

INFORMATIZAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA: NOVAS FERRAMENTAS PARA DISSEMINAÇÃO DA INFORMAÇÃO E COMPARTILHAMENTO DO CONHECIMENTO

Denise S. Levy^{1,3}, Gian Maria A. A. Sordi^{2,3}

¹ Ômicron Programação Gráfica, São Paulo, SP, Brasil
R. Maestro Tom Jobim, 64
12953-162 Atibaia, SP, Brasil
denise@omicron.com.br

² ATOMO – Radioproteção e Segurança Nuclear S/C Ltda, São Paulo, SP, Brasil
Av. Brigadeiro Faria Lima, 1572 cj 1513
01452-001 São Paulo, SP, Brasil
gian@atomo.com.br

³Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN-CNEN/SP, São Paulo, SP, Brasil
Av. Lineu Prestes 2242 - Cidade Universitária
05508-000 São Paulo, SP, Brasil

RESUMO

A informatização dos programas de otimização da proteção radiológica tem por objetivo a disseminação da informação de forma rápida, integrada e eficiente. Este projeto disponibiliza em um só documento os programas de otimização da proteção radiológica unificados, inter-relacionados e em português, fornecendo um veículo completo para fins de pesquisa, consulta e informação. A partir do discernimento do que deve conter cada programa, foi trabalhado o inter-relacionamento das informações de maneira a satisfazer as normas e recomendações nacionais e internacionais. O projeto inclui conceitos, definições, teoria e simuladores para as técnicas de ajuda para tomada de decisão. O conteúdo permite responder a todas as questões que devem ser colocadas na elaboração de um programa de otimização. Para a informatização dos programas de otimização foram estudadas as possibilidades de acesso à Tecnologia da Informação e Comunicação nas empresas brasileiras, possibilitando identificar o perfil de utilização do sistema e definir a estrutura funcional adequada para a criação das melhores interfaces de ferramentas e recursos, bem como de um projeto de navegabilidade eficaz facilitando a busca de informações. O poder de processamento dos servidores aliado à tecnologia dos bancos de dados relacionais permite correlacionar informações advindas de diferentes fontes, possibilitando consultas complexas com tempo de resposta reduzido. O sistema segue o padrão WEB 2.0, que possibilita a estrutura organizacional necessária para a adequada informatização da proteção radiológica. O projeto conta com a combinação de várias tecnologias, potencializando os recursos disponíveis em cada uma delas. A investigação do perfil de utilização possibilitou o levantamento de dados importantes que apontam novas possibilidades para o desenvolvimento da informatização de outros programas de proteção radiológica. Pretende-se, a partir dos resultados deste projeto, aprofundar o trabalho de investigação e completar a execução do sistema de informatização.

ABSTRACT

This project aims the informatization of the radiological protection optimization programs in a single system in order to offer unified programs and inter-related information in Portuguese, providing Brazilian radioactive facilities a complete repository for research, consultation and information. In order to meet both national and international recommendations within the scope of this work, we conducted a comprehensive job of perception about each program contents as well as its real dimension, identifying and detailing the vital parts of programs. The content includes concepts, definitions and theory in addition to the optimization programs, help decision making techniques, information related to protection costs, radiation doses and detriment. The content allows to

answer to every question when an optimization program is elaborated, according to decision maker's specific situation. For dimensioning the work of informatization and developing the WEB platform according to the needs of the target public profile, we have conducted an extensive research regarding the possibilities of Information and Communication Technology access in companies throughout the country, which allowed us to define the best interfaces tools and resources. The servers processing power added to the technology of relational databases allow to integrate information from different sources, enabling complex queries with reduced response time. The project was implemented in a web environment, using the Web 2.0 tools and resources that allow the entire organizational structure, that would enable the inter-relationships and joints needed for proper use of information technology in radiological protection. This project uses the combination of multiple technologies, maximizing the resources available in each one of them in order to achieve our goals. The investigation of the usage profile for five months enabled important data that suggest new possibilities for the development of computerization of other radiation protection programs. According to the results of this project, we intend to lead a further research work and complete the informatization system.

