

## **PROGRAMAS DE OTIMIZAÇÃO DA PROTEÇÃO RADIOLÓGICA APLICADOS À PÓS-GRADUAÇÃO E O INCENTIVO À PESQUISA**

**Denise S. Levy<sup>1</sup>, Gian Maria A. A. Sordi<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup> Ômicron Programação Gráfica, São Paulo, SP, Brasil  
R. Maestro Tom Jobim, 64  
12953-162 Atibaia, SP, Brasil  
[denise@omicron.com.br](mailto:denise@omicron.com.br)

<sup>2</sup> 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  
[adelia@atomo.com.br](mailto:adelia@atomo.com.br)

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

### **RESUMO**

Em 2011 iniciou-se o trabalho de unificação dos programas de otimização da proteção radiológica, informatizando e disponibilizando os programas de otimização inter-relacionados e em português, como ferramenta de pesquisa, consulta e informação. Os autores deste projeto estenderam-no ao ensino da pós-graduação, aliando tecnologia educacional, tecnologia da informação e dinâmicas de grupo para ampliar as fontes de conhecimento e incentivar a pesquisa estudantil. Esta nova metodologia para o ensino da otimização foi aplicada e seus resultados foram avaliados por dois anos consecutivos na disciplina de pós-graduação TNA-5732, intitulada Elementos Fundamentais de Proteção Radiológica, ministrada no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Cabe aos alunos de pós-graduação assimilar em seis semanas um conteúdo complexo baseado em recomendações nacionais e internacionais publicadas em documentos de diferentes organizações. Diferentemente das aulas expositivas, nas quais o aluno recebe respostas prontas, as aulas propostas a partir de questionamentos abrem espaço para a circulação da palavra, promoveram trabalhos de construção coletiva e incentivaram pesquisas individuais. Foram discutidos trabalhos publicados em congressos e suas implicações frente às normas vigentes. Dinâmicas baseadas em situações problema, colocando o aluno na posição de tomador de decisão ou no papel de órgão fiscalizador, permitiram aproximar os alunos do conhecimento, articulando o conteúdo teórico e suas possíveis aplicações práticas. A informatização e unificação dos programas de otimização foram essenciais como ferramenta de pesquisa. A avaliação da disciplina mostrou excelentes resultados em comparação com os 14 anos precedentes. A metodologia superou as expectativas e será aplicada em 2013 também para o conteúdo de monitoramento das radiações ionizantes.

### **ABSTRACT**

In 2011 we started the informatization and integration of radiological protection optimization programs, in order to offer unified programs and inter-related information in Portuguese, providing Brazilian radioactive facilities a complete repository for research, consultation and information. The authors of this project extended it to postgraduate education, in order to encourage postgraduate students researches, expanding methods for enhancing student learning through the use of different combined resources, such as educational technology, information technology and group dynamics. This new methodology was applied in a postgraduate discipline at Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), Brazil, in the postgraduate discipline entitled Fundamental Elements of Radiological Protection (TNA-5732). Students have six weeks to assimilate a complex content of optimization, considering national and international standards, guidelines and recommendations published by different organizations over the past decades. Unlike traditional classes, in

which students receive prompt responses, this new methodology stimulates discussion, encouraging collective thinking processes and promoting ongoing personal reflection and researches. Case-oriented problem-solving permitted students to play different roles, promoting whole-group discussions and cooperative learning, approaching theory and practical applications. Students discussed different papers, published in international conferences, and their implications according to current standards. The informatization of optimization programs was essential as a research tool during the course. The results of this experience were evaluated in two consecutive years. We had excellent results compared to the previous 14 years. The methodology has exceeded expectations and will be also applied in 2013 to ionizing radiation monitoring postgraduate classes.

## 1. INTRODUÇÃO

Compete à universidade oferecer estímulo intelectual, proporcionando ferramentas pertinentes que possibilitem o pleno desenvolvimento do aluno, desenvolvendo aptidões e potencializando o aprendizado, processo este que pode ser favorecido ou dificultado de acordo com as práticas pedagógicas adotadas. O aluno é um ser social, um agente transformador da sociedade à qual pertence, e deve ser capaz de aplicar seus conhecimentos já construídos para a formulação de novas hipóteses, desenvolver seu raciocínio investigativo, tomando decisões, definindo estratégias e traduzindo em soluções concretas propostas para a resolução de problemas apresentados em sala de aula e, posteriormente, no ambiente profissional. Para que se possa potencializar o processo de ensino-aprendizagem, otimizando os esforços do educador e evitando o aborrecimento por parte do aluno, há que se diversificarem as técnicas de ensino.

