



Odontologia Sustentável: reciclagem de lâminas de chumbo de películas radiográficas

Rafaela Piardi¹, Alexandre Conde²

ARTIGO ORIGINAL

RESUMO

A diminuição na produção de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso é um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU). O gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde reflete uma conduta de responsabilidade social e ambiental. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi dar empregabilidade ao componente metálico do resíduo radiológico. Com esta finalidade, foi confeccionado um arco de Young em material reciclado, através da fundição das lâminas de chumbo das películas radiográficas. Para tanto, foi realizada a coleta das lâminas de chumbo do resíduo radiológico, posteriormente, foi realizada a confecção de um arco de Young em cera e a partir do seu molde em revestimento à base de fosfato, realizou-se a fundição do chumbo para obtenção do arco de Young em material reciclado. O conhecimento em relação à reciclagem das lâminas de chumbo de películas radiográficas é de extrema relevância e, ao mesmo tempo, informação importante que pode minimizar os impactos ambientais relacionados ao seu descarte. Portanto, através do presente estudo, foi possível dar empregabilidade ao componente metálico do resíduo radiológico, através da confecção de um arco de Young em material reciclado.

Palavras-chave: Resíduos Odontológicos, Radiologia, Desenvolvimento Sustentável.

Sustainable Dentistry: recycling lead sheets from radiographic films

ABSTRACT

The reduction in waste production through prevention, reduction, recycling and reuse is one of the Sustainable Development Goals of the United Nations (UN). The management of solid waste from health services reflects a conduct of social and environmental responsibility. Thus, the objective of this study was to give employability to the metal component of the radiological residue. For this purpose, a Young arc was made of recycled material, through the casting of the lead sheets of the radiographic films. For this purpose, the collection of the lead slides of the radiological residue was carried out, subsequently, the making of a Young arc in wax was carried out and from its mold in phosphate-based coating, the lead was cast to obtain the Young arc in recycled material. Knowledge regarding the recycling of lead slides from radiographic films is of extreme relevance and, at the same time, important information that can minimize the environmental impacts related to their disposal. Thus, through the present study, it was possible to give employability to the metal component of the radiological residue, through the manufacture of a Young arc in recycled material.

Keywords: Dental Waste, Radiology, Sustainable Development.

Instituição afiliada –¹ Acadêmica do Curso de Odontologia do Centro Universitário da Serra Gaúcha – FSG, Caxias do Sul, RS. ² Docente do Curso de Odontologia do Centro Universitário da Serra Gaúcha – FSG, Caxias do Sul, RS. Doutor em Materiais Dentários.

Dados da publicação: Artigo recebido em 01 de Janeiro e publicado em 04 de Janeiro de 2024.

DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2023v6n1p153-164>

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



INTRODUÇÃO

Em 2015, a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) adotou 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como constituinte da Agenda 2030 (ONU, 2015), buscando a integração entre o desenvolvimento econômico e social com a sustentabilidade ambiental (BIERMANN, KANIE, KIM, 2017; WALKER, 2021). O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12.5 visa diminuir a produção de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso até 2030 (ONU, 2015).

Em Odontologia, a busca por avanços em técnicas e materiais deve ser constante, assim como a preocupação com o impacto ambiental e a gestão dos resíduos produzidos (CARVALHO *et al.*, 2006; DUANE *et al.*, 2019; MARTIN *et al.*, 2021). O cirurgião-dentista, em sua rotina clínica, utiliza frequentemente o diagnóstico por imagem. Embora os investimentos em processos de digitalização de imagem sejam crescentes, grande parte dos profissionais ainda utiliza o método radiográfico convencional (AMARAL *et al.*, 2020; REKOW, 2020; ZITZMANN *et al.*, 2020). Neste cenário, além dos efluentes gerados pelo processamento radiográfico (soluções de fixador, revelador e água de lavagem dos filmes radiográficos), também são produzidos resíduos sólidos, integrantes do filme radiográfico (KASTER, LUND, BALDISSERA, 2012).

