



Concursos públicos para tecnólogo em radiologia : conhecimentos em proteção radiológica efetivamente exigidos no Brasil.

J. S. Oliveira^a; K. R. Silva^a; A. S. Gomes^{ab};

^a Pós-graduação em Proteção Radiológica em Aplicações Médicas, Industriais e Nucleares.
Faculdade Casa Branca (Facab) / Maxim Cursos, 22790-703 - Rio de Janeiro - RJ, Brasil.

^b Curso Superior de Tecnologia em Radiologia.

Escola de Ciências da Saúde / Universidade do Grande Rio (Unigranrio), 25071-202, Duque de Caxias - RJ, Brasil.
julianaa.radiologia@gmail.com / karine.ramosrcha@gmail.com / alexandre.gomes@unigranrio.edu.br

RESUMO

As radiações ionizantes amplamente utilizadas nas áreas de saúde, indústria e segurança, não apenas no setor privado, mas também no público. Assim urge a necessidade da proteção radiológica, conjunto de estudos e práticas que aumenta a segurança nessas aplicações, onde um profissional fortemente envolvido é o tecnólogo em radiologia. O objetivo desse trabalho foi analisar os conteúdos efetivamente exigidos por instituições brasileiras em seus concursos para tecnólogo em radiologia, no que tange à área de proteção radiológica, identificando seu perfil de exigência. A metodologia consistiu em três etapas: na primeira, realizou-se um levantamento de todos os concursos públicos já realizados no país até o término de 2016, rastreáveis pela internet, que solicitassem diploma de graduação em Tecnologia em Radiologia; na segunda, todas as questões específicas destes certames foram coletadas e agrupadas em um arquivo eletrônico de texto; na terceira, foram segregadas as questões que envolviam proteção radiológica, usando como referência a edição 2017 do manual da prova geral para Supervisor de Radioproteção da Comissão Nacional de Energia Nuclear. Os resultados mostraram que cerca de 40% das questões dos concursos foram sobre proteção radiológica. Dessa amostragem, as unidades mais abordadas foram segurança radiológica (36%), fundamentos de física atômica e nuclear (24%) e efeitos biológicos das radiações (16%). Conclui-se que há necessidade desses conhecimentos serem exaustivamente trabalhados nos cursos de graduação em Tecnologia em Radiologia, levando à formação de radiotecnólogos adequadamente qualificados, competitividade nos concursos e, mais importante, garantia de segurança e qualidade de serviços à sociedade brasileira.

Palavras-chave: Tecnólogo em Radiologia, concursos públicos, proteção radiológica.

ABSTRACT

Ionizing radiation is widely used in health, industry and safety sectors, not only in private but also in public companies. This situation requires radiation protection, a set of studies and practices designed to increase safety in these applications, where a professional involved is the radiology technologist. The objective of this study was to analyze the radiation protection knowledge effectively required by Brazilian institutions in exams to fulfill positions for radiology technologists, identifying their requirement profile. The methodology used had three steps: in the first, it was performed a survey of all exams applied by Brazilian public services carried out up to the end of 2016 (traceable with the use of world wide web) that required a Radiology Technologist undergraduate degree to the candidates. In the second stage, all specific questions of these exams were collected and grouped in an electronic text file. In the third stage, the questions involving radiation protection were segregated into topics based on the 2017 edition of the Brazilian Nuclear Energy Commission General Exam for Radiation Protection Officer. The results showed that almost 40% of the questions were about radiation protection. The units more covered on this sample were radiation safety (36%), atomic and nuclear physics (24%) and biological effects of radiation (16%). It is concluded that this knowledge needs to be extensively studied in the Radiologic Technology undergraduate programs, leading to the formation of properly qualified radiation technologists, more competition in the public service exams and guarantee of safety and quality to Brazilian civil society.

Keywords: Radiologic technologist, public service exams, radiation protection.

1. INTRODUÇÃO

As radiações ionizantes são utilizadas em larga escala pela sociedade humana. Áreas como a saúde, a indústria e a segurança são os maiores usuários. Contudo, as características físicas das radiações já deram provas do risco que ela pode representar [1], se não empregada por profissionais qualificados para tal e dentro das Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica, Norma Nuclear (NN) nº 3.01 [2].

Um dos profissionais mais envolvidos com o ramo da proteção radiológica é o tecnólogo em radiologia [3], profissional atuante também no setor público, sendo o concurso a porta oficial para esse ingresso [4]. Assim, faz-se necessário conhecer devidamente os conhecimentos e tendências curriculares desses certames. Nenhum estudo voltado a essas questões foi detectado na literatura acadêmica, o que faz desse trabalho um estudo pioneiro. Estar formado em consonância com o que

se exige em tais certames deve ser um objetivo dos profissionais graduados. Da mesma forma, proporcionar condições para que seus egressos estejam preparados para os concursos mais concorridos deve ser objetivo das instituições de ensino superior (IES). Dentro desse contexto, o objetivo desse trabalho foi analisar os conteúdos efetivamente exigidos pelos órgãos públicos brasileiros em seus concursos para tecnólogo em radiologia, no que tange a área de proteção radiológica, identificando seu perfil de exigência.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O método utilizado no estudo foi a pesquisa descritiva, que envolveu levantamento documental em nível quantitativo.