Em virtude de ser pluridisciplinar, a proteção radiológica pertence a uma tecnologia bastante complexa, sendo composta por três ciências básicas igualmente importantes, a saber: a física, a química e a biologia. Usufrui de sistemas engenheirísticos e de diversas outras disciplinas tais como a higiene na saúde, bioquímica, biofísica, entre outras, e é regida por sistemas legislativos, regulamentadores, normativos e de relações no trabalho. A proteção radiológica pode ser definida como a ciência que tem por objetivo oferecer proteção aos indivíduos e ao meio ambiente contra os efeitos nocivos à saúde provocados pela radiação ionizante. A química pode ser explicada pela própria constituição do corpo humano, composto por 80 a 85% de água, e o restante por diversos elementos químicos, incluindo os minerais, portanto um ambiente propício a sofrer os efeitos da radiação. No campo da física, uma das principais disciplinas correlacionadas é a física nuclear, uma ciência inteiramente abstrata, cujos componentes responsáveis pelas ações físicas não podem ser visualizados, mas unicamente imaginados, o que a torna consideravelmente complexa. Em poucas palavras, pode-se dizer que a proteção radiológica começa onde termina a física nuclear, e termina onde começa a medicina. Exceto pelas disciplinas puramente matemáticas, os fenômenos físicos apenas podem ser descritos dedutiva ou intuitivamente, tornando o aprendizado cansativo e fastidioso, quando utilizado o tradicional método expositivo, onde o professor declama e o aluno recebe passivamente de maneira mecanicista os conhecimentos transmitidos. Toma-se como exemplo o sistema legislativo, regulamentador e normativo, onde o educador deve expor as exigências de proteção, além da filosofia a que essas exigências estão submetidas, ou seja, não apenas deve expor as exigências, como justificar por que essas exigências são necessárias e suficientes. Em virtude do exposto, cogitou-se introduzir uma nova metodologia de ensino. Esta metodologia foi aplicada para o ensino da otimização na disciplina de pós-graduação TNA-5732, intitulada Elementos Fundamentais de Proteção Radiológica, ministrada no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). O conteúdo de otimização é ministrado em seis semanas e cabe aos alunos de pós-graduação assimilar,

dentro desse espaço de tempo, um conteúdo complexo baseado em recomendações nacionais e internacionais publicadas em documentos de diferentes organizações. Os resultados desta nova metodologia, baseada na diversificação das técnicas de ensino foram avaliados por dois anos consecutivos e superaram as expectativas iniciais. Neste trabalho procuramos demonstrar a relação da metodologia de ensino utilizada com o êxito do aprendizado em comparação com os 14 anos precedentes.

## 2. METODOLOGIA

Visando satisfazer tanto às normas nacionais como as recomendações internacionais da CIPR e do OIEA no que dizem respeito ao conteúdo de otimização, a disciplina Elementos Fundamentais de Proteção Radiológica trabalha a partir das seguintes publicações:

- CIPR 22 que trata dos princípios básicos da otimização [1];
- CIPR 37 que trata das técnicas de custo-benefício diferencial, integral e expandida [2];
- CIPR 55 que aborda as técnicas de ajuda para tomada de decisão [3];
- CIPR 101 e OIEA SS 21 que discutem as características do processo [4-5].

De forma a incentivar o protagonismo do aluno e a pesquisa estudantil, o conteúdo acima mencionado foi trabalhado com os alunos da pós-graduação aliando tecnologia educacional, tecnologia da informação e dinâmicas de grupo para ampliar as fontes de conhecimento e incentivar a pesquisa estudantil. O objetivo foi elaborar um projeto de construção de atividades significativas para trabalhar os conteúdos específicos da otimização da proteção radiológica.

### 2.1. Sistema informatizado de proteção radiológica

O conhecimento prévio do aluno é um alicerce para a construção de novos saberes, qualquer que seja a área do conhecimento. A experiência anterior possibilita compreender e articular conceitos, fornecendo uma visão mais ampla e, portanto, mais efetiva do objeto de estudo. Aos alunos da pós-graduação foram oferecidos diversos materiais, a saber: textos base com as traduções das publicações trabalhadas [1-5] e o acesso ao conteúdo de otimização informatizado.