1. INTRODUÇÃO

Para elaborar um programa de proteção radiológica, as instalações radiativas brasileiras devem considerar normas, diretrizes e recomendações nacionais e internacionais que encontram-se em documentos de diferentes organizações publicados nas últimas décadas: Comissão Internacional de Proteção Radiológica (CIPR), Organismo Internacional de Energia Atômica (OIEA) e Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Visando a proporcionar a essas instalações o acesso às informações pertinentes de forma rápida, integrada e eficiente, este projeto propõe informatizar e disponibilizar em um só documento os programas de otimização da proteção radiológica unificados, inter-relacionados e em português, fornecendo ao público usuário um veículo completo para fins de pesquisa, consulta e informação.

A partir do discernimento do que deve conter cada programa e seu real dimensionamento, foi trabalhado o inter-relacionamento das informações de maneira a satisfazer as normas e recomendações nacionais e internacionais. O projeto inclui conceitos, definições e teoria necessários, além da pesquisa detalhada do conteúdo do programa de otimização, das técnicas de ajuda para tomada de decisão, das doses de radiação e detrimento e das informações relacionadas aos custos de proteção. O conteúdo permite responder a todas as questões que devem ser colocadas na elaboração de um programa de otimização de forma a possibilitar montagem do plano de Proteção Radiológica conforme a situação específica do usuário. Para a informatização dos programas de otimização foram estudadas as possibilidades de acesso à Tecnologia da Informação e Comunicação nas empresas brasileiras, possibilitando identificar o perfil de utilização do sistema e definir a estrutura funcional adequada para a criação das melhores interfaces de ferramentas e recursos, bem como de um projeto de navegabilidade eficaz facilitando a busca de informações.

O poder de processamento dos servidores aliado à tecnologia dos bancos de dados relacionais permite correlacionar informações advindas de diferentes fontes, possibilitando consultas complexas com tempo de resposta reduzido. O sistema segue o padrão WEB 2.0, que possibilita a estrutura organizacional necessária para a adequada informatização da proteção radiológica e considera os corretos critérios de indexação da informação para garantir seu reconhecimento pelos motores de busca da internet. O projeto conta com a combinação de várias tecnologias, potencializando os recursos disponíveis em cada uma delas para alcançar os objetivos propostos. Este trabalho experimental lança um cerne inicial para a

informatização dos programas de proteção radiológica, trabalhando inicialmente os programas de otimização. A investigação do perfil de utilização durante um período de cinco meses possibilitou o levantamento de dados importantes que apontam novas possibilidades para o desenvolvimento da informatização dos programas de proteção radiológica. Pretende-se, a partir dos resultados deste projeto, aprofundar o trabalho de investigação e completar a execução do sistema de informatização.

2. METODOLOGIA

2.1. Delimitação do projeto de pesquisa

Levando-se em consideração que a informatização dos programas de proteção radiológica para as atividades humanas que o exigem auxiliaria sobremaneira a instalação radiativa que necessita implementar um programa de proteção radiológica, o intuito primeiro deste projeto é fornecer ao público corporativo um veículo completo que possibilite a pesquisa detalhada no que concerne à otimização, que permita dimensionar os esforços da otimização pela informática de modo que elas sejam justificadas e eficientes.

De acordo com a árvore de porfírio positiva publicada pelo OIEA [01] em 1990, para que se possa ter uma dimensão adequada do programa de proteção radiológica, devem ser minuciosamente desenvolvidos seis campos de atividades e adaptados a cada instalação em função das operações executadas e características das fontes de radiação ionizante utilizadas. Estas atividades são:

1. Uma organização e gerenciamento comprometidos com a proteção e segurança e com o princípio ALARA, isto é, com a própria otimização.
2. Um sistema de seleção e treinamento bem sucedido do pessoal.
3. Um controle eficaz da irradiação do trabalhador.
4. Um controle eficaz da irradiação do público.
5. Planejamento e preparo eficaz para emergência.
6. Uma garantia da qualidade implementada.

