

***Phantom* de pescoço-tireóide para uso em medicina nuclear: revisão de patentes**

Thyroid-neck phantom for use in nuclear medicine: patent review

Phantom de tiroides-cuello para uso en medicina nuclear: revisión de patente

Recebido: 23/08/2022 | Revisado: 31/08/2022 | Aceito: 03/09/2022 | Publicado: 11/09/2022

Késsio Jhonys Pereira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2005-8918>
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
E-mail: kessiojhonys@unifesspa.edu.br

Raiane Sodré de Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9065-2210>
Centro Universitário Estácio de Sergipe, Brasil
E-mail: raianefisica@gmail.com

Thamasia Fernanda de S  Evangelista

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2988-392X>
Centro de excelência profissionalizante Profa. Neuzice Barreto, Brasil
E-mail: thamasiasa@hotmail.com

Andréa de Lima Ferreira Novais

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0573-288X>
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
E-mail: andreanovais@unifesspa.edu.br

Fernanda Carla Lima Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1671-533X>
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
E-mail: fernacarlaluan@gmail.com

Resumo

Os objetos simuladores antropomórficos, comumente conhecidos por *phantoms* são dispositivos bastante difundidos em diversos campos do conhecimento, tais como: Medicina Nuclear, Física e Engenharia Biomédica. Estes, são utilizados como uma forma de simular órgãos do corpo humano para aferi o de doses radioativas, com o intuito de evitar que os seres humanos sejam submetidos às demasiadas doses de radia o ionizante. O presente estudo tem como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica sobre as patentes relacionadas ao tema *phantoms* de pescoço-tireoide. A partir dos resultados obtidos na literatura, observou-se heterogeneidade dos depósitos de patentes quanto a quantidade em países diferentes e a recente atividade de depósito dos objetos simuladores nos últimos anos, haja vista que o estudo sobre a utiliza o destes e os registros em órgãos responsáveis apresentaram maior frequência nos últimos dez anos. Além disso, pôde-se constatar que houve uma maior atividade de depósitos de patentes por institui es públicas de ensino superior quando comparado à iniciativa privada.

Palavras-chave: *Phantom* de tireoide; Simulador antropomórfico; Medicina nuclear.

Abstract

Anthropomorphic phantoms, commonly known as phantoms are devices that are widespread in several fields of knowledge, such as Nuclear Medicine, Physics, and Biomedical Engineering. These are used as a way to simulate organs of the human body to measure radioactive doses, to prevent humans from being subjected to too many doses of ionizing radiation. The present study aims to present a literature review on patents related to thyroid neck phantoms. From the results obtained in the literature, it was observed heterogeneity of patent deposits regarding the quantity in different countries and the recent activity of deposit of phantom objects in recent years, given that the study on their use and the registrations in responsible bodies were more frequent in the last ten years. In addition, it was found that there was a greater activity of patent deposits by public institutions of higher education when compared to the private sector.

Keywords: Thyroid phantom; Anthropomorphic simulator; Nuclear medicine.

Resumen

Los *phantoms* antropomórficos, comúnmente conocidos como fantasmas son dispositivos que est n muy extendidos en varios campos del conocimiento, como la Medicina Nuclear, la Física y la Ingeniería Biom dica. Estos se utilizan como una forma de simular órganos del cuerpo humano para medir dosis radiactivas, para evitar que los humanos est n sujetos a demasiadas dosis de radiación ionizante. El presente estudio tiene como objetivo presentar una revisión de la literatura sobre patentes relacionadas con los fantasmas de cuello tiroideo. A partir de los resultados obtenidos en la literatura, se observó heterogeneidad de los depósitos de patentes en cuanto a la cantidad en diferentes países y la reciente actividad de depósito de objetos fantasma en los últimos años, dado que el estudio sobre su uso y los registros en organismos

responsables fueron más frecuentes. en los últimos diez años. Además, se encontró que hubo una mayor actividad de depósitos de patentes por parte de las instituciones públicas de educación superior en comparación con el sector privado.
Palabras clave: Tiroides phantom; Simulador antropomórfico; Medicina nuclear.