O conteúdo informatizado encontra-se disponível no site <http://www.uniprorad.com.br> [6-7] e pode ser acessado de qualquer lugar mediante uma conexão convencional de internet. Este projeto, idealizado e desenvolvido pelos autores deste trabalho, se propõe a 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, possibilitando consultas complexas com tempo de resposta reduzido. O conteúdo inclui conceitos, definições e teoria, além dos programas de otimização, técnicas de ajuda para tomada de decisão e informações relacionadas a doses de radiação, detrimento e custos de proteção. O projeto conta com a combinação de várias tecnologias, oferecendo componentes interativos, como simuladores para as seis técnicas de ajuda para tomada de decisão, previstas na publicação CIPR 55 [3].

Além do conteúdo mencionado, o site conta com o aporte de importantes trabalhos científicos publicados em congressos internacionais [8-11] que discutem, sob diferentes perspectivas, as

publicações internacionais. O conteúdo não é oferecido de forma linear e os inter-relacionamentos entre as diversas esferas trabalhadas na otimização proporcionam ao aluno uma visão mais global do processo, contribuindo para a construção de novos conhecimentos e a consolidação do aprendizado. Os alunos, incumbidos de leituras prévias sobre os conteúdos a serem trabalhados em cada aula, se beneficiaram enormemente deste recurso tecnológico. O conhecimento prévio dos alunos a respeito do conteúdo a ser trabalhado em cada aula ampliou o interesse dos alunos e a qualidade das discussões.

## **2.2. Tecnologia educacional**

A disciplina TNA-5732 fornece os princípios e oferece as principais bases para a construção e a formação dos conceitos de otimização da proteção radiológica. Os recursos da tecnologia educacional possibilitaram dinâmicas diferenciadas que exigiam a participação do aluno, contribuindo fortemente para a consolidação do conhecimento da otimização. Em um primeiro momento o conteúdo foi trabalhado inteiramente por meio de questionamentos e discussões. Por meio de um software retroalimentável, as respostas e discussões eram automaticamente disponibilizadas em telão. O questionamento abre espaço para a circulação da palavra, suscitando o protagonismo dos alunos e incentivando a discussão coletiva. O conhecimento prévio, graças às leituras realizadas permitiram estender as discussões a estudos de casos reais aos quais se aplicavam os conceitos estudados.

Em um segundo momento os alunos trabalharam em grupos. Já familiarizados com o material de estudo, lhes foram propostas questões que exigiam pesquisa ao material de estudo. O questionamento via de regra proporcionava a reconstrução e articulação de ideias, elaborações próprias e o compartilhamento de conhecimento. O trabalho de pesquisa era realizado em classe e discutido a seguir coletivamente. Os recursos audiovisuais foram utilizados sistematicamente, porém de maneiras diferentes: telas expositivas para a elucidação de alguns conceitos, sistema retroalimentável para compartilhamento de ideias, sistema de perguntas e respostas trabalhadas coletivamente, animações em computação gráfica para a proposição de problemas e resolução de exercícios de otimização [12]. Trabalhando a partir do conhecimento prévio dos alunos, esses recursos contribuíram para cultivar a curiosidade sistemática, levando cada aluno a participar efetivamente do processo de construção coletiva do conhecimento.

## **2.3. Dinâmicas de grupo**

O ensino da pós-graduação tem por objetivo o incentivo à pesquisa e à elaboração de conhecimentos científicos. As dinâmicas de grupo permitem que o aluno se aproprie do conhecimento, aproximando a tarefa acadêmica do cotidiano profissional, levando o aluno a construir saberes com atividades interessantes que envolvam conhecimentos essenciais e promovam uma aprendizagem significativa.

A partir de uma situação real ou fictícia, a dinâmica de grupo promove um ambiente de reflexão e aprendizagem colaborativa. Desempenhando diferentes papéis, cada indivíduo coloca a serviço da equipe seu conhecimento prévio e sua experiência. O exercício exige a capacidade de resposta imediata, levando o grupo a elaborar e testar hipóteses, pesquisar,

comparar e assumir riscos. Possibilita a revisão de conceitos, a comunicação, a troca de experiências e uma percepção diferenciada da realidade.

