grupo de Cálculo de Dose

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Departamento de Metrologia das Radiações - NM
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 - Cidade Universitária - CEP 05508-000
Fone: (0XX11) 3816-9217 Fax: (0XX11) 3816-9217

FIGURA 5.20 - Impressão do Relatório Monitoração Interna *In Vivo* para o Trabalhador

5.6.2 Relatório *In Vitro*

Assim como no relatório *in vivo*, o *IntDosWeb* é capaz de emitir relatórios individuais e relatórios para o supervisor referente aos resultados do cálculo de dose para monitoração *in vitro*, conforme descrito no capítulo 4, item 4.2.7.1.

Um resultado do relatório para o Supervisor pode ser visto na TAB. 5.6. É possível ainda solicitar a emissão do relatório pressionando o botão “Imprimir”. A FIG. 5.21 apresenta a impressão deste relatório.

TABELA 5.6 - Relatório da monitoração interna *in vitro* para o Supervisor
Relatório Monitoração Interna – In Vivo

Medidas: Laboratório de Monitoração In Vivo
Relatório: x-xx.xxx-xxxx/xxxxxx
Solicitante: xxxxxxxxxxxx
Técnica de Medida: xxxxxxxxxxxx
Tipo de Monitoração: Rotineiro
Periodicidade: Mensal

| Data | Nome | CPF | Órgão | Atividade Medida (Bq) | Dose Efetiva Comprometida (mSv) | Obs |
|------------|--------------------|----------------|----------|-----------------------|---------------------------------|-----|
| yy/yy/yyyy | Yyyyyy Yyyyyy | yyy.yyy.yyy-yy | CI | LD | LD | |
| xx/xx/xxxx | Xxxx xx Xxxxx Xxxx | xxx.xxx.xxx-xx | Tireóide | LD | LD | |
| xx/xx/xxxx | Xxxx xx Xxxxx Xxxx | xxx.xxx.xxx-xx | Tireóide | LD | LD | |



Relatório de Monitoração Interna

Medidas: **Laboratório de Monitoração In Vitro**
Relatório: **x-xx.xxx-xxxx/xxxxxx**
Solicitante: **xxxxxxxxxxxx**
Técnica de Medida: **xxxxxxxxxxxx**
Tipo de Monitoração: **Rotineiro**
Periodicidade: **Mensal**

| Data | Nome | Radionuclídeo | Atividade Medida | Atividade Incorporada (Bq) | E (50) (mSv) |
|------------|--------------------|---------------|------------------|----------------------------|--------------|
| yy/yy/yyyy | Yyyyyy Yyyyyy | y-yy | LD | LD | LD |
| xx/xx/xxxx | Xxxx xx Xxxxx Xxxx | x-xx | LD | LD | LD |
| xx/xx/xxxx | Xxxx xx Xxxxx Xxxx | x-xx | LD | LD | LD |

* Menor LD = Menor que o limite de detecção do método
LD - para I-131 (Tireóide) = 110Bq
LD - para Co-60 (Corpo Inteiro) = 220Bq
LD - para Cs-137 (Corpo Inteiro) = 250Bq
** A dose efetiva comprometida é determinada somente quando incorporação apresentar valor maior que o Nível de Registro na frequência de medida.

São Paulo, xx de xxxxxxx de xxxx

Grupo de Cálculo de Dose

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Departamento de Metrologia das Radiações - NM
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 - Cidade Universitária - CEP 05508-000
Fone: (0XX11) 3816-9217 Fax: (0XX11) 3816-9217
São Paulo - Estado de São Paulo

FIGURA 5.21 - Impressão do Relatório Monitoração Interna *In vitro* para o Supervisor

O resultado do relatório para o trabalhador pode ser visto na TAB. 5.7. E a emissão do relatório na FIG. 5.22.

TABELA 5.7 - Relatório da monitoração interna *in vitro* para o Trabalhador

Relatório Monitoração Interna – In Vitro

Medidas: **Laboratório de Monitoração In Vitro**

Relatório: x-xx.xxx-xxxx/xxxxxx

Solicitante: xxxxxxxxxxxx

Técnica de Medida: xxxxxxxxxxxx

Nome: **Xxxx xx Xxxx Xxxx**

CPF: xxx.xxx.xx-xx

Setor: xx-xxxx

Tipo de Monitoração: **Rotineiro**

Periodicidade: **Semestral**

| Data | Radionuclídeo | Material Biológico | Atividade Incorporada (Bq) | E(50) (mSv) | Obs |
|------------|---------------|--------------------|----------------------------|-------------|-----|
| xx/xx/xxxx | x-xx | Urina | LD | LD | |
| yy/yy/yyyy | y-yy | Urina | LD | LD | |