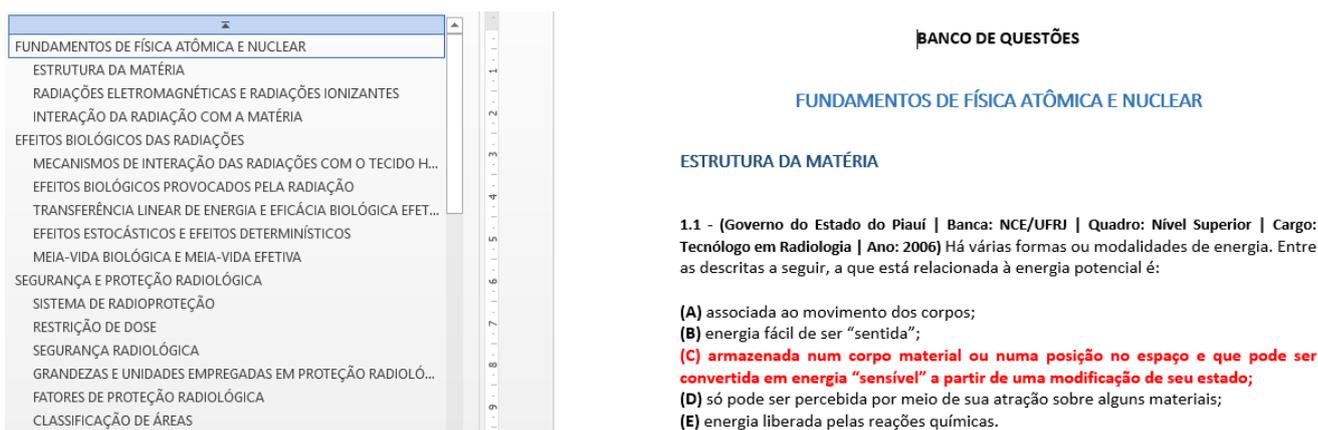
Primeira etapa: Foi feito um levantamento de todos os concursos públicos já realizados até o fim do ano de 2016, rastreáveis pela rede mundial aberta de internet, que exigissem como pré-requisito o diploma de graduação em Tecnologia em Radiologia. Como critério de inclusão, somente adentrou no estudo aqueles concursos que tiveram edital e prova teórica objetiva rastreados.

Assim, do total de provas coletadas, duas foram excluídas, pois não atendiam aos critérios de inclusão estabelecidos. A primeira foi relativa ao concurso ofertado pelo Centro Tecnológico do Exército (CTEx) em 2009, cujo o edital e o gabarito da prova objetiva foram rastreados, porém não seu caderno de questões. A segunda foi do concurso ofertado pela Prefeitura Municipal de Ipojuca, em Pernambuco, pois as alternativas de respostas eram em caráter de justificção de cada opção e não de caráter objetivo.

Na segunda etapa: De posse das provas teóricas objetivas, foram extraídas todas as questões específicas para o cargo ao qual se destinavam, sendo agrupadas em um arquivo eletrônico de texto, representado na Tabela 1. Tal método foi preferido em relação a realizar apenas uma simples análise do conteúdo programático exigido em edital. Isso se deu por que, apesar do edital ser “a lei” de cada concurso, um dos erros mais frequentes em provas objetivas são questões com temas que

não estão previstos no conteúdo programático constante no edital [5]. Sendo assim, uma breve análise de editais não refletiria os conhecimentos de proteção radiológica efetivamente exigidos pelos concursos brasileiros que se encaixem nos critérios de inclusão.

Tabela 1: Arquivo em MS Word com questões de proteção radiológica segregadas seguindo o manual da prova geral de SPR da CNEN e a portaria 453 da ANVISA.



BANCO DE QUESTÕES

FUNDAMENTOS DE FÍSICA ATÔMICA E NUCLEAR

ESTRUTURA DA MATÉRIA

1.1 - (Governo do Estado do Piauí | Banca: NCE/UFRJ | Quadro: Nível Superior | Cargo: Tecnólogo em Radiologia | Ano: 2006) Há várias formas ou modalidades de energia. Entre as descritas a seguir, a que está relacionada à energia potencial é:

(A) associada ao movimento dos corpos;
 (B) energia fácil de ser "sentida";
 (C) armazenada num corpo material ou numa posição no espaço e que pode ser convertida em energia "sensível" a partir de uma modificação de seu estado;
 (D) só pode ser percebida por meio de sua atração sobre alguns materiais;
 (E) energia liberada pelas reações químicas.

Na terceira etapa: Foi realizada uma segregação das questões que de alguma forma tratassem de proteção radiológica. Para determinar se uma questão enquadrava-se ou não como de proteção radiológica, foi estabelecido como parâmetro o conteúdo programático cobrado pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) em sua prova geral para a certificação da qualificação de supervisor de proteção radiológica. Tal escolha se justifica, uma vez que, como órgão regulador da proteção radiológica em todo o território nacional, a CNEN aplica o certame visando avaliar a qualificação dos candidatos a responderem como Supervisor de Proteção Radiológica (SPR) pelas instalações públicas e privadas do Brasil, credenciando os aprovados de acordo com sua norma nº 7.01 [6]. Seguindo o manual do candidato para o certame de 2017 [7], as questões coletadas foram divididas em um grande grupo de "questões gerais de proteção radiológica". Sendo agrupadas questões em grandes áreas, como: fundamentos de física atômica e nuclear, efeitos biológicos das radiações, segurança e proteção radiológica, instrumentação nuclear e estatística, gerência de rejeitos radioativos e transporte de materiais radioativos.