Uma vez que estas atividades obrigatoriamente devem estar otimizadas para satisfazer o segundo princípio básico de proteção radiológica, este trabalho de pesquisa lançou um cerne inicial empregando a metodologia mais moderna da informática ao princípio básico da proteção radiológica referente à sua otimização. De forma a satisfazer tanto as normas nacionais da CNEN [02] como as recomendações internacionais da CIPR [3 - 5] e do OIEA [6], foi efetuado, em um primeiro momento, um trabalho para identificar as informações passíveis de serem trabalhadas nas principais publicações que tratam da otimização da proteção radiológica. O desenvolvimento deste projeto teve início a partir dos conceitos, definições e teoria necessária, além da pesquisa detalhada do conteúdo do programa de otimização, de forma a inter-relacionar informações hoje dispersas em várias publicações e documentos, de forma relevante e consistente. Foram utilizadas como referências básicas as publicações CIPR 22 [3], CIPR 55 [4], CIPR 101 – parte 2 [5], OIEA 21 [6] e CNEN NE 3.01 [2]. A partir desta pesquisa, foi possível o inter-relacionamento das informações e o desenvolvimento de motores de busca de acordo com as diferentes estruturas criadas e seus respectivos critérios de indexação.

Foram desenvolvidos diferentes modelos de informatização que englobam os diferentes aspectos da otimização, a saber: técnicas de ajuda para tomada de decisão, doses de radiação e detrimento e informações relacionadas aos custos de proteção. As recomendações nacionais e internacionais para a elaboração de programas de otimização em proteção radiológica, de acordo com as publicações CIPR, OIEA e CNEN, foram informatizadas e dispostas da seguinte forma:

- Princípios de Radioproteção, que abrange: implicações das recomendações da CIPR 22, estimativas do valor alfa e novos estudos sobre o valor alfa.
- Otimização da Proteção Radiológica, contemplando: otimização e tomada de decisão em proteção radiológica, técnicas de ajuda para tomada de decisão, outras considerações sobre os esforços de proteção e ferramenta interativa – simuladores para as técnicas de ajuda para tomada de decisão.
- Características do processo, contendo: processo de otimização da proteção radiológica, características do processo e construção do projeto, envolvimento dos interessados, avaliação e análise das tarefas específicas, meios para reduzir a exposição à radiação ionizante e definição e implementação de um plano ALARA visando a proteção radiológica.

Cada um dos tópicos supramencionados trata de diversos itens correlacionados de acordo com as recomendações vigentes das publicações utilizadas. No item “Processo de otimização da proteção radiológica”, por exemplo, estão contidos os seguintes subtítulos: exigência básica do sistema de proteção radiológica, considerações sobre o processo de otimização, otimização da proteção radiológica, referências utilizadas no processo de otimização, passos a serem seguidos para um procedimento de otimização, revisões regulares da situação de exposição global, dose coletiva, decisões relacionadas à proteção, diferentes passos a serem executados em um estudo de otimização e avaliação da situação de exposição.