Na disciplina TNA-5732, foram propostas três dinâmicas diferentes, nas quais os grupos alternadamente desempenhavam diversos papéis. Foram propostas aos alunos as seguintes situações-problema:

- Planta Elétron Brasil – Município de São Miguel Arcaño – SP
- Planta Embranuclear – Município de Pavaçu – PI
- Projeto Radionet – Nova Crixás – GO

Disponibilizamos, para fins de futuras referências instrucionais, o enunciado da situação problema intitulada “Projeto Radionet – Nova Crixás – GO”:

#### PROJETO RADIONET – Nova Crixás – GO – Junho de 2012

Entendemos que é importante introduzir o conceito de otimização da proteção, no pensamento do projetista, a partir do momento que se tem as primeiras idéias acerca de uma nova tarefa, pois ele está ciente da necessidade de se avaliar alternativas aos objetivos gerais e aos critérios.

Na década de 80, o Instituto Goiano de Radioterapia mudou-se para novas instalações abandonando um antigo equipamento que, alguns anos mais tarde foi inadvertidamente removido ocasionando um dos maiores acidentes radiológicos das últimas décadas. Atenta a este fato, a Radionet, indústria detentora de um equipamento com características semelhantes, a saber: fonte  $^{137}\text{Ce}$  com atividade de aproximadamente 51 TBq, busca o melhor local para seu armazenamento dentro de suas instalações.

Tendo sido transferida para o município de Nova Crixás (também no estado de Goiás) poucos meses após o acidente de Goiânia, a Radionet sofreu hostilidade da população local e inúmeros processos judiciais pelos mais diversos motivos. Há 20 anos a empresa investe fortemente em incentivo à agricultura, urbanização da cidade e informação à população, através de contatos periódicos com representantes da OMONC (Organização dos Moradores de Nova Crixás). A prioridade da Radionet é definir o melhor lugar dentro de suas fronteiras para armazenar devidamente o equipamento em questão, levando em consideração a melhor opção quanto à saúde da população e dos trabalhadores.

Para efeito de custos, a empresa investe R\$100.000 por ano em informação à população, R\$150.000 em incentivo à agricultura e R\$150.000 em projetos de modernização e urbanização do município, perfazendo um total de R\$400.000 anualmente gastos visando o bem estar dos moradores da região. O custo elevado de implantação de um novo local para armazenamento pode impactar no orçamento gasto para o benefício da população, portanto a gerência busca uma alternativa viável em termos de custos da operação e não está disposta a gastar mais para minimizar ainda mais as doses, seja do público, seja dos trabalhadores.

Em um estudo preliminar, foram cogitados os seguintes locais, dentro das fronteiras do terreno pertencente à empresa, sendo o Local 1 mais próximo às instalações da fábrica e o local 10 mais próximo ao município. As áreas selecionadas apresentam as seguintes características:

**TABELA 1. Dados da situação problema**

| Opção | Custo   | Dose média por trabalhador (mSv a <sup>-1</sup> ) | Nº de trabalhadores no local | Dose média por indivíduo do público (mSv a <sup>-1</sup> ) | Nº de indivíduos do público próximos ao local |
|-------|---------|---------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1     | 110.500 | 21,171                                            | 2                            | 0,014                                                      | 10                                            |
| 2     | 111.200 | 15,563                                            | 8                            | 0,031                                                      | 10                                            |
| 3     | 123.400 | 10,587                                            | 8                            | 0,098                                                      | 20                                            |
| 4     | 145.900 | 5,562                                             | 6                            | 0,134                                                      | 60                                            |
| 5     | 199.900 | 1,840                                             | 5                            | 0,356                                                      | 80                                            |
| 6     | 201.100 | 1,545                                             | 5                            | 0,212                                                      | 110                                           |
| 7     | 314.200 | 0,897                                             | 5                            | 0,227                                                      | 150                                           |
| 8     | 442.700 | 0,350                                             | 2                            | 0,180                                                      | 180                                           |
| 9     | 547.300 | 0,283                                             | 1                            | 0,121                                                      | 200                                           |
| 10    | 659.056 | 0,187                                             | 0                            | 1,040                                                      | 2                                             |

Gostaríamos do parecer da sua equipe para que possamos apresentar a melhor solução analítica à diretoria da empresa. Solicitamos igualmente o memorial de cálculo e a justificativa para a técnica de tomada de decisão escolhida.

A partir da análise da situação problema oferecida, cada grupo desempenhou, em um primeiro momento, o papel de consultor, ou seja, o papel de tomador de decisão, idealizando as melhores soluções para o problema proposto. Foram autorizadas pesquisas ao material disponível: apostilas, conteúdo eletrônico informatizado e simuladores das técnicas de ajuda para tomada de decisão, que em poucos segundos realizam cálculos complexos, permitindo múltiplas simulações em curto espaço de tempo.