1. Introdução

A produção intelectual está diretamente relacionada à proteção legal e ao reconhecimento da autoria de uma determinada obra. Basicamente, existem três formas distintas de propriedade intelectual formal, tais como patentes, marcas registradas e os direitos autorais. Cada uma destas possui suas especificidades, valor de mercado e grau de inovação (Dias & Mazzieri, 2020). Desse modo, as patentes são recursos que refletem a capacidade de inovação de uma empresa, que fornecerá os direitos de exclusividade ao proprietário da patente por um período pré-determinado, desde que atendam aos critérios de não obviedade, novidade técnica e potencial de aplicação industrial (Uzuegbunam *et al.*, 2017).

Em virtude disso, as patentes seguem procedimentos mais rigorosos de regulamentação e complexidade do que outras formas de proteção intelectual (Scudeler, 2015). Patente de invenção é a principal forma de proteção, a qual visa garantir que uma inovação tecnológica possua um ou vários titulares reconhecidos, bem como conceder o direito de exclusividade de exploração financeira com um determinado tempo de duração. Neste sentido, as patentes de inovação tecnológica ou de utilidade caracterizam-se por introduzir uma ideia inovadora no mercado em forma de produto ou um processo melhorado (Labrunie, 2006). Algumas dessas patentes estão sendo desenvolvidas e patenteadas no Brasil no campo da medicina nuclear (Ferreira, *et al.*, 2017).

A medicina nuclear faz parte de um campo de estudo da medicina, definida como a especialidade clínica e laboratorial responsável pela utilização de radiofármacos com finalidade de estabelecer um diagnóstico-terapeuta (Araújo *et al.*, 2020, Fukumori *et al.*, 2013). Estes radiofármacos, por sua vez, são compostos orgânicos ou inorgânicos com composição definida, podendo ser também macromoléculas como anticorpos monoclonais e fragmentos de anticorpos que são marcados com um radioisótopo e apresentam afinidade ao alvo específico de interesse (órgão ou tecido) do corpo humano (Alsharif *et al.*, 2020, Alssabbagh *et al.*, 2017, Saha & Saha, 2004). Assim, um novo radiofármaco e/ou qualquer processo relacionado que seja inovador, tenha característica inventiva e possua aplicabilidade industrial tem os requisitos necessários para se tornar patente (INPI, 2021).

Os objetos simuladores antropomórficos, também conhecidos como *anthropomorphic phantoms*, são amplamente utilizados na medicina nuclear, como uma maneira de simular os órgãos humanos para investigar a interação com um determinado fármaco radioativo (Cerqueira, 2014). Uma definição mais geral é que estes são dispositivos que representam o corpo humano e, portanto, a sua utilização abrange áreas como a física médica, física e engenharia biomédica (Villani, 2021).

Após a descoberta dos raios X, os benefícios médicos da técnica se espalharam rapidamente. Todavia, os efeitos prejudiciais advindos das altas doses de radiação se tornaram aparentes e, dessa forma, pessoas relutavam para receber radiação em caráter experimental (Griffiths, 1989). Consequentemente, os Físicos desenvolveram objetos para simularem pacientes a fim de realizar medições dosimétricas e testar as limitações dos seus sistemas (DeWerd & Kissick, 2014).

A geometria e a composição de um simulador são determinadas a partir da sua finalidade. Portanto, um simulador que foi projetado para avaliar a dose administrada a um paciente durante o tratamento de radioterapia será diferente de um projetado para testes de controle de qualidade de um sistema radiográfico (Thompson, 2013). Os *phantoms* podem ser utilizados para simular diversos órgãos do corpo humano, ou até mesmo glândulas.

De modo particular, objetos simuladores da glândula tireoide têm sido desenvolvidos para aplicações na medicina nuclear (da Silva *et al.*, 2021, Botelho, 2004). Assim, se faz necessário uma breve discussão acerca dessa glândula. Responsável pela produção de hormônios fundamentais para o controle do metabolismo, a triiodotironina (T3) e tiroxina (T4), a tireoide é uma das maiores glândulas do corpo humano (Saito, 2008). A produção desses hormônios ocorre na presença de iodo proveniente

da alimentação, somado a ação glandular do hormônio tireoestimulante (TSH), produzido na adeno-hipófise. A glândula tireóide possui grande importância para o funcionamento adequado do organismo do corpo humano, principalmente, devido à sua ação sobre o metabolismo corporal. A sua ausência faz com que o metabolismo basal caia para a metade do normal (Andrade Sobrinho *et al.*, 2003). Normalmente, o volume da glândula varia entre 6 e 16 cm³ com o peso de 20 a 30 gramas. No exame de ultrassonografia, a glândula apresenta normalmente um contraste positivo com relação à região adjacente, isto é, hiperecogênica.

