
EDUCAÇÃO E COMUNICAÇÃO EM PROTEÇÃO RADIOLÓGICA: O POTENCIAL DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO PARA O APRIMORAMENTO DE COMPETÊNCIAS PROFISSIONAIS

Denise Levy
Gian-Maria Agostino Angelo Sordi

INTRODUÇÃO

Elaboração de um programa de proteção radiológica:

- Plano de Proteção Radiológica, PPR
- Plano de Emergência Radiológica, PER

Procedimentos baseados em normas, diretrizes e recomendações nacionais e internacionais dispersos em documentos de diferentes organizações publicados ao longo dos anos:

- Comissão Internacional de Proteção Radiológica (CIPR)
- Organismo Internacional de Energia Atômica (OIEA)
- Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)

INTRODUÇÃO

CIPR

- Recomendações internacionais baseadas nos relatos do Comitê Científico sobre os Efeitos das Radiações Atômicas das Nações Unidas (CCERANU) e *Biological Effects of Ionizing Radiations* dos Estados Unidos (BEIR)
- Mais de uma centena de relatórios publicados, nem todos vigentes

OIEA - órgão oficial da ONU

- Recomendações baseadas nas recomendações da CIPR e sua filosofia
- Fornece guias para se satisfazer as exigências das recomendações

CNEN

- Normas para programas de proteção radiológica adequados e eficazes
- Não fornece os guias para cumpri-las

MONITORAMENTO DAS RADIAÇÕES IONIZANTES E SUA OTIMIZAÇÃO

Controle operacional no local de trabalho: recomendações da CIPR

1. Avaliação radiológica inicial da operação identificando as fontes que provocam exposições normais e potenciais
2. Efetuar previsões realistas das doses
3. Determinar as medidas de proteção para satisfazer o princípio da otimização.

Ação para comunicação e educação em Proteção Radiológica

A informatização dos programas de monitoramento e de otimização de forma inter-relacionada, de maneira a satisfazer normas e recomendações nacionais e internacionais.

Metodologia

METODOLOGIA - INFORMATIZAÇÃO

Delineamento do conteúdo: otimização

- conceitos, definições e teoria, como: custos doses e detrimento,
- técnicas de ajuda para tomada de decisão
- construção do processo
- envolvimento dos interessados
- componentes globais para definição e implementação de um plano ALARA
- Distribuição de dose no tempo e espaço
- Matriz de dose coletiva para a tomada de decisão

METODOLOGIA - INFORMATIZAÇÃO

Delineamento do conteúdo: monitoramento

- conceitos, definições e teoria, como: autoridade, responsabilidade, níveis de referência, objetivos e finalidades do monitoramento.
- funções do monitoramento
- tipos de monitoramento do local de trabalho
- tipos de monitoramento individual
- Inter-relacionamento entre funções e tipos de monitoramento
- pesquisa detalhada da filosofia e técnica dos programas de monitoramento

METODOLOGIA - INFORMATIZAÇÃO

DISCUSSÕES A PARTIR DAS RECOMENDAÇÕES ATUAIS

Comparação entre publicações de diferentes entidades - como por exemplo o valor recomendado para o nível de investigação para as doses individuais, para o qual o OIEA e a CIPR sugerem valores diferentes.

Divergências entre publicações de uma mesma entidade - recomendações ainda vigentes que, entretanto, não se encontram disponíveis nas atuais publicações. Um exemplo é a publicação 75 da CIPR, que suplantou a publicação 35 da mesma entidade, omitindo recomendações ainda válidas para o monitoramento para a contaminação do ar.

METODOLOGIA - INFORMATIZAÇÃO

Detalhamento e discussão a partir das recomendações

- O valor alfa decresce com o decréscimo da dose?
- Aportes de um monitoramento com função auditora
- Exposições normais e potenciais

METODOLOGIA – EXPOSIÇÕES POTENCIAIS

Grande falta de conhecimento das probabilidades de falhas

Probabilidade de falhas

- equipamentos eletrônicos
- equipamentos mecânicos
- construção civil

Falhas humanas

- modeladores do desempenho (treinamento, condições do local de trabalho e fatores de distração)
- valor de 10^{-3} a 10^{-2} para a sua ocorrência, a depender da complexidade da situação

As deficiências para quantificação encontram-se justamente na determinação das probabilidades de ocorrência no que tange à proteção radiológica.