Uma vez definidas as melhores soluções, cada grupo teve como tarefa apresentar o processo de tomada de decisão e justificar suas escolhas, apresentando para o restante da turma um memorial de cálculos. Neste momento, os outros grupos atuavam enquanto órgãos regulatórios, podendo aceitar, questionar ou refutar a estratégia adotada pelos colegas. Ao final de cada discussão, o professor apontava os acertos, pontuava os equívocos, retomava conceitos e esclarecia as dúvidas. O processo avaliativo da dinâmica não focava apenas o resultado, mas sim o percurso percorrido pelo grupo da análise do problema à solução final, considerando todas as etapas do processo.

A aprendizagem de adultos orientada para a resolução de situações-problema promove a mobilização de recursos intelectuais e desenvolve potencialidades e competências que podem ser, posteriormente, estendidas ao contexto profissional. A proposta de uma situação problema envolve a previsão de obstáculos dentro da capacidade de resposta do aluno, possibilitando que ele possa usar das habilidades e conhecimentos que possui e adquirir novas competências.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos 14 anos precedentes o conteúdo de otimização da proteção radiológica foi trabalhado de acordo com a metodologia tradicional, da melhor forma possível. Esta metodologia, entretanto, impunha sérias limitações ao professor, que tinha a tarefa de incentivar a turma à aquisição do conhecimento e à pesquisa por meio de aulas predominantemente expositivas e gerava grande sobrecarga aos alunos, que deveriam assimilar um vasto e complexo conteúdo em curto espaço de tempo, em um contexto de aula que não exige sua participação ativa. A informatização dos programas de otimização, aliada à tecnologia educacional, à tecnologia da informação e à dinâmica de grupo, permitiu a diversificação das técnicas de ensino, surgindo como uma opção motivadora e eficaz para a transmissão do conhecimento em um contexto de aprendizagem colaborativa e construção ativa do conhecimento.

As aulas baseadas em leituras prévias e questionamentos oportunizaram e incentivaram a pesquisa mais aprofundada dos temas discutidos. A partir da leitura de diversos trabalhos científicos [8-11], foram discutidas as publicações CIPR e OIEA e suas implicações frente às normas vigentes. O sistema UNIPRORAD (Unificação dos Programas de Proteção Radiológica) fornecia discussões e reflexões, tomando por base os referidos trabalhos científicos sob a ótica dos autores e diversas publicações da Comissão Internacional de Proteção Radiológica e do Organismo Internacional de Energia Atômica. Toma-se como exemplo o trabalho intitulado “The Alpha Value Decrease With the Decrease of Individual Annual Effective Dose”, publicado no 12Th International Congress of the International Radiation Protection Association, no ano de 2008 [8]. Este trabalho foi largamente discutido frente às publicações 21 do OIEA e 101 da CIPR que discutem a diminuição do valor alfa, de acordo com a dose individual.

Diferentemente das aulas expositivas, nas quais o aluno recebe respostas prontas, as aulas propostas a partir de questionamentos abriram espaço para a circulação da palavra, promoveram trabalhos de construção coletiva e incentivaram pesquisas individuais. As pesquisas empreendidas pelos alunos os levaram a comparar, interpretar e analisar incongruências entre as publicações estudadas, proporcionando ricas discussões, como por exemplo a publicação 21 do OIEA [5], que proíbe considerar as opções com valor alfa superior ao estipulado. Essa recomendação invalidaria o exemplo da Pequena Mina de Urânio utilizado na publicação CIPR 55 [3], na qual todas as opções têm o valor alfa superior a US\$20,000.00. Outro exemplo de discussões em sala de aula, foram inconsistências encontradas em publicações de uma mesma entidade, como é o caso da CIPR 101 [4], que orienta o tomador de decisão a prosseguir os esforços de otimização ainda que as doses encontrem-se na zona aceitável, enquanto a publicação 55 [3] da mesma entidade afirma não ser necessária a otimização quando as doses individuais são menores ou iguais a 5mS<sup>a</sup>-1.