Voltar

Imprimir



Relatório de Monitoração Interna

Medidas: **Laboratório de Monitoração In Vitro**

Relatório: x-xx.xxx-xxxx/xxxxxx

Solicitante: xxxxxxxxxxxx

Técnica de Medida: xxxxxxxxxxxx

Nome: **Xxxx xx Xxxx Xxxx**

CPF: xxx.xxx.xx-xx

Setor: xx-xxxx

Tipo de Monitoração: **Rotineiro**

Periodicidade: **Semestral**

| Data | Radionuclídeo | Material Biológico | Atividade Incorporada (Bq) | E (50) (mSv) | Obs |
|------------|---------------|--------------------|----------------------------|--------------|-----|
| xx/xx/xxxx | x-xx | Urina | LD | LD | |
| yy/yy/yyyy | y-yy | Urina | LD | LD | |

Grupo de Cálculo de Dose

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
 Departamento de Metrologia das Radiações - NM
 Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 - Cidade Universitária - CEP 05508-000
 Fone: (0XX11) 3816-9217 Fax: (0XX11) 3816-9217
 São Paulo - Estado de São Paulo

FIGURA 5.22 - Impressão do relatório monitoração interna *in vitro* para o Trabalhador

5.7 Discussões Finais

O *IntDosWeb* passou por um estágio de avaliação operacional onde foram efetuados vários casos de simulação para conferir as capacidades funcionais, tais como, uniformização, agilização e racionalização do fluxo de informações, e também as não funcionais como confidencialidade e integridade do *software*. Os usuários podem ter acesso à informação dosimétrica de acordo com os seguintes parâmetros da base de dados: período de monitoração, tipo de monitoração, modo de incorporação, tipo de radionuclídeo, e também dados da monitoração dos trabalhadores para uma instalação específica ou dados de monitoração de cada trabalhador.

Este sistema foi testado acessando-o simultaneamente de vários computadores, por diversas categorias funcionais de usuários, para assegurar que a acessibilidade ao banco de dados e a segurança da informação estejam disponíveis nas mais variadas plataformas e sob as mais variadas condições de uso dentro da *Intranet* do IPEN.

É importante ressaltar que qualquer inserção, alteração ou exclusão dos dados informados no *IntDosWeb* será registrado para a segurança e confiabilidade dessa informação. É possível identificar o usuário, o momento da inserção, a alteração ou exclusão e o terminal (computador) onde foi gerado esse registro.

No que tange ao modelo de processo, percebeu-se que a prototipação incremental adequou-se de maneira eficaz às necessidades do Programa de Monitoração Interna. Este modelo possibilita o enriquecimento do *software* à medida que seus usuários verificam novas necessidades sem alterar a estrutura inicial do mesmo.

6 CONCLUSÃO

Percebe-se ao longo do trabalho que o foco do *software* é proporcionar a avaliação integrada e pronta dos dados de monitoração ao permitir o acesso rápido e fácil às informações relativas às doses incorporadas.

Pode-se concluir que o uso do *IntDosWeb* nas áreas avaliadas ao longo da pesquisa poderá trazer benefícios nos processos de cada etapa do Programa de Monitoração Interna, à medida que padronizará o controle dos trabalhadores que manuseiam materiais radioativos na forma não selada.

A implementação do *IntDosWeb* no serviço de dosimetria interna irá proporcionar recursos adicionais que servirão como facilitadores para a análise dos resultados das medidas e para o estudo da distribuição de dose dos trabalhadores ocupacionais, avalia a tendência de exposição que um grupo coletivo de trabalhadores pode receber e aperfeiçoar a eficácia do programa de monitoração.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Durante o processo de pesquisa inicial para a realização deste trabalho, observou-se a possibilidade de se realizar a implantação de um controle informatizado para o Laboratório de Monitoração *In vitro* (LRT). Esta informatização facilitaria o controle dos resultados parciais e finais das análises realizadas pelo LRT.

Outro ponto importante é o conhecimento de que existem trabalhadores que fazem parte do programa de monitoração externa e interna do IPEN e que são cadastrados nos dois sistemas. Nesse sentido, a integração dos formulários de cadastramento dos trabalhadores do programa de monitoração externa com o Banco de Dados do *IntDosWeb*, uniformizaria as informações do trabalhador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Raabe, O. G. **Internal radiation dosimetry**. Medical Physics Publishing, 1st Edition, Madison, Wisconsin, 1994.
- 2 GABURO, J.C.C.; MESQUITA, S. A.; SANCHES, M.P.; TODO, A.S; LIMA, V. R. **International monitoring of workers occupationally exposed to radionuclides in the brazilian radiological and nuclear facilities**, 3rd Iberian Latin American and Caribbean Congress of Medical Physics and IX Brazilian Congress of Medical Physics - 26-29 September, 2004, Rio de Janeiro, Brasil, CD-Rom.
- 3 INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Occupational radiation protection**. Vienna, 1999. (IAEA-RS-G-1.1).
- 4 INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Direct methods for measuring radionuclides in the human Body**. Vienna, 1996. (IAEA-SS-114).
- 5 INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources**. Vienna, 1996. (IAEA-SS-115).
- 6 GABURO, J.C.G.; SORDI, G.M.A.A. **Radiobioanálise *in vitro* aplicada**, São Paulo, nov. 1992. (IPEN-Pub-379).
- 7 INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, **Recommendations of the international commission on radiological protection**. Oxford, 1977. (ICRP-26).
- 8 INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. **Human respiratory tract model for radiological protection**. Oxford, 1995. (ICRP-66).
- 9 INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. **Human alimentary tract model for radiological protection**. Oxford, 2007. (ICRP-100).
- 10 INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. **Individual monitoring for internal exposure of workers**. Oxford, 1998. (ICRP-78).