Dentre estes resíduos sólidos, destacam-se as lâminas de chumbo dos filmes radiográficos, que são classificadas de acordo com a Resolução nº 358/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 222/18 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), como resíduos sólidos do Grupo B (Químicos), caracterizados por apresentar substâncias químicas e metais pesados que podem gerar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas propriedades de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Os quais devem ser acondicionados em recipientes identificados com o símbolo de risco associado, de acordo com a NBR 7500 (2000) (CONAMA, 2005; ANVISA, 2018).

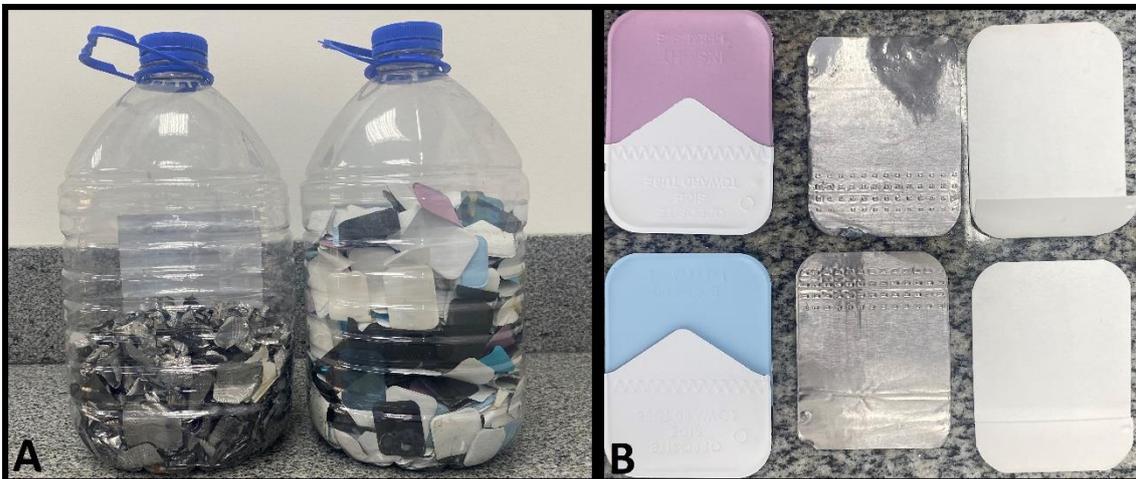
Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi dar empregabilidade ao componente metálico do resíduo radiológico. Com esta finalidade, foi confeccionado um arco de Young, dispositivo utilizado em odontologia para proporcionar isolamento

absoluto do campo operatório durante procedimentos restauradores, em material reciclado, através da fundição de lâminas de chumbo das películas radiográficas.

METODOLOGIA

Para tanto, foi realizada a coleta dos resíduos radiológicos do laboratório de Radiologia do Centro Universitário da Serra Gaúcha – FSG, empregando os equipamentos de proteção individual (EPIs) preconizados pela instituição (luvas, máscara, óculos de proteção, gorro e avental descartável). Inicialmente, separou-se o resíduo metálico do restante dos componentes da película radiográfica (FIGURA 1).

FIGURA 1: A- Separação do resíduo metálico dos demais componentes da película radiográfica, B- Película radiográfica.



Fonte: Autores, 2024.

Em seguida, foi realizada a confecção de um arco de Young empregando cera utilidade (Lysanda, São Paulo, SP, Brasil) (FIGURA 2-A). Posteriormente, o arco de Young em cera foi colocado em um recipiente contendo revestimento à base de fosfato (Heat Shock, Polidental, Cotia, SP, Brasil), com proporção de 300g de pó para 75ml de líquido, a fim de obter seu molde. Quando o material iniciou a reação exotérmica, a cera foi removida do mesmo. No dia seguinte, após sua presa completa, o refratário foi lavado com 1 litro de água fervente para remover os resquícios de cera (FIGURA 2-B).