Neste contexto, o desenvolvimento de *phantoms* para simulação da glândula tireóide e, paralelamente, buscar a minimização da exposição de pacientes às altas doses radioativas de fármacos é extremamente relevante do ponto de vista humano, social e tecnológico. Estudos têm sido direcionados para a aceleração no avanço tecnológico no setor da medicina nuclear. Desse modo, o presente artigo apresenta uma revisão das patentes desenvolvidas envolvendo o tema *phantom* de tireoide e/ou simulador antropomórfico de tireoide para utilização na medicina nuclear, no período compreendido entre 2000 a 2022, a fim de buscar um melhor entendimento acerca desses simuladores e as suas principais características com relação a tireoide e as tendências tecnológicas.

2. Metodologia

A metodologia utilizada no presente artigo, caracterizou-se por uma revisão da literatura sistemática, cujas seleção das patentes e produções científicas foram feitas em diferentes bases de dados, a saber, *United States Patent and Trademark Office-USPTO*, *Japan Patent Office - JPO*, *Free Patents Online*, *Google Patents*, *WIPO-Patentscope* e Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI. Inicialmente, realizou-se um levantamento de patentes depositadas nos últimos 12 anos, entre 2010-2022. Delimitamos algumas palavras-chave (em inglês e português) para seguir estratégias de buscas com base nos modelos mais utilizados na indústria. Aqui, adotamos duas estratégias de busca, sendo elas:

Estratégia de busca (1) composta por:

- Phantom AND Tireoide;
- Simulador Antropomórfico AND Tireoide.

Estratégia de busca (2) composta por:

- Phantom AND Thyroid;
- Anthropomorphic simulator AND Thyroid.

Para uma melhor visualização das patentes selecionadas inserimos no Quadro 1 as seguintes variáveis: autores/ano do artigo; título e local que foi depositada a patente. A partir dos critérios adotados acima obtivemos um quantitativo de quatro (4) patentes, que foram lidas e analisadas na íntegra. Sendo assim, a finalidade desta pesquisa, trata-se de um estudo, na qual poderá contribuir para a difusão do conhecimento científico acerca do problema proposto.

Quadro 1: Patentes selecionadas para discussão no período de 2010 a 2022.

ITEM	AUTORES/ANO	TÍTULO DA PATENTE	REGISTRO DE PATENTE
1	Thompson <i>et al.</i> , (2010)	Simuladores antropomórficos e antropométricos de estruturas, tecidos e órgãos do corpo humano	PI 1004465-5 B1
2	Batista <i>et al.</i> , (2012)	Simulador dosimétrico para medida de dose absorvida em tomografia computadorizada de feixe cônico em odontologia	BRPI1101586A2
3	Broggio & Beaumont, (2017)	Método da produção de um <i>phantom</i> de tireoide David Broggio	US10448918B2 CA3011227A1 CA3011227C EP3410939A1 EP3410939B1 FR3047162A1 FR3047162B1 JP2019504365A JP6734383B2 US2019029633A1 WO2017133957A1
4	Villani <i>et al.</i> , (2019)	Filamento radiopaco para uso em impressões 3D	BR1020190131179

Fonte: Autores.

3. Resultados e Discussão

A partir da pesquisa desenvolvida, observou-se uma heterogeneidade dos trabalhos produzidos com relação ao tema *phantom* de tireoide ou simulador antropomórfico da tireoide. Uma quantidade considerável dos resultados obtidos não atendeu os requisitos da presente revisão, que visou apenas em apresentar patentes restritas ao estudo de *phantoms* com aplicação na medicina nuclear para simulação da glândula tireoide, e, por isso, foram excluídos deste estudo. Além disso, foi observado que os depósitos de patentes foram mais frequentes nos últimos 12 anos (2010 a 2022), revelando ser tópico de pesquisa recente abordando o referido tema.