Algumas questões de proteção radiológica não se enquadraram no conteúdo programático da prova geral de SPR da CNEN, e sim no das provas específicas, como por exemplo: medicina nuclear, radioterapia, radiografia industrial, medidores nucleares e ciclo do combustível nuclear. Como tal conteúdo é também relevante, foi criado um segundo grande grupo chamado “questões não gerais de radioproteção (aplicações radiológicas específicas)”. Nesse foram agrupadas essas questões e, também, as de proteção radiológica em radiodiagnóstico, que não é área regulada pela CNEN e nem alvo de prova pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), mas é relevante aos objetivos do trabalho.

Simultaneamente, foi gerado uma planilha eletrônica para que as questões divididas em grandes áreas fossem subdivididas por conteúdos, ainda tendo como base o manual do candidato da prova de SPR da CNEN, conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2: Arquivo em MS Excel com questões divididas por unidade curricular, conteúdos e assuntos.

UNIDADES CURRICULARES	CONTEÚDOS	ASSUNTOS	QUESTÕES POR ASSUNTOS	QUESTÕES POR DISCIPLINAS
1 - Fundamentos de Física Atômica e Nuclear	Estrutura da Matéria	1.1 - Energia potencial	1	95
		1.2 - Estrutura do átomo	1	
		1.3 - Coeficiente mássico	1	
	Radiações Eletromagnéticas e Radiações Ionizantes	1.4 / 1.37/ 1.38/ 1.42 - Decaimento de partículas alfa	4	
		1.5/ 1.20/1.11 - Diferença de fótons de raios X e gama	1	
		1.6/ 1.13/ 1.48/ 1.56 - Comprimento de onda	3	
		1.7/ 1.14/ 1.16 / 1.17 / 1.23 / 1.26/ 1.61 - Propriedades da radiação	6	
		1.62/ 1.63/ 1.64 - Fator que aumenta o efeito compton por raios X	1	
		1.65 / 1.76/ 1.91 - Ionização	3	
	Interação da Radiação com a Matéria	1.69 / 1.71 - Interação da radiação indiretamente ionizante	2	
		1.78/ 1.80 - Excitação atômica, ionização, freamento e atvação do	2	
		1.81 - Efeito fotoelétrico	1	
		1.82/ 1.95 - Efeito Compton	2	
		2.1/ 2.19 - Contaminação radioativa	2	
		2.3/ 2.9/ 2.12/ 2.17 - Estágio físico, físico-químico, químico e biológ	5	
2 - Efeitos Biológicos das Radiações	Mecanismos de interação das radiações com o tecido humano	2.5 - Mecanismo direto da radiação	1	64
		2.6/ 2.11 - Lesões bioquímicas sobre as moléculas de DNA e RNA	1	
		2.7/ 2.16 - Contaminação e irradiação	1	
	Efeitos biológicos provocados pela radiação	2.8/ 2.20 - Efeitos Biológicos em relação a radiosensibilidade	1	
		2.10/ 2.24 - Reversibilidade de um efeito biológico	1	
		2.13/ 2.34/ 2.47 - Síndrome de irradiação aguda	2	
		2.14 Efeitos biológicos causados por nêutrons	1	
		2.15/ 2.25/ 2.41 - Fatores que determinam os efeitos biológicos	1	
		2.16/ 2.44 - Tecidos afetado imediatamente após a irradiação	1	
	Transferência linear de energia e eficácia biológica relativa	2.18/ 2.48 - Efeitos somáticos tardios	1	
		2.21/ 2.53 - Radiações de baixo TLE (Transferência linear de energia)	1	
		2.22/ 2.54 - Sintomas de efeitos determinísticos	1	