METODOLOGIA – EXPOSIÇÕES POTENCIAIS

Intervalo de probabilidades por ano dentro do qual a restrição pode ser selecionada:

Sequência de eventos que levam a doses tratadas como parte de exposições normais	10^{-1} a 10^{-2}
Sequência de eventos que levam a efeitos estocásticos acima dos limites de dose	10^{-2} a 10^{-5}
Sequência de eventos que levam a alguns efeitos determinísticos	10^{-5} a 10^{-6}
Sequência de eventos que levam a doses nas quais existe probabilidade de morte	$< 10^{-6}$

Fonte: Publicação 64 CIPR

METODOLOGIA – EXPOSIÇÕES POTENCIAIS

Valores de dose máxima admissível pelos Limites de Risco relacionados a probabilidades de ocorrência de risco:

Dose máxima admissível pelos Limites de Risco	Probabilidade do incidente
100 mSv	$1,0 \times 10^{-2}$
110 mSv	$1,5 \times 10^{-3}$
120 mSv	$8,0 \times 10^{-4}$
150 mSv	$2,6 \times 10^{-4}$
200 mSv	$1,0 \times 10^{-4}$
500 mSv	$1,0 \times 10^{-5}$
1000 mSv	$2,5 \times 10^{-6}$
2000 mSv	$1,0 \times 10^{-6}$

Fonte: SORDI, G.M.A.A. Equations proposal to determine risk limits for workers and for public individuals.
In: 10 IRPA Congress, Japão, 2000.

METODOLOGIA - INFORMATIZAÇÃO

Conteúdo estruturado em forma de perguntas e respostas

- Todas as questões que devem ser colocadas na elaboração de um programa de monitoramento
- Possibilita montagem do plano de Proteção Radiológica conforme a situação específica do interessado.

Componentes interativos

- Simuladores para as técnicas de ajuda para a tomada de decisão
- Exercícios baseados em situações problemas para monitoramento da contaminação do ar e radiação externa.

Monitoramento das Radiações Ionizantes

[Monitoramento das Radiações Ionizantes](#) | [Filosofia e Técnica para Monitoramento do Trabalhador](#) | [Monitoramento do Local de trabalho para a contaminação de Superfície](#)

Monitoramento relacionado com a Tarefa para a Contaminação de Superfície

1. Durante o desenvolvimento de uma atividade quais são os objetivos de um monitoramento de contaminação de superfície provocada por radiação ionizante com função relacionada à tarefa e que utilidades ela tem?

Os objetivos são:

- Evitar a contaminação;
- Limitar a sua dispersão.

O monitoramento tem utilidade:

- Em contenções parciais, como por exemplo: capelas com exaustão.
- Durante ou imediatamente após um trabalho não rotineiro ou de manutenção.

2. Quais são as principais ações efetuadas pelo serviço de proteção radiológica no monitoramento de contaminação de superfície provocado pela radiação ionizante com função relacionada à tarefa?

- Manter a disposição do trabalhador equipamentos de monitoramento.
- Treinar o trabalhador para a utilização dos equipamentos de monitoramento a sua disposição.

Links Relacionados

- [Controle eficaz da radiação no trabalho - programa de monitoramento do local de trabalho](#)
- [O que deve ser auditado no monitoramento relacionado com a tarefa](#)
- [Tipos de monitoramento](#)

Publicações

- [Publicação 75 - CIPR](#)

Monitoramento das Radiações Ionizantes

[Monitoramento das Radiações Ionizantes](#) | [Registros e projetos](#) | Programa eficaz de Proteção Radiológica para o uso seguro de fontes de radiação na indústria, medicina, pesquisa e ensino

Programa de monitoramento do local de trabalho

O programa de monitoramento do local de trabalho é desenvolvido de acordo com suas especificidades. Clique nos links abaixo e confira o que entende o Organismo Internacional de Energia Atômica com relação a esses aspectos.

[Figura 4h.1](#) - Programa de monitoramento do local de trabalho - Finalidade

[Figura 4h.2](#) - Programa de monitoramento do local de trabalho - Pessoal

[Figura 4h.3](#) - Programa de monitoramento do local de trabalho - Instalação

[Figura 4h.4](#) - Programa de monitoramento do local de trabalho - Equipamento

[Figura 4h.5](#) - Programa de monitoramento do local de trabalho - Procedimentos

[Figura 4h.6](#) - Programa de monitoramento do local de trabalho - Garantia de qualidade

[Figura 4h.7](#) - Programa de monitoramento do local de trabalho - Adequação do monitoramento individual

Links Relacionados

- [Controle eficaz da radiação no trabalho](#)

Publicações

- [Série de Relatórios de Segurança 102 - OIEA](#)

Simuladores

Simulador: Análise de Critérios Múltiplos Excedentes

Definição de parâmetros – relações de crescimento, critério de exclusão e desempate:

Preencha todos os parâmetros de relação de crescimento, defina o critério de exclusão com seu valor de $Ec_{i,m}$ e defina o critério de desempate. Assim que todas as informações estiverem preenchidas, prossiga clicando no botão próxima etapa

FATOR / CRITÉRIO	IDENT.	CONSTANTE CRESCIMENTO	K NORMALIZADO
Custo	K (X)	1,00	$k(X)$ K (X) = ??
Dose Coletiva	K (S)	1,60	$k(X)$ K (S) = ??
Opinião pública	K (O)	0,70	$k(X)$ K (O) = ??
Dificuldade operacional	K (A)	0,90	$k(X)$ K (A) = ??