2.2. Informatização dos programas de otimização

Para dimensionamento e desenvolvimento do trabalho de informatização, foi realizado um trabalho de pesquisa no que tange às possibilidades de acesso da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) nas empresas brasileiras, buscando dados quantitativos e qualitativos do perfil de utilização do sistema que permitissem definir as melhores interfaces de ferramentas e recursos de acordo com estudo de inter-relacionamento e unificação dos programas de proteção radiológica supramencionados. Nos últimos anos o avanço da tecnologia tem propiciado possibilidades nunca antes imaginadas, com o crescimento exponencial da internet, a evolução e a padronização dos *browsers*, a disseminação do computador dentro das empresas, indústrias e corporações como ferramenta de trabalho individual, a evolução técnica das linguagens disponíveis de programação e por fim a consolidação dos padrões de aplicações em formato WEB, onde todos os dados e funcionalidades são armazenados em um servidor, sendo o acesso possível de qualquer parte do mundo. Segundo publicações realizadas pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil [7] que realizou diversas pesquisas em todos os estados brasileiros, houve um importante avanço no uso das tecnologias de informação nas empresas brasileiras. Ao longo dos últimos anos houve um importante decréscimo no acesso à internet discada e um avanço significativo quanto às redes corporativas internas sem fio, exemplos que demonstram a propensão do mercado

empresarial de acompanhar as mais novas tendências tecnológicas no intuito de se beneficiar o mais amplamente possível dos avanços das tecnologias de informação. De acordo com essas pesquisas dentre as atividades predominantemente realizadas por funcionários nas empresas brasileiras, destaca-se em terceiro lugar, a busca de informações e atividades de pesquisa, atividades essas realizadas por 86% das empresas brasileiras.

Em posse desses dados, deu-se início à inteligência do sistema e à elaboração dos modelos de informatização da proteção radiológica. Foi implementado um projeto piloto em ambiente WEB, utilizando-se de ferramentas e recursos WEB 2.0 que permitem toda a estrutura organizacional que possibilitará os inter-relacionamentos e articulações necessários para a adequada informatização da proteção radiológica. Foi desenvolvida uma plataforma cuja gama de recursos e funcionalidades se adequem às necessidades do público corporativo. O desafio envolveu a capacidade de criar um sistema sólido e eficaz, mas ao mesmo tempo flexível, permitindo que se possa adaptá-lo futuramente às inovações tecnológicas.

A programação foi desenvolvida de maneira modular, permitindo a integração de todos os elementos – inter-relacionados e unificados – na base de busca e pesquisa. Entretanto cada módulo está sendo desenvolvido independentemente dos demais, podendo ser inserido, adaptado, atualizado ou suprimido separadamente sem prejuízo dos outros módulos constantes no sistema. Isso permitirá a adaptação do programa ao longo do tempo de acordo com as necessidades detectadas no decorrer do percurso. Estão sendo desenvolvidos motores de busca diferenciados para cada etapa do processo. A correta indexação dos conteúdos garante que serão promovidos pelos motores de busca permitindo encontrar as informações desejadas no menor tempo possível.

Para fins de atualização e alimentação do sistema, levando-se em consideração que a atualização de uma única norma pode incidir em dezenas de informações correlatas, foram criados modelos para que as informações sejam registradas sem redundância, ou seja, qualquer informação poderá ser registrada em sua forma mais atual a partir de um único registro, ainda que estejam inter-relacionadas com diferentes assuntos ou referenciadas em diferentes módulos.

Foram ainda desenvolvidos seis simuladores para auxílio no processo de tomada de decisão a partir da criação de componentes interativos virtuais. Cada simulador corresponde a uma técnica de ajuda para tomada de decisão, a saber:

- Análise custo-eficácia
- Análise custo-benefício diferencial
- Análise custo-benefício integral
- Análise custo-benefício expandida
- Análise de prioridades com atributos múltiplos
- Análise com critérios múltiplos excedentes

A programação dos simuladores foi desenvolvida em HTML e PHP (linguagens computacionais) com auxílio do banco de dados relacional do MySQL e jQuery Library (javascript). Esse sistema é compatível com a maior parte dos navegadores e pode ser acessado por qualquer computador com uma conexão convencional de internet.