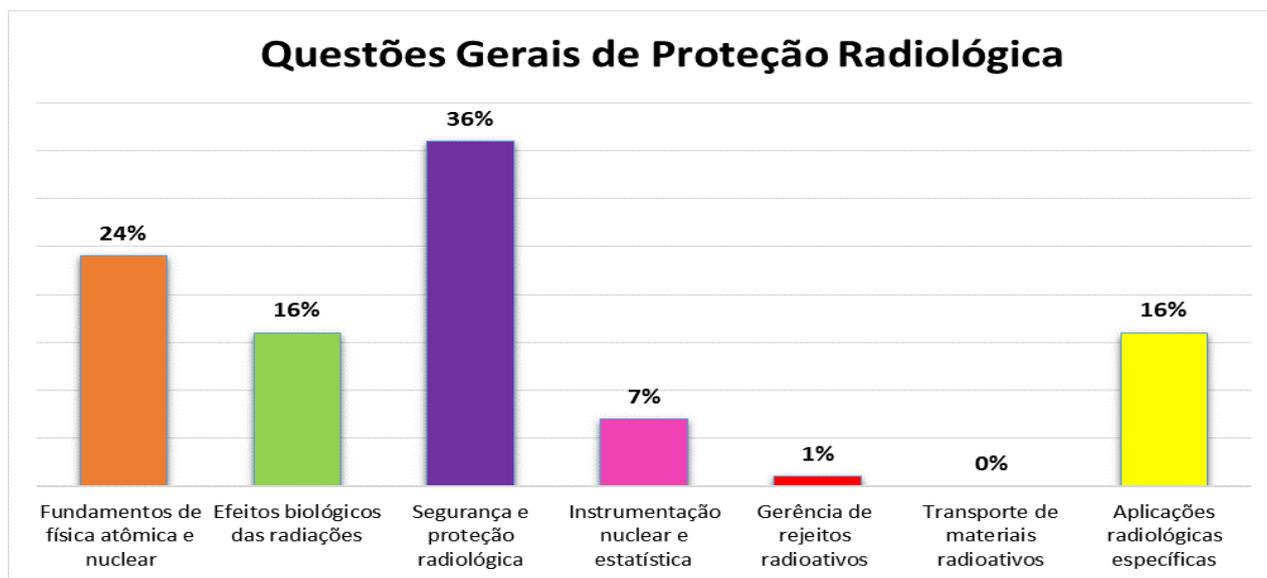
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa mostraram que das 43 provas teóricas objetivas que tiveram seu edital e prova rastreados, foram coletadas 1.012 questões. Foram constatados que os assuntos mais cobrados pelos órgãos brasileiros são sobre proteção radiológica e conhecimentos inerentes com 392 questões. Seguido de assuntos sobre anatomia humana com 124 questões. Posteriormente, 83 questões sobre tratamento radioterápico e 70 questões sobre técnicas radiográficas, conforme apresentado na Figura 1:

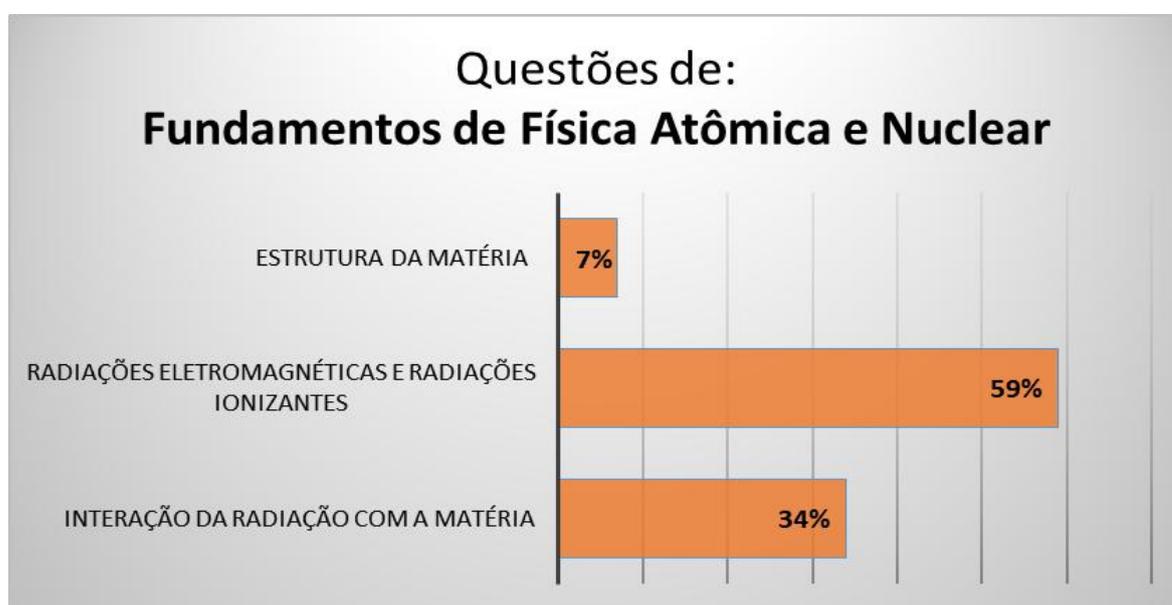
Figura 1: Total de questões que envolviam ou não assuntos referentes a área de proteção radiológica.



Considerando somente as questões de proteção radiológica e conhecimentos inerentes, escopo do presente trabalho, detectou-se que os assuntos mais abordados dessa área nos certames para Tecnólogo em Radiologia são segurança e proteção radiológica (36%), física atômica e nuclear (24%) e efeitos biológicos das radiações (16%), conforme apresentado na Figura 2.