Critério de exclusão:

Fator/Critério

Valor de $Ec_{i,m}$

Critério de desempate:

Fator/Atributo

Salvar

Voltar

Próxima etapa

Home

Programas de Otimização

Simuladores

Publicações

Glossário

Cadastro

Contato

Monitoramento para a contaminação do ar

CASO 1 – Situação problema para determinação do nível de referência no caso da contaminação do ar provocada pela radiação ionizante, conhecendo-se a sua frequência de contaminação.

Sabe-se que em uma determinada instalação, onde se produzem cerca de 8 contaminação por ano, o trabalhador presta serviço no ambiente da contaminação durante 250ha^{-1} .

Levando-se em consideração o nível de registro recomendado pela CIPR, pergunta-se: como determinar este nível de referência (NR) desejável para a contaminação do ar (NRCA), considerando que devemos adotar um fator 1/10 para estabelecer o seu valor?

Dica para a resolução do problema

DICA: Lembre-se que $\text{NR} = 1/4 \text{ LIA}$ e $\text{LIA} = 2000 \text{ NRCA}$. O cálculo é feito sobre 2.000 horas de trabalho por ano. Caso o número de horas efetivamente trabalhado seja diferente, esse cálculo será aplicado no resultado.

- a. ☐ 5 NRCA/ Evento
- b. ☐ 10 NRCA/ Evento
- c. ☐ 50 NRCA/ Evento
- d. ☐ 100 NRCA/ Evento
- e. ☐ 500 NRCA/ Evento
- f. ☐ 1000 NRCA/ Evento

Voltar

Continuar

Monitoramento das Radiações Ionizantes

Monitoramento das Radiações Ionizantes | Propostas de discussões sobre o monitoramento das radiações ionizantes | Discussão sobre as exposições potenciais

Introdução: para além do conteúdo das publicações e normas vigentes

1. O que recomendam as atuais publicações?

Apesar de algumas publicações da CIPR recomendarem que a exposição potencial deve ser tratada juntamente com a normal, em sua publicação 76 a CIPR assume que em grande parte das situações isso não é possível, uma vez que a exposição normal toma por base os limites laborais, enquanto na exposição potencial devem ser consideradas as doses mais elevadas do cenário.

2. O que diz a publicação 76 da CIPR?

A publicação 76 da CIPR, em sua seção 62, traz a seguinte consideração:

"Os métodos para a otimização da radioproteção variam do simples bom senso à técnicas quantitativas complexas (ver publicações 37 e 55; CIPR, 1983; 1989). A otimização da proteção às exposições potenciais, continua em grande parte, sem solução, especialmente quando as probabilidades são pequenas e as consequências são grandes (NEA/OECD, 1995). Embora este relatório equacione conceitualmente os riscos advindos das exposições normais e potenciais, é difícil a otimização formal simultânea da proteção contra os dois tipos de exposição. Entretanto, o uso de dispositivos de proteção contra exposições potenciais, de acordo com o que foi esboçado aqui, já inclui um elemento de otimização. Além disso, o risco referência utilizado neste relatório, corresponde ao risco associado às doses laborais mais elaborada em uma operação otimizada e não ao risco associado a uma dose no limite de dose laboral. Também, a proteção ótima contra exposições potenciais não é necessariamente alcançado no mesmo valor de risco da proteção ótima contra as exposições normais. Isso porque os custos da redução dos riscos advindos de exposições normais e potenciais podem ser bastante diferentes."

3. Que recomendações específicas fornece a publicação 76 da CIPR?

Embora a publicação 76 reconheça que esses dois temas deveriam ser tratados separadamente, não fornece recomendações específicas. Pretendemos, neste trabalho, empreender uma pesquisa que possibilite introduzir as exposições potenciais de maneiras mais quantitativa do que o fazem as recomendações internacionais e as normas nacionais, disponibilizando ao público (tanto instalações quanto pesquisadores) a noção dos cenários envolvidos nesse tipo de exposição.