A primeira patente observada neste estudo foi da Universidade Federal de Minas Gerais, em 2010, realizou o depósito de patente intitulada de "simuladores antropomórficos e antropométricos de estruturas, tecidos e órgãos do corpo humano"(Thompson, 2013). Esta patente foi desenvolvida com o objetivo de produzir um *phantom* físico de cabeça e pescoço para utilização em radiografia e radioterapia, com a finalidade de avaliar a distribuição de dose através de filme radiocrômico Gafchromic EBT2 em radioterapia conformacional 3D, 15 MV. O trabalho foi desenvolvido por meio de duas etapas:

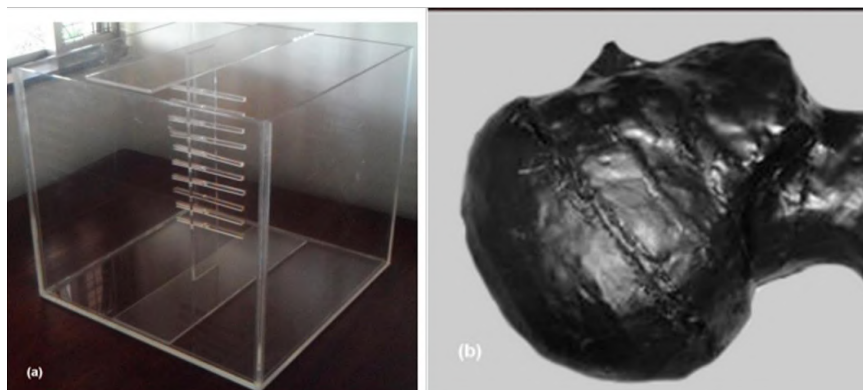
- Etapa 1: Desenvolvimento de novos tecidos equivalentes e aperfeiçoamento do *phantom* físico.
- Etapa 2: Aplicação do *phantom* físico em dosimetria experimental.

Na primeira etapa, foram considerados parâmetros como densidade mássica, composição química e medidas biométricas e anatômicas dos órgãos e tecidos, bem como aspectos relativos à imageamento por tomografia computadorizada (TC) e representação radiológica em Unidades de Hounsfield (HU, do inglês *Hounsfield Unit*), comparados com dados humanos. Experimentos radiológicos de patologias cerebrais simuladas no *phantom* também foram realizados. Todos os resultados foram compatíveis com os valores encontrados em humanos.

Na segunda etapa, foi avaliado a distribuição de dose espacial em um simulador de tumor cerebral inserido dentro do *phantom* de cabeça e pescoço desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa Núcleo das Radiações Ionizantes (NRI) exposto a radioterapia conformacional 3D, 15 MV, para avaliação de doses internas. A Figura 1 mostra o *phantom* de água, o *phantom* físico de cabeça e pescoço. Segundo a patente, o *phantom* mostrou ser uma ferramenta útil para treinamento e procedimentos de

calibração, a fim de melhorar a detecção e investigação da extensão e gravidade dos tumores cerebrais, bem como da hemorragia subaracnóideia em pacientes.

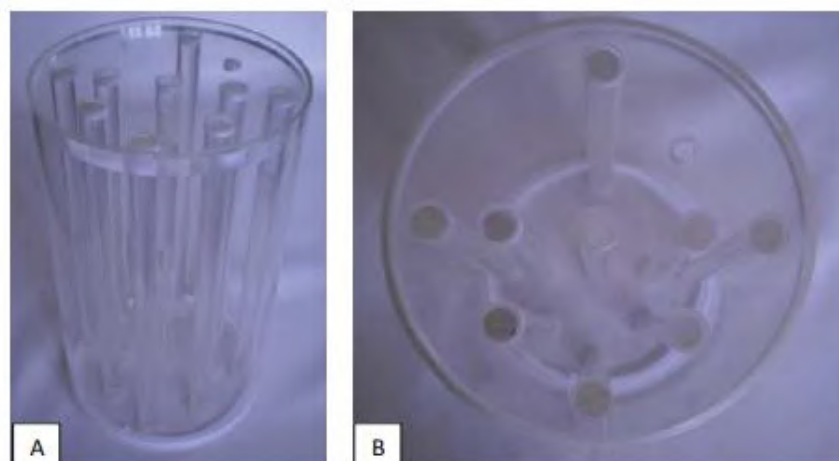
Figura 1: Simuladores: (a) phantom de água para calibração, (b) phantom físico de cabeça e pescoço.



Fonte: Autores.