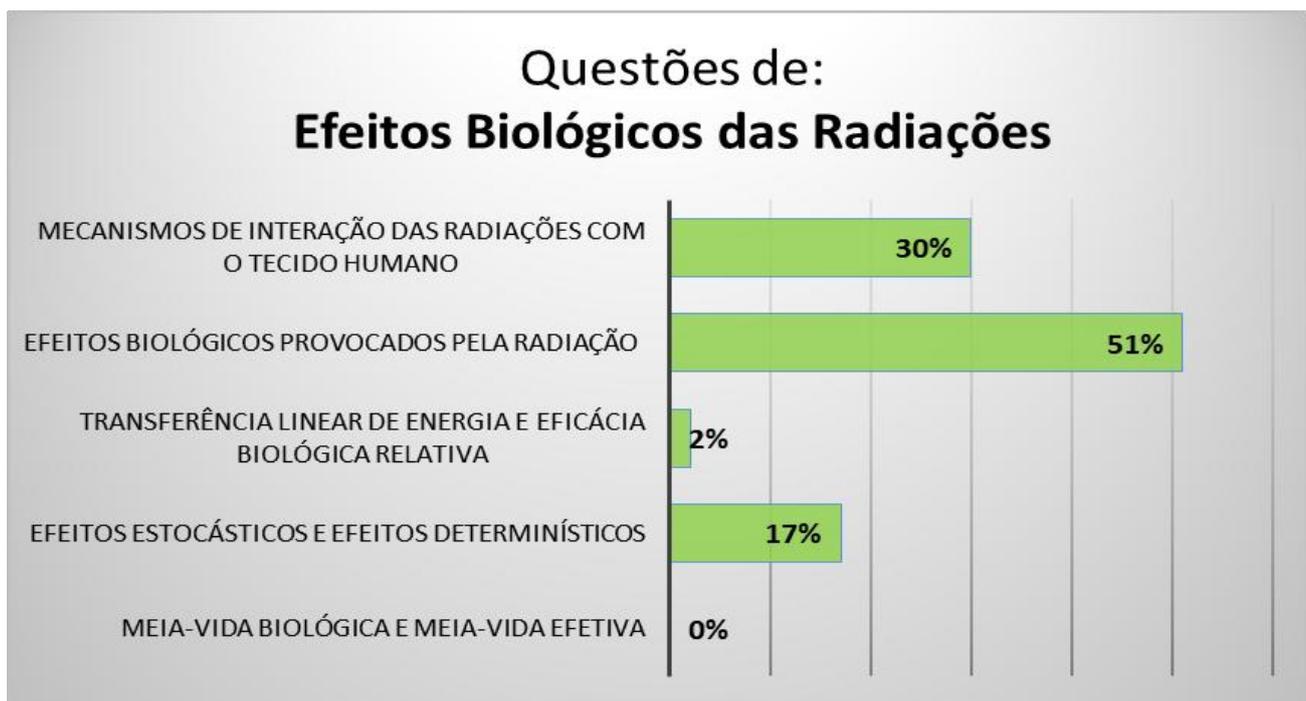
Figura 2: *Questões envolvendo proteção radiológica.*

Da amostragem de questões envolvendo fundamentos de física atômica e nuclear, 7% são sobre estrutura da matéria, 59% sobre radiações eletromagnéticas/radiações ionizantes e 34% sobre interação da radiação com a matéria, conforme demonstrado na Figura 3.

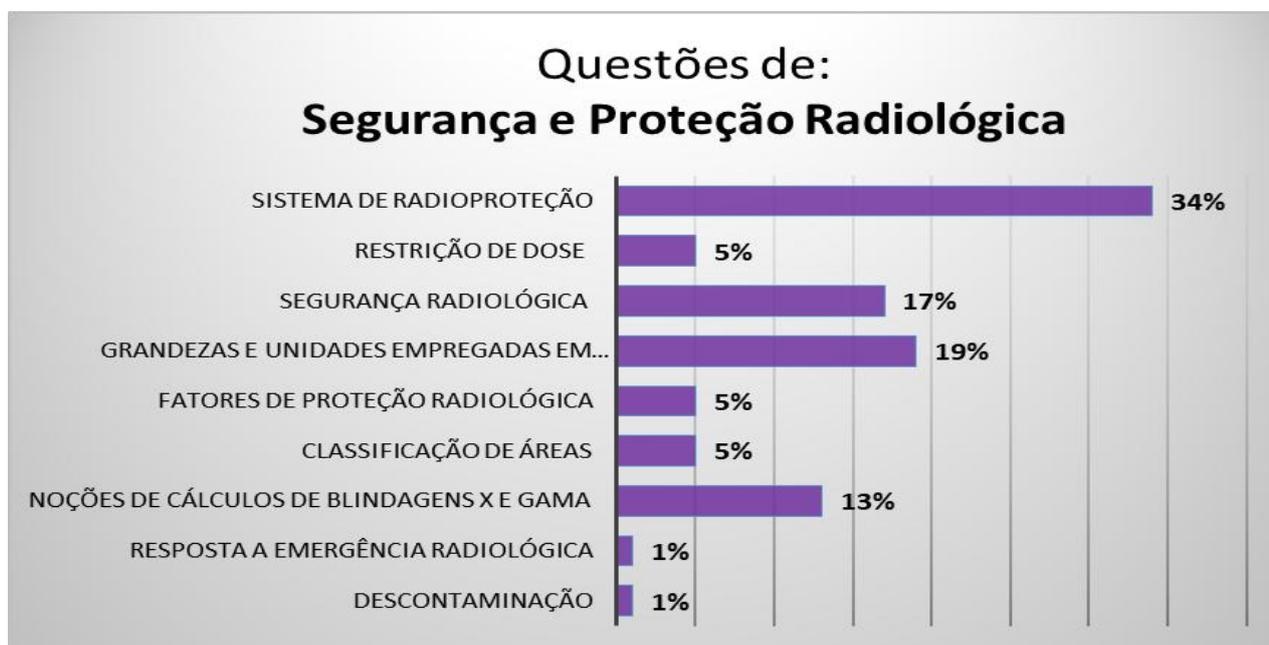
Figura 3: *Distribuição em valor percentual das questões sobre fundamentos de física atômica e nuclear.*