Links Relacionados

- [Controle das exposições laborais - normais e potenciais](#)
- [Exposição laboral, exposição normal e exposição potencial](#)
- [Planejamento e preparo para emergência eficaz](#)

Publicações

- [Publicação 64 - CIPR](#)
- [Publicação 76 - CIPR](#)

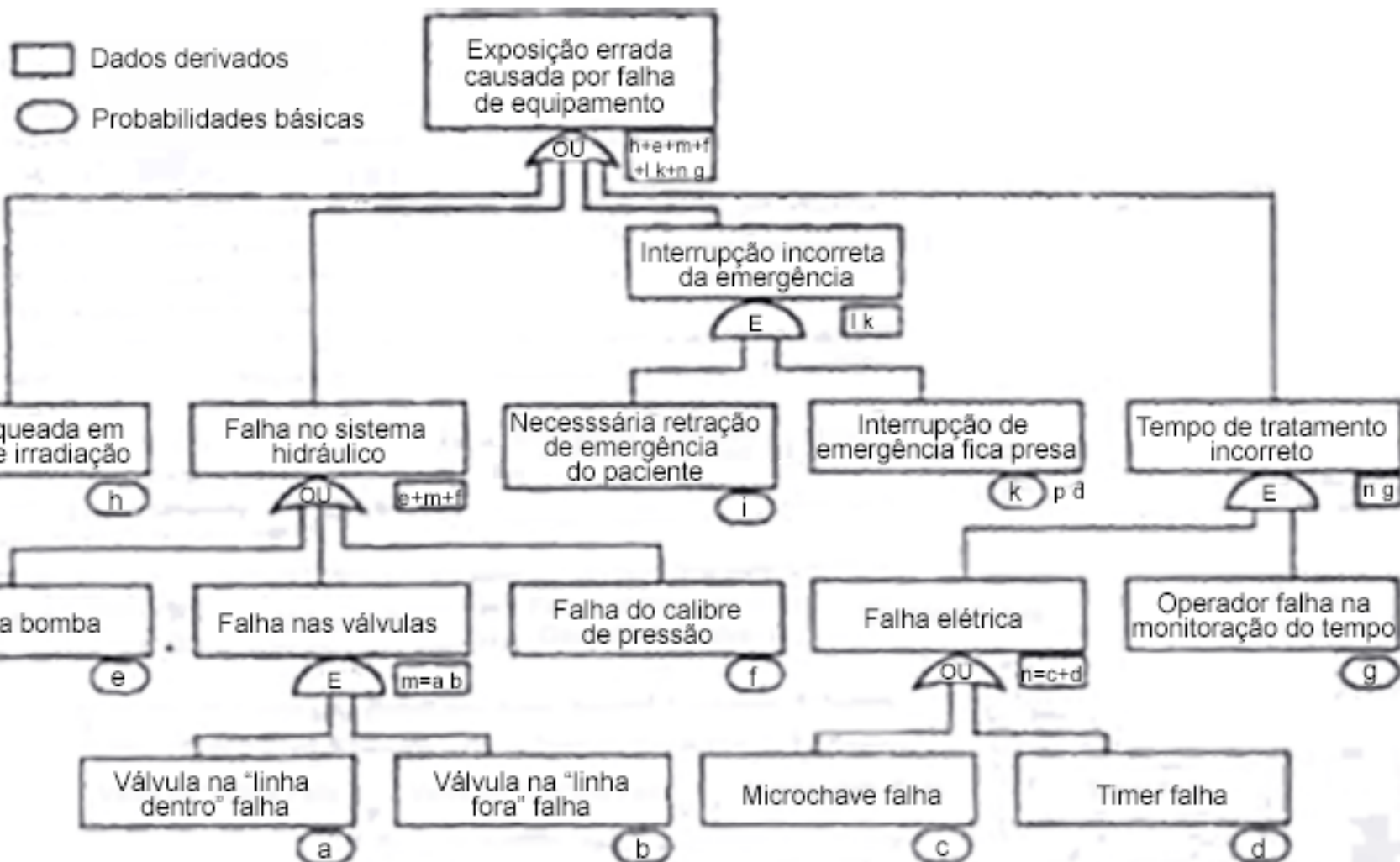
Exposição potencial em um cíclotron

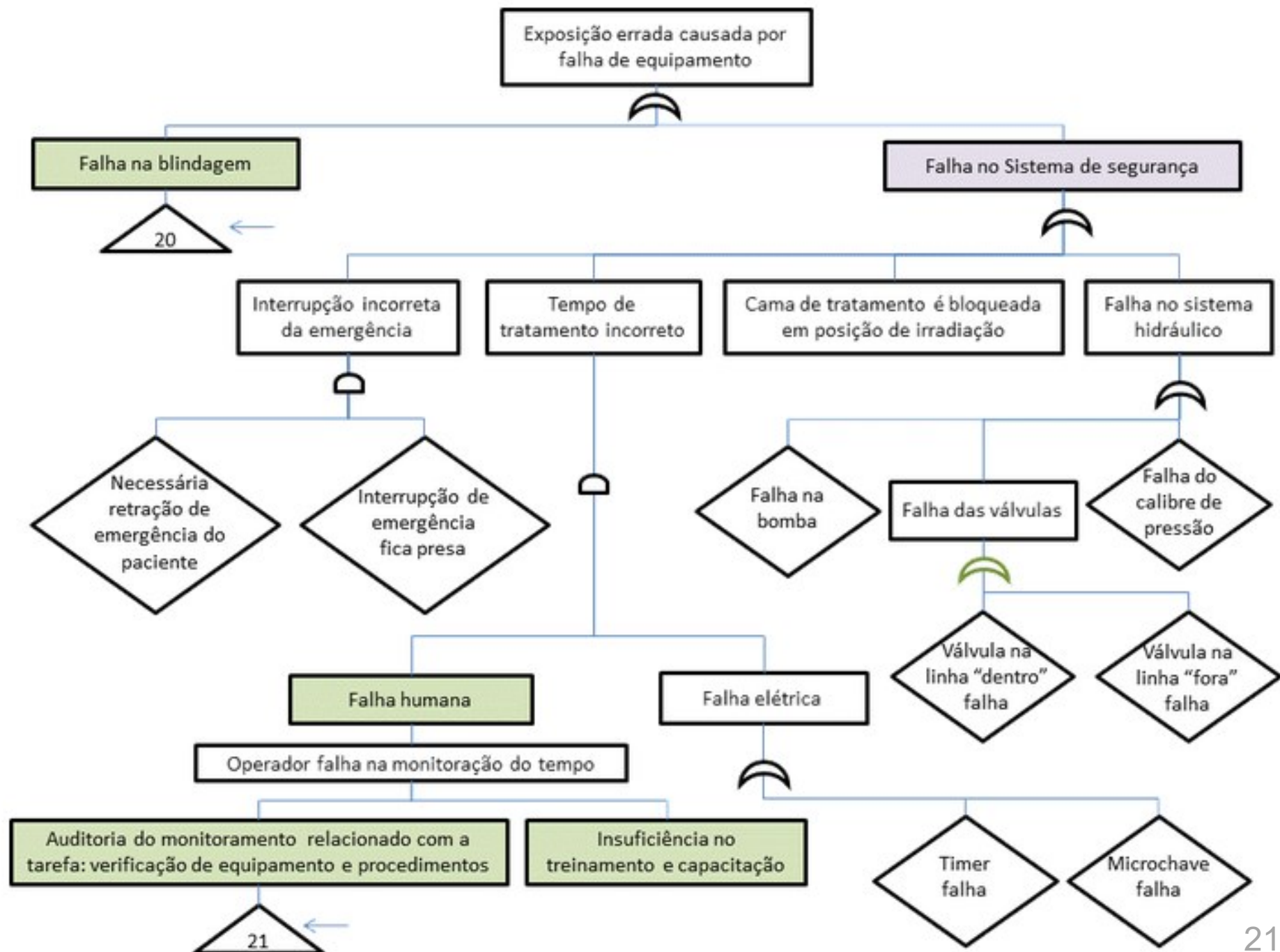
Esta árvore de falhas foi desenvolvida a partir do exemplo exposto na publicação 76 da CIPR, porém de forma mais completa, conforme recomendações das publicações 102 do OIEA e IAEA TECDOC 430. Este recorte apresenta na cor branca os itens abordados na CIPR 76, na cor roxa acréscimos conforme recomendações da OIEA 102 e em verde itens por nós desenvolvidos, de acordo com as especificidades que pedem as sequências de eventos sugeridas.