Em 2012, foi realizado um outro depósito de patente referente à invenção intitulada "simulador dosimétrico para medida de dose absorvida em tomografia computadorizada de feixe cônico em odontologia" (Batista, 2012). A patente de invenção consiste em um cilindro de PMMA vazado e fechado na parte inferior com tampa, com nove furos para os condutos de acesso para os detectores e na parte superior por tampa com nove furos para encaixe dos condutos de passagem orifício com tampa roscável para enchimento e esvaziamento do cilindro com água. Os condutos de acesso para o sistema de detecção, cilindro vazados, são formados por cilindros de PMMA com dimensões adequadas para passagem da câmara de ionização tipo Farmer, tipo lápis ou sistema de semiconductor de dimensões semelhantes. A disposição dos condutores de acesso permite a determinação da dose absorvida em órgãos e tecidos relevantes. É interessante ressaltar que a patente desenvolvida possui aplicabilidade não só no estudo da tireoide, mas também pode ser utilizado para avaliar a dose em medula espinhal, superfície esquerda e direita da face e na posição frontal permitindo avaliar a dose absorvida na linha média do cérebro. A Figura 4, apresenta o *phantom* geral desenvolvido e patenteado.

Figura 2: (A) Simulador dosimétrico evidenciando toda sua extensão e bases superior e inferior. (B) Simulador dosimétrico, vista superior, evidenciando os condutos para posicionamento da câmara de ionização.

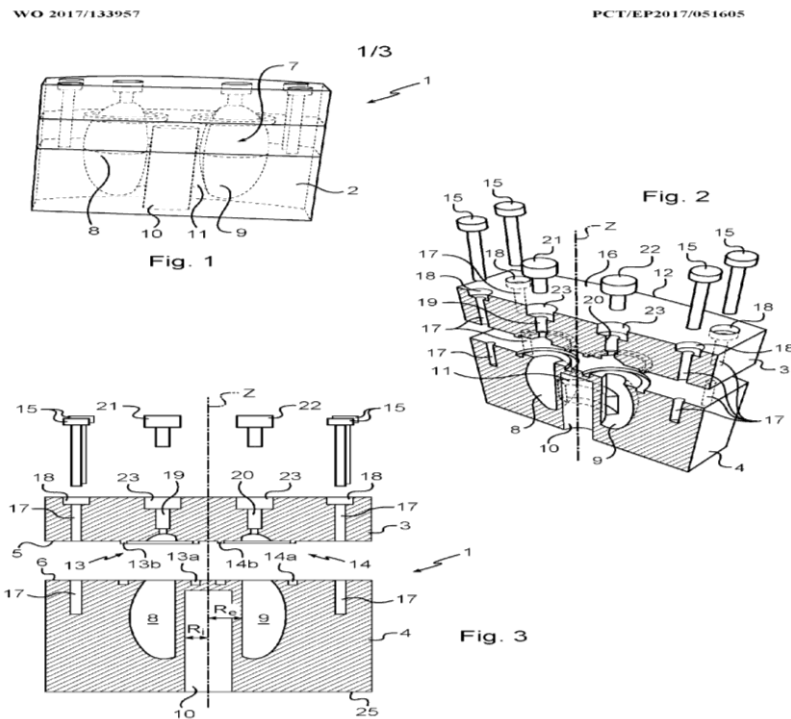


Fonte: Autores.

Em 2017, foi realizado o depósito da patente relativo ao "método da produção de um *phantom* de tireoide David Broggio" (Broggio & Beaumont, 2019). O objetivo principal da patente foi desenvolver um simulador antropomórfico de uma tireoide que fosse relativamente simples de produzir e que, além disso, apresenta-se características realistas no ponto de vista anatômico. Ademais, a patente visa oferecer um método de produção do *phantom* além de desenvolver o método para produção de variações do mesmo objeto simulador.

A fim de cumprir estes objetivos, a invenção propõe um *phantom* da tireoide, sendo este composto por duas partes, uma compreendendo a cavidade da tireoide e outra unindo as duas partes. Dessa forma, o objeto simulador pode ser produzido com relativa facilidade por meio de duas partes independentes que podem ser unidas posteriormente. O *phantom* da tireoide, de acordo com a invenção, destina-se a ser utilizado para aferição de medições antroporadiométricas. Todavia, essa aplicação não é limitadora visto que a invenção pode no contexto de outras aplicações, tais como para a aferição de outras formas de imagem e dosimetria, principalmente no campo da medicina, mas também na medicina nuclear e no campo da radioproteção. A Figura 3, apresenta o referido *phantom* produzido.