As questões de efeitos biológicos das radiações ficaram: mecanismos de interação das radiações com o tecido humano com 30%, efeitos biológicos provocados pela radiação com 51%, transferência linear de energia e eficácia biológica relativa com 2%, efeitos estocásticos e efeitos determinísticos com 17% e meia-vida biológica e meia-vida efetiva com 0%, conforme mostrado na Figura 4.

Figura 4: Segregação em percentuais das questões envolvendo os efeitos biológicos das radiações.



Conforme mostra a Figura 5, as questões de segurança e proteção radiológica apresentaram-se com 34% sobre sistema de radioproteção, 5% sobre restrição de dose, 17% sobre segurança radiológica, 19% sobre grandezas e unidades empregadas em proteção radiológica, 5% sobre fatores de proteção radiológica, 5% sobre classificação de áreas, 13% sobre noções de cálculos de blindagens X e gama, 1% sobre resposta a emergência radiológica e 1% sobre descontaminação.

Figura 5: Divisões percentuais sobre as questões de segurança e proteção radiológica.

De acordo com a Figura 6, as questões de instrumentação nuclear e estatística ficaram em: princípios de detecção da radiação com 23%, detectores com 32%, propriedades dos instrumentos de medição com 16%, controle operacional de equipamentos, operação e manutenção preventiva com 0%, procedimento para calibração/aferição com 7%, monitoração com 6% e estatística com 16%.

Em relação às questões não gerais de radioproteção (aplicações radiológicas específicas) foi constatado que 66% são sobre proteção radiológica em radiodiagnóstico, 16% sobre proteção radiológica em medicina nuclear, 8% sobre proteção radiológica em radioterapia, 5% sobre proteção radiológica em ciclo do combustível nuclear, 3% sobre proteção radiológica em radiografia industrial e 2% sobre proteção radiológica em medidores nucleares, conforme representado na Figura 7.

Em um comparativo geral das unidades curriculares de proteção radiológica mencionadas até então, obteve-se os dados apresentados na Figura 8.

Figura 6: Distribuição em percentuais sobre as questões de instrumentação nuclear e estatística.

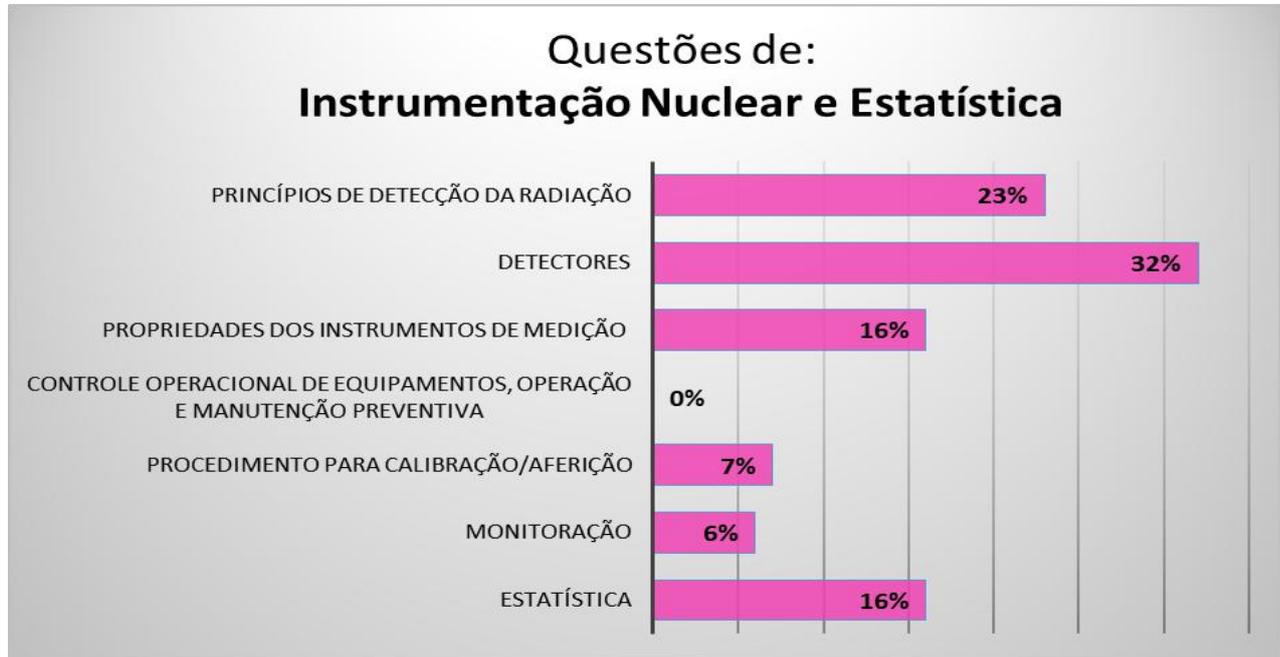


Figura 7: Percentuais das questões de aplicações radiológicas específicas.