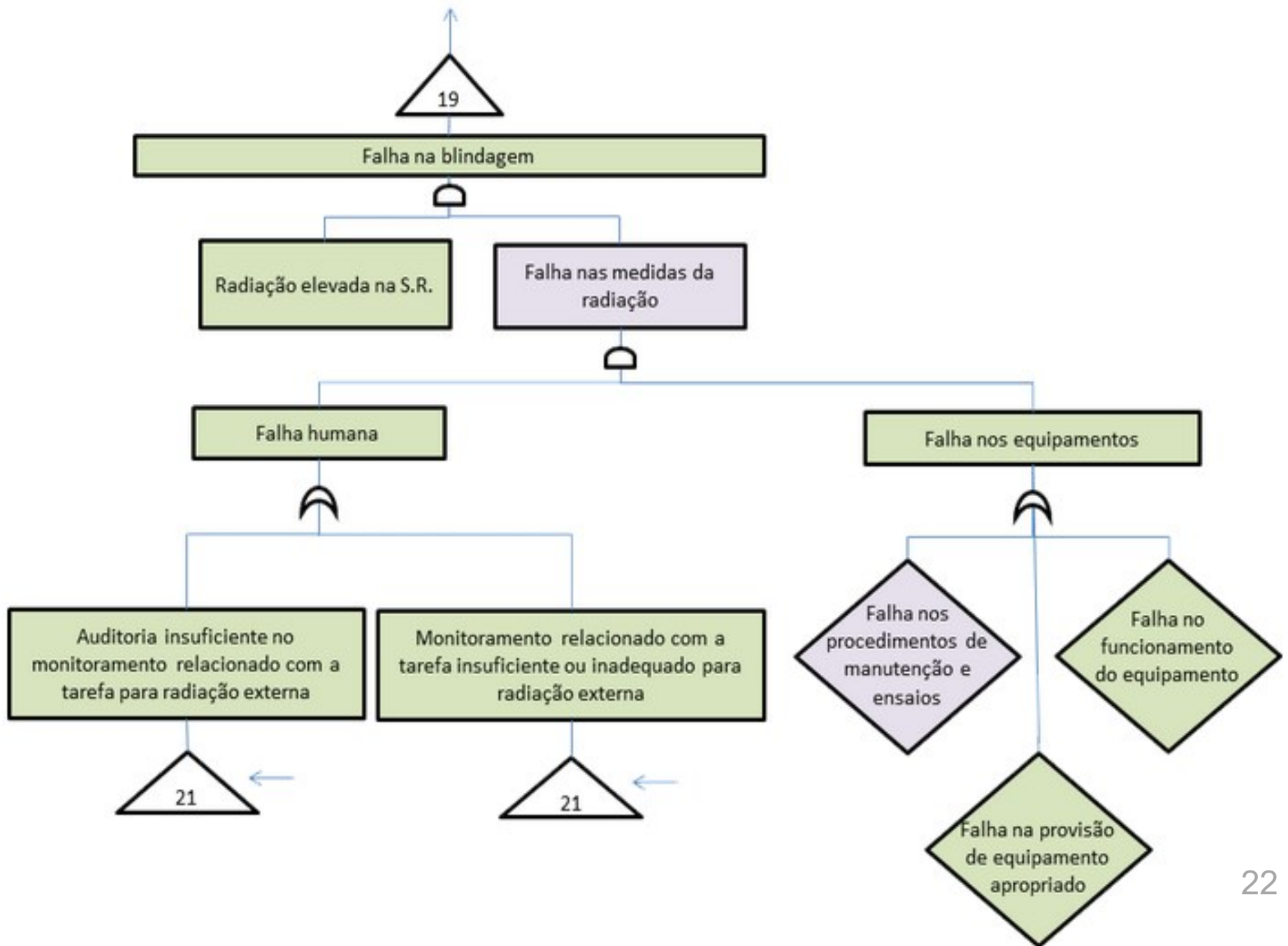
Referências:

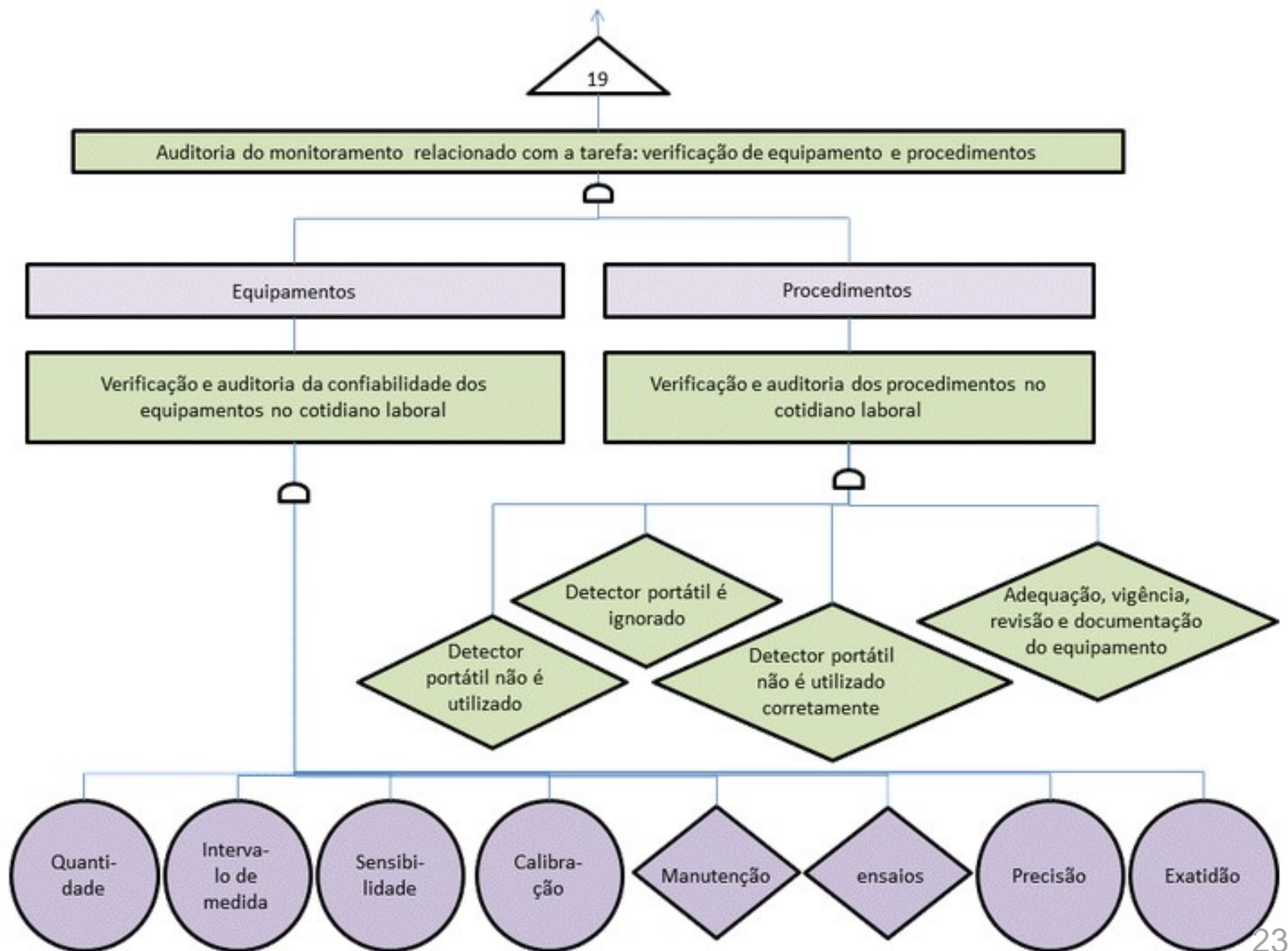
- INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Protection from Potential Exposures - Application to Selected Radiation Sources, publicação ICRP 76 Ann. ICRP 27 (2). Viena, 1997
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Safety Series n. 102: Recommendation for the Safe Use and Regulation of the Radiation Source in Industry, Medicine and Teaching. Viena, 1990
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Procedures for the systematic appraisal of operational radiation protection programmes, publicação IAEA TECDOC 430. Vienna, 1987.