Em qualquer dos simuladores o usuário pode criar até dez opções a serem comparadas entre si. Os valores são preenchidos de acordo com as possibilidades oferecidas por cada uma das técnicas: valores monetários, valores de dose e, quando a técnica permite, outros critérios ou fatores, que podem ser qualitativos ou quantitativos. Com base nas informações fornecidas pelo tomador de decisão, o sistema propõe a solução analítica ótima e um memorial de cálculo que pode ser salvo ou impresso para ser entregue às autoridades competentes. Os simuladores para as técnicas de ajuda para tomada de decisão foram desenvolvidos de acordo com as recomendações da Comissão Internacional de Proteção Radiológica [4].

Para a execução da informatização foi necessária a utilização combinada de várias tecnologias, tanto para o desenvolvimento quanto para questões de infraestrutura, de forma a aproveitar e potencializar ao máximo os recursos disponíveis em cada uma delas e alcançar os objetivos propostos durante a fase de desenvolvimento. Em se tratando de um projeto original e com a perspectiva de longo prazo de utilização, considerou-se o padrão HTML (XHTML1 STRICT), de acordo com recomendação do W3C (World Wide Web Consortium) [8]. Inicialmente cogitou-se dimensionar uma infraestrutura que atenda um volume médio de acesso ao serviço, servidor WEB com sistema operacional Linux e servidor de banco de dados MySQL [9]. Caso futuramente seja necessário escalar o servidor para uma demanda maior, poder-se-ia migrar a base de dados para um Servidor MS SQL Server [10].

O projeto segue os padrões de WEB 2,0 fazendo grande utilização de CSS, permitindo que o mesmo possa ser facilmente adaptado a novas possibilidades de meios de suporte, como acesso móvel, feeds de conteúdo e compartilhamento de informações. Há ainda uma grande preocupação com a SEO, para garantir que a informação seja indexada da melhor forma possível nos motores de busca da internet.

Quanto à linguagem de desenvolvimento do lado servidor, foi escolhido o PHP [11], por se tratar de uma tecnologia amplamente difundida, documentada, com uma comunidade extensa e atuante, e principalmente por ser uma linguagem dinâmica, flexível e de fácil manutenção. Outras tecnologias mais modernas, até a presente data, ainda apresentam diversos pontos de preocupação referentes à manutenção dos códigos fonte e a flexibilidade para evolução futura. O trabalho de informatização envolveu ainda o desenvolvimento gráfico do *site*, sua identidade visual e o layout de navegação (wireframe) adequado.

As tecnologias supramencionadas são programas atuais de utilização padrão para esse tipo de desenvolvimento de projeto mas serão constantemente revistas e são passíveis de alteração tendo em vista as constantes inovações no mercado da tecnologia da informação que certamente sofrerão alterações nos próximos anos.

2.3. Monitoramento do perfil de utilização do sistema: análise dos dados de acesso

Os relatórios de perfis de análise do sistema fornecem informações de acesso a respeito de sua utilização por universidades, indústrias e outras instalações. Por se tratar de um projeto inédito, essas informações foram importantes para o aprimoramento e direcionamento do presente trabalho de pesquisa, avaliando seu potencial enquanto ferramenta de disseminação de informação nos ambientes corporativo e acadêmico.

O *site*, intitulado UNIPRORAD [12], foi disponibilizado em ambiente de produção no mês de março de 2012 e o fluxo de visitas tem sido monitorado desde então, uma vez que a informatização tem por objetivo a disseminação do conhecimento no campo da otimização da proteção radiológica. Foram criados relatórios de perfis de análise, para investigação do perfil do público usuário: quem são os profissionais, que informações buscam, quais as informações mais acessadas. Foi considerada a utilização de relatórios dinâmicos que poderiam apontar dados qualitativos e quantitativos, por meio de ferramentas combinadas que pudessem prover informações importantes ao presente trabalho.