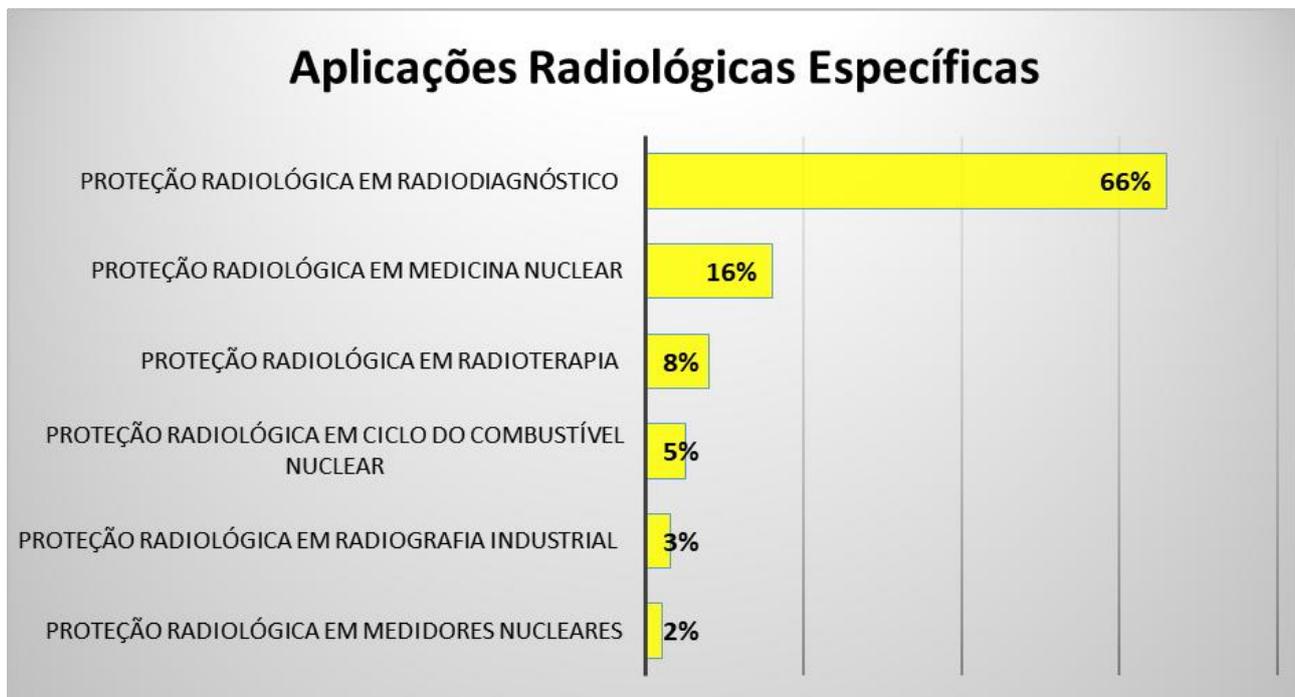
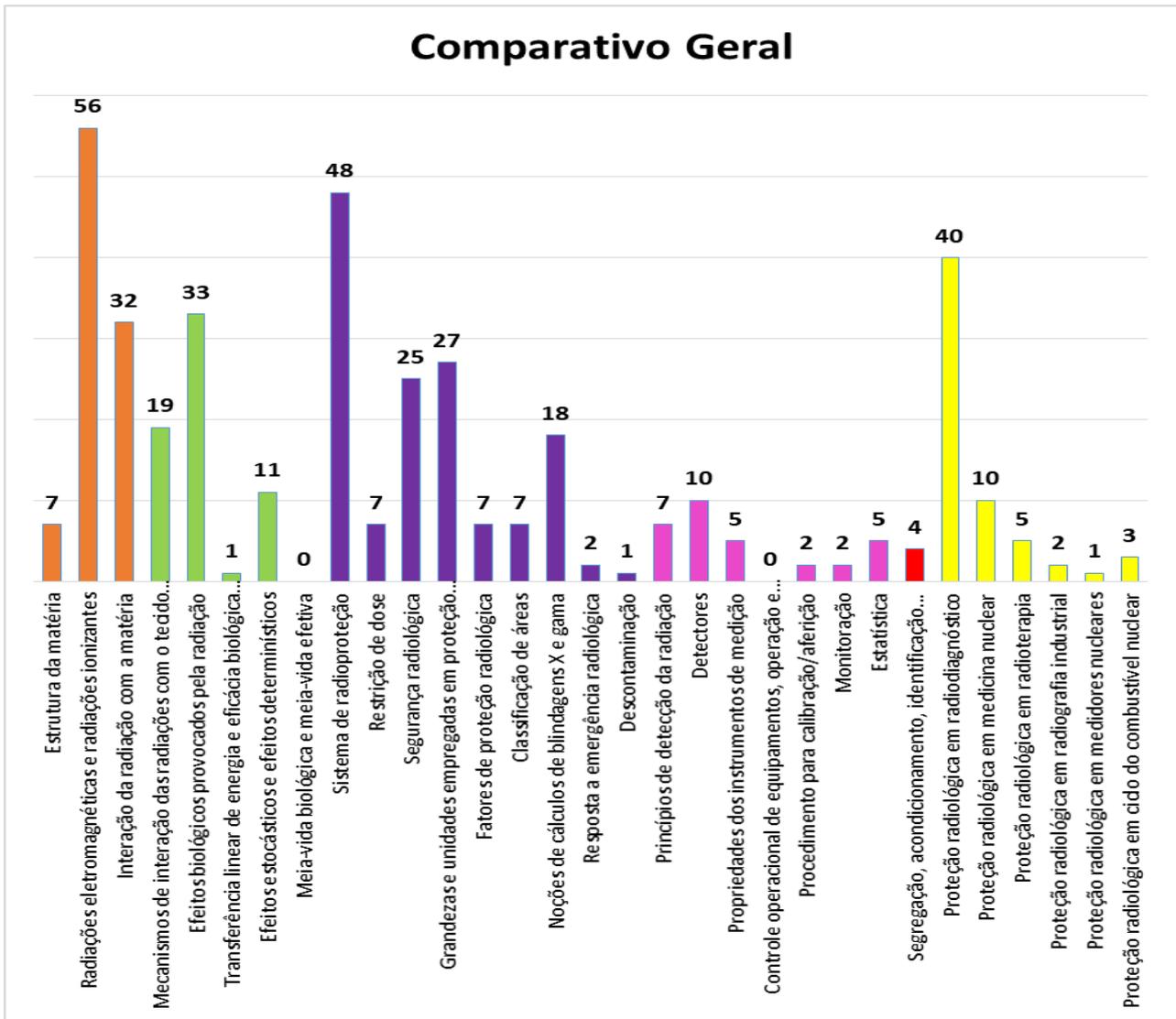