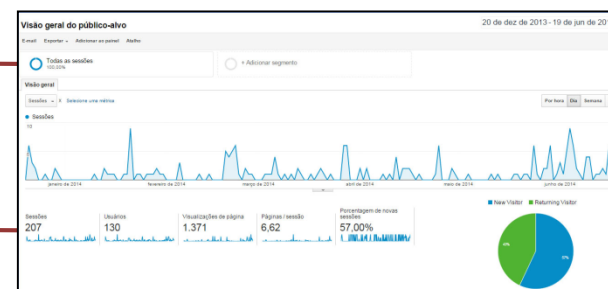
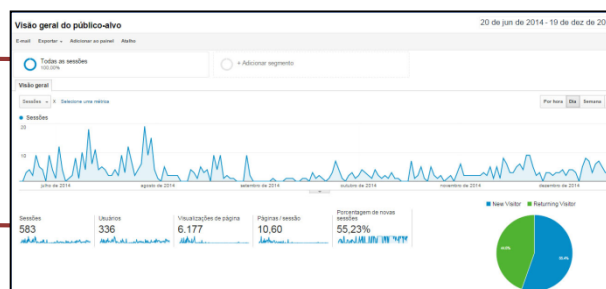
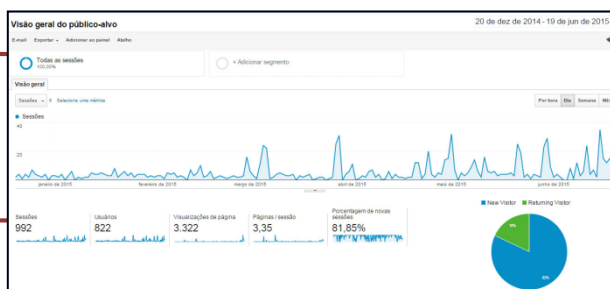