Figura 3: Desenho técnico do *phantom*.



Fonte: Autores.

Em 2019, foi depositado por Matheus Savi, então aluno de doutorado do Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares, uma patente intitulada "filamento radiopaco para uso em impressões 3D". Esse estudo serviu de base para o desenvolvimento de um *phantom* de pescoço-tireoide desenvolvido por (Villani, 2021). O *phantom* desenvolvido, constituiu-se em um projeto de construção de um objetivo simulador antropomórfico de pescoço-tireoide, utilizando impressora 3D e materiais tecido-equivalentes, para ser utilizado em aplicações multidisciplinares. O trabalho para o desenvolvimento do *phantom* foi baseado na utilização dos seguintes materiais, Filamentos para impressora 3D de Ácido Polilático (PLA) e Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) disponíveis comercialmente; Filamentos para impressora 3D radiopacos de ABS, modelos XCT-A, XCT-B e XCT-C desenvolvidos no Instituto de Pesquisa de Energia Nuclear (IPEN) da Universidade de São Paulo; Placas de polimetilmetacrilato

(PMMA) de espessuras variadas; Resina 2004 Epóxi baixa viscosidade com Endurecedor 3154; Veda Spray Impermeabilizante; Impressora RAISE3D, modelo PRO2, que utiliza técnica de impressão 3D por fabricação com filamento com filamento fundido – FFF; FreeCAD; 3DSlicer; IdealMAKER; Simplify 3D; Origin PRO 9.1; Weasis v3.7.0.

A metodologia aplicada foi baseada em: as Placas-teste foram desenhadas utilizando o *software* FreeCAD e impressoras usando a impressora RAISE3D PRO2 do IPEN para determinar o comportamento da transmissão dos feixes de radiação e os coeficientes de atenuação. Utilizou-se orientação $+45^{\circ}/-45^{\circ}$ de impressão, dimensões de $80 \times 80 \text{ mm}^2$ e diferentes espessuras, espessura de camada (z) de 0,2 mm e 100% de preenchimento (*infill*). Na Figura 2, é apresentado o *phantom* de pescoço-tireoide desenvolvido no projeto (Thompson, 2013). Por fim, a patente aponta a eficiência do objeto simulador com base nos experimentos realizados que se mostraram satisfatórios.

Figura 4: O pescoço e o acessório de tireoide impressos.



Fonte: Autores.

Ademais, evidenciou-se que o desenvolvimento de patentes e o uso de objeto simuladores antropomórficos tem sido bastante útil no âmbito da medicina nuclear, uma vez que estes auxiliam tanto na detecção de doenças como nos efeitos das doses de radiação aplicadas nos seres humanos. Portanto, mais pesquisas são necessárias visando uma maior exploração nesta grande área de estudo.

4. Conclusão

O levantamento dos dados das patentes mostrou que embora os estudos acerca do desenvolvimento de *phantoms* da tireoide estejam presentes em trabalhos acadêmicos mais tradicionais, o registro de patentes dos referentes estudos são relativamente recentes. A categoria de objeto simulador antropomórfico apresentou maior número de depósitos de patentes, enquanto o termo “*phantom*” apresentou um número de depósitos menor mesmo em pesquisas internacionais. Em sua maioria, os depósitos foram realizados por universidades federais, sendo menos significativa a presença da iniciativa privada.

Das patentes consultadas e apresentadas na presente revisão, observou-se similaridades quanto a aplicação do *phantom* de tireoide e o princípio básico da formação deles que apresentaram basicamente duas estruturas que combinadas simulam o pescoço e a tireoide, além de apresentarem orifícios ou compartimentos específicos para depósito dos radiofármacos que, posteriormente, podem ser observados através de experimentos de tomografia computadorizada.

Para trabalhos futuros, recomenda-se, o desenvolvimento de novos *phantoms* com matéria nacional para o uso em medicina nuclear e radioproteção sejam também utilizados nas ciências forenses, por exemplo, na virtópsia. Além disso, reforça-

se a importância do uso e o desenvolvimento de simuladores de tireoide fabricado em 3D, que simula a forma real da glândula tireoide humana visando atender diferentes faixas etárias.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Clínica de Medicina Nuclear Endocrinologia e Diabetes (CLIMEDI), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA) do Termo de Outorga n. 046/2021 pelo aporte financeiro.