O relatório geral do Google Analytics aponta o número de visitas ao *site*, número de usuários cadastrados, número de visualizações de páginas, duração média das visitas ao *site*, taxa de rejeição, porcentagem de novas visitas, entre outras informações. O relatório padrão do Analytics provê ainda informações demográficas detalhadas a respeito da origem de tráfego: país ou território de origem, cidade e idioma do navegador utilizado. O relatório traz informações específicas quanto ao meio de acesso ao sistema, seja ele por meio de computadores ou tecnologias móveis, tais como celulares. Ainda, o relatório aponta informações a respeito dos sistemas operacionais utilizados pelos usuários, bem como provedores de serviços, sistemas operacionais e resoluções de telas. Esses relatórios forneceram informações sobre as principais métricas das visitas ao *site*, a respeito do número de visitantes, comportamentos frequentes, tecnologias utilizadas e uso de tecnologias móveis. Entre 26/05/2012 e 26/06/2012 o *site* UNIPRORAD teve 79 visitas de 43 usuários, dentre os quais 49,37% acessaram o *site* pela primeira vez enquanto 50,63% configura retorno de usuários. Já no período entre 27/06/2012 e 27/07/2012, o relatório fornecido pelo Google Analytics registra um aumento de 84% nos acessos ao *site*, 146 visitas de 50 visitantes únicos, dos quais 70,55% de usuários que retornaram ao *site* e 29,45% de novos visitantes. Verificou-se ainda um total de 3.063 páginas visualizadas no período, o que representa um aumento de 126% quando comparado com o período anterior, que registra um total de 1.353 visualizações.

Foram ainda criados os relatórios internos customizados que forneceram informações sobre os perfis de acesso dos usuários: por segmento de trabalho, área de atuação profissional e atividade buscada (coleta de dados, planejamento estratégico, pesquisa acadêmica), entre outras. Em 17/07/12, as seguintes informações foram coletadas sobre o perfil de utilização do programa:

- Dados por região: 2,9% dos usuários encontram-se no nordeste, 2,9% no sul do país e 94% na região sudeste.
- Finalidade de uso: 67,6% das pessoas acessaram o *site* para pesquisas acadêmicas; 5,9% para planejamento; 2,9% coleta de dados para fins profissionais. 23% declararam outras finalidades.
- Faixa etária: 17,6% declararam ter idades entre 16 e 24 anos; 20,6% entre 25 e 34 anos; 23,5% de 45 a 59 anos e 8,8% acima de 60 anos de idade.
- Área de atuação: 38,2% do público cadastrado declarou atuar no setor privado (serviços); 29,4% dos indivíduos cadastrados provém de universidades e institutos de pesquisa; 20,6% do setor público; 5,9% provenientes do setor privado (comércio); 2,9% profissionais do setor privado (indústria) e 2,9% dos cadastrados são estudantes (do ensino médio).

A preocupação inicial com as recomendações internacionais do W3C (World Wide Web Consortium) [8] quanto à programação e critérios de indexação mostrou bons resultados. Em apenas dois meses os principais motores de pesquisa (Google, Bing, Altavista e Yahoo) trouxeram o *site* UNIPRORAD dentre as suas cinco primeiras indicações.

3. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A unificação dos programas de otimização da proteção radiológica implica trabalhar um conteúdo vasto e complexo, identificando a estrutura funcional mais adequada de forma a desenvolver um projeto de navegabilidade eficaz, facilitando a busca de informações. A informatização prevê uma cuidadosa pesquisa nos conteúdos de otimização, de forma a inter-relacionar informações que remetem a leis e normas dispostas em diversas publicações ou advindas de diversas fontes (ICPR, OIEA, CNEN), segundo critérios estabelecidos para o desenvolvimento de sistemas de bancos de dados relacionais de acordo com as características das informações. Os bancos de dados relacionais permitem a disponibilização do conteúdo de maneira a inter-relacionar as informações correlatas relevantes que não se encontram hoje disponibilizadas de forma linear em um mesmo meio de acesso, como por exemplo, leis e normas às quais são submetidos determinados procedimentos, cujas exigências impostas pelas autoridades locais do país podem ser mais (ou menos) restritivas que as recomendações internacionais.