- 11 COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Diretrizes básicas de radioproteção**. Rio de Janeiro, 2005. (CNEN-NN-3.01).
- 12 INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Indirect methods for assessing intakes of radionuclides causing occupational exposure**. Vienna, 2000. (IAEA-SRS-18).
- 13 KILLOUGH, G.G.; ECKERMAN, K.F. Internal dosimetry. In: TILL, J. E.; MEYER, H. R. (Ed.). **Radiological assessment: a textbook on environmental dose analysis**. Washington, D. C.: Nuclear Regulatory Commission, 1983. p. 7.1-7.98. (Nureg/CR-3332).
- 14 POSTON, J.W. Reference Man: a system for internal dose calculation. In: TILL, J. E.; MEYER, H. R. (Ed.). **Radiological assessment: a textbook on environmental dose analysis**. Washington, D. C.: Nuclear Regulatory Commission, 1983. p. 6.1-7.31. (Nureg/CR-3332).
- 15 INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Optimization of radiation protection in the control of occupational exposure**. Vienna, 2002. (IAEA-SRS-21).
- 16 INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Assessment of occupational exposure due to intakes of radionuclides**. Vienna, 1999. (IAEA-RS-G-1.2).
- 17 INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Assessment of occupational exposure due to external sources of radiation**. Vienna, 1999. (IAEA-RS-G-1.3).
- 18 INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. **Limits for intakes of radionuclides by workers**. Oxford, 1979. (ICRP-30 part 1).
- 19 INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. **Limits for intakes of radionuclides by workers: part 4 (an addendum)**. Oxford and New York (1989). (ICRP-30)
- 20 INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, **General principles for monitoring of radiation protection of workers**. Vienna, 1982. (ICRP-35).
- 21 INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, **Individual monitoring for intakes of radionuclides by workers: design and interpretation**. Oxford, 1988. (ICRP-54).

- 22 INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. **1990 Recommendations of the international commission on radiological protection**. Oxford, 1991. (ICRP-60).
- 23 INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. **Dose coefficients for intakes of radionuclides by workers**. Oxford, 1995. (ICRP-68).
- 24 INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. **General principles for radiation protection of worker**. Vienna, 1998. (ICRP-75).
- 25 Servidor Apache. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Engenharia_de_software>. Acesso em 05 set. 2007.
- 26 BAUER. L. F.; HELMS. J. H.; **Software engineering**. Mishawaka: BetterWorld, 1998.
- 27 ROYCE, W.W, **Managing the development of large software systems**. Proceedings, IEEE Wescon, Agosto 1970.
- 28 Preece, J.; **A Guide to Usability: Human factors in computing**. Rowland Heights: Zillions OF, 1993.
- 29 Sommerville, I. **Engenharia de software**, 6.ed., São Paulo: Makron Books, 2003.
- 30 SCHACH, R.S; **Object-oriented and classical software engineering**. 5.ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2002
- 31 BOEHM, B.; **A spiral model for software development and enhancement**. Computer, vol.21, n. 5, Maio 1988, pp. 61-72.
- 32 PAULA FILHO, PÁDUA.W. **Engenharia de software: fundamentos, métodos e padrões**. 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.
- 33 TITTEL, E.; GAITHER, M.; HASSINGER, S. **World Wide Web com HTML e CGI: bíblia do programador**. 1.ed. São Paulo: Berkeley do Brasil, 1996.
- 34 ALMEIDA, M.G.; ROSA, C.P., **Internet, intranet e redes corporativas**. 1.ed. São Paulo: Brasport, 2000.
- 35 Servidor Apache. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Servidor_Apache>. Acesso em 22 jun. 2007.
- 36 SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H.; SUDARSHAN, S. **Sistema de banco de dados**. 3.ed. São Paulo: Makron Books, 1999.

- 37 RUMBAUGH, B. M., PREMERLANI W., EDDY F. & LORENSEN W.; **Object-Oriented modeling and design**. New Jersey: Prentice Hall, 1991.
- 38 NIEDERAUER, J.; **PHP para quem conhece PHP**. 2.ed. São Paulo: Novatec, 2004.
- 39 GUTMANS, A.; BAKKEN.S.; RETHANS, D.; **PHP 5 – programação poderosa**. 1.ed. São Paulo: Alta Books, 2005.
- 40 NETO, P.A.; **PostgreSQL - técnicas avançadas - versões open source 7.X**. 4.ed. São Paulo: Érika, 2003.
- 41 phpPgAdmin. Disponível em: <http://phppgadmin.sourceforge.net/?page=about>>. Acesso em 22 jun. 2007
- 42 Criptografia. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Criptografia>>. Acesso em 27 jul. 2007.
- 43 L. Bertelli. **Activity and internal dose estimates (AIDE)**. Instructions Manual, Version 2.0e (2004).