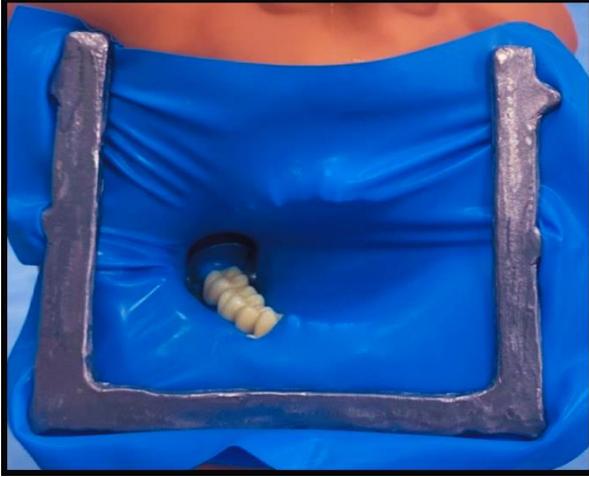
Para realização da fundição foi utilizado máscara para partículas de solda (6200 com filtro 7093 P3, 3M, Saint Paul, EUA) e luvas de proteção de couro (Heavy Duty Black, ESAB, Contagem, Minas Gerais, Brasil). Inicialmente, o refratário à base de fosfato foi levado ao forno (BO260AR, Brastemp, São Paulo, SP, Brasil) durante 15 minutos em temperatura de 280°. Foram utilizadas 160 lâminas de chumbo, totalizando 100 gramas, que foram colocadas em uma caneca de alumínio de 1,2L (modelo SKU-19253, Indústria e Comercio de Artefatos de Alumínio Redar LTDA, Pedreira, São Paulo, Brasil) e levadas ao fogo alto em fogão (BDD75AE, Brastemp, São Paulo, SP, Brasil) por 10 minutos. O chumbo em estado líquido foi colocado no molde e após sua solidificação, o mesmo foi removido do refratário e prosseguiu-se com o polimento empregando polidor de metal (American Burrs, Palhoça, SC, Brasil) (FIGURA 2-C). Em seguida, o arco de Young de chumbo foi montado em manequim (PRONEW, São Gonçalo, Rio de Janeiro, Brasil) a fim de conferir a sua condição de trabalho laboratorial (FIGURA 3).

FIGURA 2: A- Arco de Young em cera, B- Molde do arco em revestimento à base de fosfato, C- Arco de Young em chumbo reciclado.



Fonte: Autores, 2024.

FIGURA 3: Arco de Young em isolamento absoluto no manequim.



Fonte: Autores, 2024.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a NBR 10004/04 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) os resíduos sólidos são definidos como resíduos nos estados sólido e semi-sólido, provenientes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, entre outras. Portanto, as lâminas de chumbo dos filmes radiográficos são classificadas como resíduos sólidos. Visto a importância que os exames radiográficos têm em Odontologia, faz-se necessário que os cirurgiões-dentistas detenham conhecimento acerca do gerenciamento dos resíduos de chumbo presentes nas películas radiográficas (KASTER, LUND, BALDISSERA, 2012; SAMPAIO, AGRA FILHO, 2014; FREIRE, GROSSI, 2018; AMARAL *et al.*, 2020; MACHADO *et al.*, 2022).

As radiografias digitais são uma alternativa para redução de resíduos radiológicos. No entanto, esta tecnologia demanda grande investimento financeiro, sendo inacessível para grande parte dos cirurgiões-dentistas (HASAN *et al.*, 2019; AMARAL *et al.*, 2020; REKOW, 2020; ZITZMANN *et al.*, 2020;). Diante da complexidade em alterar o método radiológico convencional por tecnologias menos poluentes, o cenário mais adequado consiste no tratamento dos resíduos gerados (KASTER, LUND, BALDISSERA, 2012; FREIRE, GROSSI, 2018).

Se descartado de maneira incorreta, o chumbo pode provocar impactos negativos à saúde e ao meio ambiente (CARVALHO *et al.*, 2006; KASTER, LUND,

BALDISSERA, 2012; MOLINA *et al.*, 2014; SAMPAIO, AGRA FILHO, 2014; FREIRE, GROSSI, 2018; AMARAL *et al.*, 2020; MACHADO *et al.* 2022). A intoxicação por chumbo na população tem sido associada à exposição ocupacional, sem o emprego de EPI adequado, cuja absorção ocorre predominantemente por contato respiratório ou cutâneo, e principalmente pela ingestão de alimentos e água contaminados (MOLINA *et al.*, 2014; SHUKLA, SHUKLA, TIWARI, 2018; COLLIN *et al.*, 2022; , REN *et al.*, 2022; SLOTA *et al.*, 2022). Com o intuito de diminuir a probabilidade de intoxicação por chumbo, o operador do experimento empregou os EPIs (máscara para partículas de solda e luvas de proteção de couro) assegurando adequado manuseio do material.