Para o dimensionamento do trabalho de informatização e desenvolvimento da plataforma WEB de acordo com as necessidades do público-alvo, foi realizada uma ampla pesquisa no que tange às possibilidades de acesso da Tecnologia da Informação e da Comunicação (TIC) nas empresas em todo o país. Os dados obtidos permitiram balizar a eficácia deste trabalho, como proporção das empresas que utilizam computadores, número de computadores por empresa, proporção de funcionários que usam computadores ou que tenham acesso remoto ao sistema, proporção de empresas com rede (LAN, intranet, extranet), atividades realizadas pelo telefone celular corporativo, proporção das empresas que usam internet, proporção de funcionários com acesso à internet nos locais de trabalho, velocidade média de download fornecida pelos provedores, tipo de atividade realizada pelas empresas utilizando a internet, proporção das empresas com políticas de restrição de acesso. Esses dados deverão ser periodicamente revistos, para que o sistema esteja em conformidade com o perfil do público corporativo. A inteligência do sistema envolveu a elaboração dos modelos de informatização da otimização da proteção radiológica em uma plataforma cuja gama de recursos e funcionalidades se adequem às necessidades do público corporativo. O desenvolvimento do software seguiu os padrões tecnológicos internacionais, de maneira a criar um sistema sólido e eficaz, mas ao mesmo tempo flexível, permitindo que se possa adaptá-lo futuramente às inovações tecnológicas. Os relatórios de perfis de análise do sistema forneceram importantes informações de acesso a respeito de sua utilização pelo público corporativo e acadêmico. Essas informações foram fundamentais para o aprimoramento e direcionamento do trabalho de informatização dos programas de proteção radiológica. Pretende-se, a partir de 2013, dar início à informatização e unificação dos programas de monitoramento das radiações ionizantes e sua otimização. Ainda, no intuito de aproveitar ao máximo os benefícios das tecnologias da informação e comunicação para a disseminação da informação da proteção radiológica para países de língua portuguesa, diversos pesquisadores unem seus esforços no dimensionamento e desenvolvimento de novas ferramentas virtuais interativas e novos simuladores que possam auxiliar os profissionais da radioproteção em seu cotidiano laboral.

REFERÊNCIAS

1. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Safety Series n. 102: *Recommendation for the Safe Use and Regulation of the Radiation Source in Industry, Medicine and Teaching*. Viena, 1990
2. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. NN 3.01: *Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica*. Rio de Janeiro, 2005
3. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Implications of Commission Recommendations That Dosis Be Kept as Low as Readily Achievable, *publicação ICRP 22*, Viena, 1973
4. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Optimization and Decision-Making in Radiological Protection, *publicação ICRP 55, Ann. ICRP 20 (1)*. Viena, 1990
5. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. The optimization of the Radiological Protection: Broadening the Process, *publicação ICRP 101b, Ann. ICRP 36 (3)*. Viena, 2006
6. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. The optimization of the Radiation Protection in the Control of Occupational Exposure, *Safety Report Series n. 21*. Viena, 2002
7. COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL. Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e da comunicação no Brasil : *TIC Provedores 2011 : Survey on the use of information and communication technologies in Brazil : ICT Providers 2011*, <http://www.cetic.br/tic/provedores/2010/index.htm>, acessado em 8 de novembro de 2012
8. World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/> - acesso em 8 de novembro de 2012
9. Improving MySQL Query Analyser – Performance Optimization, <http://www.mysql.com/> - acesso em 8 de novembro de 2012
10. Sqlserver, Net Solutions, <http://www.sqlserver.com/> - acesso em 6 de junho de 2012
11. Php, <http://www.php.net/> - acesso em 8 de novembro de 2012
12. UNIPRORAD – *Unificação dos Programas de Proteção Radiológica*, <http://www.uniprorad.com.br> - acesso em 10 de janeiro de 2013