Os efeitos deste trabalho puderam ser observados diante dos excelentes resultados nos exames no anos de 2011. As provas de otimização são compostas por 12 questões, das quais 6 questões teóricas conceituais e as restantes com exercícios referentes às técnicas de ajuda para tomada de decisão. Não são permitidas consultas a qualquer material e os alunos dispõem de um total de 4 horas para sua realização. No ano de 2011, 60% dos alunos obtiveram conceito A na prova de otimização e uma significativa parcela dos alunos restantes obteve conceito B, demonstrando melhores resultados, quando comparados aos resultados dos anos precedentes. Em 2012 a metodologia desenvolvida para as aulas de otimização foi

aprimorada e os resultados se mostraram ainda mais satisfatórios: em uma prova com o mesmo nível de dificuldade dos 14 anos precedentes, 100% dos alunos obtiveram o conceito máximo previsto, demonstrando domínio do conteúdo e corroborando a eficácia desta nova metodologia para o aprendizado efetivo da otimização da proteção radiológica.

Do planejamento à avaliação, cada etapa do percurso foi sistematizada considerando a realidade educacional dos alunos, os conteúdos e os objetivos traçados. A partir dessas definições, foram definidas as técnicas, estratégias e práticas viáveis para fazer cumprir com completude os objetivos almejados. Levando-se em consideração que a principal meta do ensino da pós-graduação é formar pesquisadores, todos os esforços foram empreendidos para o incentivo à pesquisa como atitude cotidiana. O ensino da otimização da proteção radiológica pela pesquisa possibilitou o trabalho em sala de aula a partir do raciocínio indutivo, dedutivo e sobretudo hipotético-dedutivo, que consiste na elaboração de pressupostos hipotéticos e seu falseamento, afim de se comprovar a robustez das hipóteses traçadas e a sustentabilidade de uma determinada proposição de natureza científica. O questionamento sistemático leva o aluno a desenvolver a consciência crítica, posicionando-se frente ao conhecimento disponível, reinterpretando a realidade, formulando elaborações próprias e fazendo-se autor. A metodologia superou as expectativas e será aplicada em 2013 também para o conteúdo de monitoramento das radiações ionizantes.

## REFERENCES

1. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Implications of Commission Recommendations That Dosis Be Kept as Low as Readily Achievable, *publicação ICRP 22*, Viena, 1973
2. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Cost-Benefit Analysis in the Optimization of Radiation Protection, *publicação ICRP 37*. Viena, 1983
3. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Optimization and Decision-Making in Radiological Protection, *publicação ICRP 55, Ann. ICRP 20 (1)*. Viena, 1990
4. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. The optimization of the Radiological Protection: Broadening the Process, *publicação ICRP 101b, Ann. ICRP 36 (3)*. Viena, 2006
5. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. The optimization of the Radiation Protection in the Control of Occupational Exposure, *Safety Report Series n. 21*. Viena, 2002
6. LEVY, D. S. ; SORDI, G.M.A.A. Informatization and integration of radiological protection optimization programs. *In: 13th International Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA)*, 2012, Glasgow
7. LEVY, D. S., SORDI, G.M.A.A. Tecnología informática y radioprotección: informatización de la optimización y investigación del perfil de utilización. *In: Simposio Internacional de Protección Radiológica - Encuentro Iberoamericano de Protección Radiológica*, 2012, Cusco
8. SORDI, G. A. A. ; SOUSA, J. J. ; MARTUCI, T. The Alpha Value Decrease With the Decrease of Individual Annual Effective Dose. *In: 12th International Congress of the International Radiation Protection Association*, 2008, Buenos Aires



9. PEREZ, C. F. A. ; SORDI,G.A.A . Sensitivity Analysis: The Linearity Argument Between The Different Radiological Protection Options. *In: The Second European International Radiation Protection Association IRPA*, 2006, Paris
10. PEREZ, C. F. A. ; SORDI,G.A.A . Change in the Alpha Criterion Policy: Variable based on the Maximum Individual Dose Function. *In: The Second European International Radiation Protection Association (IRPA)*, 2006, Paris
11. PEREZ, C. F. A., SORDI,G.A.A. How we can Transform the Constant Alpha Value in a Variable Function *In: First American IRPA Congress*, 2006, Acapulco
12. SAHYUN, A. ; SORDI, G.M.A.A. ; LEVY, D. S. ; LEVY, P.J. ; NABIL, C.N. . Industrial Radiological Protection Web Based Training Course. *In: VIII Congreso Regional de Seguridad Radiológica y Nuclear, Congreso Latinoamericano del IRPA y el V Congreso Nacional de Protección Radiológica DSSA*, 2010, Medellin.