Referências

- Andrade Sobrinho, J. D., Curioni, O. A., Amar, A., & Rapoport, A. (2003). Conduta conservadora no carcinoma papilífero da glândula tireoide. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, 30, 314-318.
- Alsharif, S. H. O. M. O. K. H., Alanazi, M. A. S. H. A. E. L., Alharthi, F. A. T. I. M. A. H., Qandil, D. A. N. A., & Qushawy, M. O. N. A. (2020). Review about radiopharmaceuticals: preparation, radioactivity, and applications. *Int J App Pharm*, 12(3), 8-15.
- Allsabbagh, M., Abdulmanap, M., & Zainon, R. (2017). Evaluation of 3D printing materials for fabrication of a novel multi-functional 3D thyroid phantom for medical dosimetry and image quality. *Radiation Physics and Chemistry*, 135, 106-112.
- Araújo, D. L., Nunes, A. V. M., Duarte, A. P. M., Mendes, G. R. P., Araújo, M. I. C., Alventino, J. M. A., & Abrantes, M. M. R. (2020). Aspectos físico-químicos e aplicações dos radiofármacos na medicina nuclear. *Research, Society and Development*, 9(7), e834974671-e834974671.
- Batista, W. O. G. (2012). Dosimetria e controle de qualidade em procedimentos radiológicos destinados a implantes odontológicos.
- Botelho, J. B. (2004). Desvendar da glândula tireoide. In *História da medicina: da abstração à materialidade* (pp. 349-367).
- Broggio, D., & Beaumont, T. (2019). Thyroid phantom, corresponding production method, overall phantom comprising such a thyroid phantom and corresponding phantom families, *U.S. Patent No. 10,448,918*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Cerqueira, R. A. D. (2014). Desenvolvimento de objetos simuladores antropomórficos de pescoço para testes de imagem em exames com iodo.
- da Silva, T. M., Soares, A. B., de Lucena, E. A., Dantas, A. L. A., Mendes, B. M., de Melo Dórea, M., & Dantas, B. M. (2021). Estudo das propriedades de atenuação de materiais para desenvolvimento de um simulador de tireoide-pescoço. *Brazilian Journal of Radiation Sciences*, 9(1).
- DeWerd, L. A. (2014). *The phantoms of medical and health physics* (pp. 127-9). M. Kissick (Ed.). Berlin: Springer.
- Dias, G. C., & Mazzieri, M. R. (2020). As patentes como sinal de qualidade para startups alcançarem investimentos de venture capital—uma revisão sistemática da literatura. *Gestão e Projetos: GeP*, 11(1), 94-110.
- Ferreira, F. C. L., Silva, L. F., Sousa, F. F., & Souza, D. N. (2021). Objeto simulador de teste de campo de radiação de raios X odontológico intrabucal. *Revista de Propriedade Industrial*, 2657 (VI), 1169.
- Griffiths, H. J. (1989). Something about X-rays for Everybody. *Radiology*, 173(3), 712.
- INPI. (2021). *Instituto Nacional de Propriedade Intelectual*. Brasil. <http://www.inpi.gov.br/patentes>.
- Labrunie, J. (2006). Direito de patentes. *Condições Legais de Obtenção E*.
- Saha, G. B., Saha, G. B. (2004). *Fundamentals of nuclear pharmacy* (Vol. 6). Springer.
- Saito, O. C. (2008). *Ultrassonografia da tireoide e da paratireoide* (1ª edição). Thieme Revinter.
- Scudeler, M. A. (2015). Patentes e a função social da propriedade industrial. *Extraído Do Sítio. Acesso*, 26.
- Thompson, L. (2013). *Resposta radiológica e dosimetria em Phantom físico de cabeça e pescoço para radioterapia conformacional 3D*.
- Uzuegbunam, I., Liao, Y.-C., Pittaway, L., & Jolley, G. J. (2017). Human capital, intellectual capital, and government venture capital. *Journal of Entrepreneurship and Public Policy*.
- Villani, D. (2021). Desenvolvimento de um simulador antropomórfico de pescoço-tireoide tecido-equivalente impresso em 3D para aplicações multidisciplinares. Universidade de São Paulo.