Figura 8: Comparação das unidades curriculares.



4. CONCLUSÕES

Mediante os resultados, identificou-se que os concursos possuem um perfil de exigência mais concentrado nas seguintes unidades:

1º - Segurança Radiológica (com forte ênfase para Sistema de Radioproteção, acompanhado por Grandezas e Unidades Radiológicas e Noções de Cálculos de Blindagens);

2º - Fundamentos de Física Atômica e Nuclear (com mais da metade desse conteúdo voltado para Radiações Eletromagnéticas e Radiações Ionizantes);

3º - Efeitos Biológicos das Radiações.

Com quase 40% das questões dos concursos analisados sendo concernentes à proteção radiológica, fica evidente a necessidade desse conhecimento ser exaustivamente trabalhado nos cursos de graduação em Tecnologia em Radiologia.

Espera-se que as informações obtidas nesse trabalho sirvam para eventuais melhorias dos programas curriculares dos cursos de Tecnologia em Radiologia brasileiros.

Tais melhorias levarão à formação de radiotecnólogos mais qualificados, maior competitividade nos concursos e, mais importante, maior garantia de segurança e qualidade de serviços à sociedade brasileira.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos especialmente ao coautor e orientador Alexandre dos Santos Gomes, pela paciência, pela sempre excelente orientação e pela confiança depositada ao convidar-nos para este seu importante e visionário projeto.

A Facab/Maxim e seus professores, por todo conhecimento transferido a nós com extrema excelência.

REFERÊNCIAS

- [1] AZEVEDO, A. C. P. **Radioproteção em Serviços de Saúde**, Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/biossegurancahospitalar/dados/material10.pdf>. Acesso em: 06 junho 2018.
- [2] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). **Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica**. Rio de Janeiro, março, 2014a (NN-3.01).
- [3] CONSELHO NACIONAL DE TÉCNICOS EM RADIOLOGIA (CONTER). **Institui e normatiza atribuições, competências e funções do Profissional Técnico em Radiologia**. Brasília, maio, 2012a (RESOLUÇÃO Nº 2).
- [4] BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. **Constituição da República Federativa do Brasil: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações adotadas pelas Emendas Constitucionais nos 1/1992 a 68/2011, pelo Decreto Legislativo nº 186/2008 e pelas Emendas Constitucionais de Revisão nos 1 a 6/1994**. 35. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, 2012.
- [5] DANTAS, A.; FONTENELE, F. **Concursos Públicos: os principais erros cometidos pelas bancas examinadoras**. 2014. Disponível em: <http://www.migalhas.com.br/dePeso/16,MI199907,31047-Concursos+publicos+os+principais+erros+cometidos+pelas+bancas>>. Acesso em: 26 maio 2017.
- [6] COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). **Certificação da Qualificação de Supervisores de Proteção Radiológica**. Rio de Janeiro, maio, 2016a (NN-7.01).
- [7] _____. **Manual do Candidato ao Exame para Certificação da Qualificação de Supervisores de Proteção Radiológica**. Rio de Janeiro, 2017a.