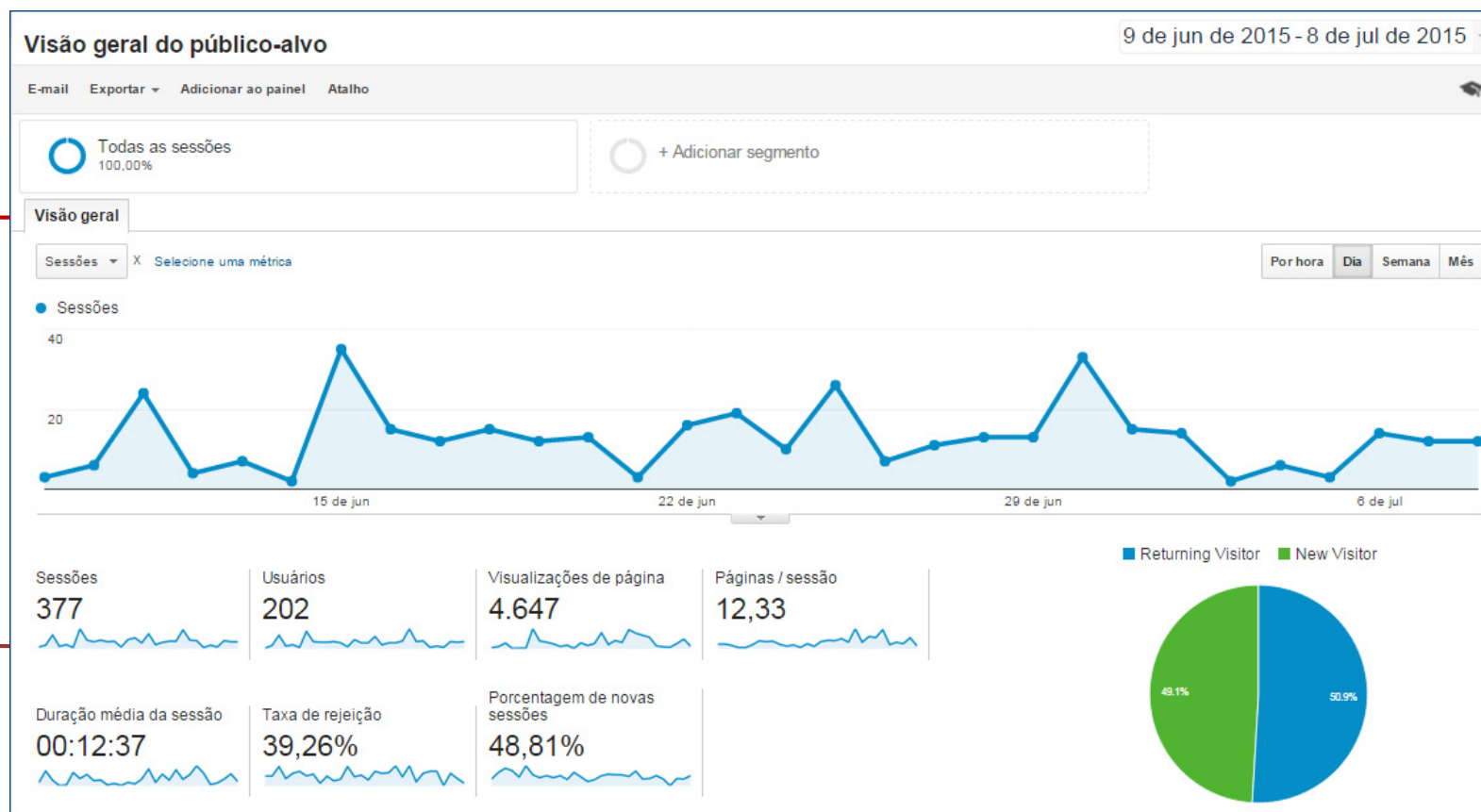
Resultados e discussões

RESULTADOS E DISCUSSÃO: ACESSO AO SISTEMA

Análise semestral	Usuários no período	Sessões	Visualizações	Páginas Por sessão	Novos visitantes
20/12/13 19/06/14	130	207	1.371	6,62	57,00%
20/06/14 19/12/14	336	583	6.177	10,60	55,23%
20/12/14 19/06/15	822	992	3.322	3,35	81,85%



RESULTADOS E DISCUSSÃO: ACESSO AO SISTEMA



RESULTADOS E DISCUSSÃO: ACESSO AO SISTEMA

Resolução de tela	Sessões	Porcentagem do Sessões
1. 360x640	36	37,50%
2. 1280x752	16	16,67%
3. 320x534	12	12,50%
4. 320x568	12	12,50%
5. 480x800	9	9,38%
6. 384x640	5	5,21%
7. 1920x1080	3	3,12%
8. 1366x768	1	1,04%
9. 320x570	1	1,04%

[visualizar relatório completo](#)

Sistema operacional	Sessões	Porcentagem do Sessões
1. Windows	189	50,13%
2. Android	79	20,95%
3. Macintosh	59	15,65%
4. (not set)	33	8,75%
5. iOS	13	3,45%
6. Linux	3	0,80%
7. Windows Phone	1	0,27%

[visualizar relatório completo](#)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Status atual e a evolução do projeto de pesquisa

A elevada taxa de acesso ao sistema sistema pela comunidade de radioprotecionistas corrobora a eficácia da ferramenta de pesquisa que tem por objetivo primeiro fornecer resultados para pesquisas complexas em curto espaço de tempo.

É nossa ambição o desenvolvimento de um sistema operacional integrado, que possa ser estendido aos demais itens exigidos no Plano de Proteção Radiológica.

OBRIGADA PELA ATENÇÃO