Sendo assim, o descarte das lâminas de chumbo deve ocorrer em um aterro sanitário industrial para resíduos perigosos ou devem ser encaminhadas para tratamento em instalações licenciadas para este fim, seguindo as orientações do órgão local de meio ambiente (CONAMA, 2005; ANVISA, 2018). Diversos estados e municípios dispõem das próprias legislações em relação ao gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde, determinando diretrizes para a classificação, segregação, acondicionamento, coleta, transporte e destino final dos resíduos (GARCIA, ZANETTI-RAMOS, 2004; KASTER, LUND, BALDISSERA, 2012).

O tratamento para este tipo de resíduo inclui processos para alteração de suas características químicas, com intenção de reduzir os riscos à saúde e ao meio ambiente, para que seu descarte ocorra de forma segura, geralmente realizado por empresa de coleta especializada (FREIRE, GROSSI, 2018). A coleta é realizada mediante ao Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), documento emitido pelo gerador, como ferramenta capaz de controlar a geração, armazenamento temporário, transporte e destino final dos resíduos, de acordo com a Portaria 280/20 do Ministério do Meio Ambiente.

Tendo em vista a dificuldade em relação ao gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde e de acordo com os conceitos atuais de sustentabilidade, o ideal é que se faça o reaproveitamento ou a reciclagem dos resíduos (KASTER, LUND, BALDISSERA, 2012; FREIRE, GROSSI, 2018). Desta forma, como exposto no presente estudo, foi possível obter um arco de Young (que é um dispositivo amplamente utilizado em odontologia que tem seu propósito funcional de manter isolamento absoluto de campo operatório) com material reciclado, através da fundição das lâminas de chumbo que

seriam descartadas.

O chumbo é um metal que apresenta baixo ponto de fusão, boa condutividade elétrica, maleabilidade e resistência à corrosão. Além disso, é importante nos processos de soldagem, formando ligas em associação com outros metais. Tendo em vista suas propriedades físico-químicas, o chumbo possui ampla utilização industrial na fabricação de baterias, tintas, cerâmicas, cabos e munições (CAPITANI, PAOLIELLO, ALMEIDA, 2009; KREUSCH *et al.*, 2007).

O processo de reciclagem consiste na transformação dos resíduos através de métodos para o processamento ou obtenção de matéria prima para a confecção de novos produtos (ROUQUAYROL, 1999). Dessa forma, é possível reduzir os resíduos sólidos que serão destinados aos aterros sanitários e contribuir com a preservação ambiental (CUDJOE, WANG, ZHU, 2021; DOU *et al.*, 2023). No presente estudo, realizou-se a reciclagem de lâminas de chumbo de películas radiográficas com a finalidade de obter um outro produto. O emprego desse produto dependerá da iniciativa para criá-lo e avaliação de sua empregabilidade pelo profissional que irá utilizá-lo, sendo o presente estudo a demonstração de que é possível o reaproveitamento desse material.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento em relação à reciclagem das lâminas de chumbo de películas radiográficas é de extrema relevância e, ao mesmo tempo, informação importante que pode minimizar os impactos ambientais relacionados ao seu descarte. Portanto, através do presente estudo, foi possível dar empregabilidade ao componente metálico do resíduo radiológico, através da confecção de um arco de Young em material reciclado.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Denise Campos et al. Impacto ambiental sustentável com a implantação do protocolo do fluxo digital na redução dos resíduos na Clínica Odontológica. **Revista Odontológica do Brasil Central**, v. 29, n. 88, 2020.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 10004: **Resíduos de Sólidos: classificação**. São Paulo, 2004.

BIERMANN, Frank; KANIE, Norichika; KIM, Rakhyun E. Global governance by goal-setting: the novel approach of the UN Sustainable Development Goals. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 26, p. 26-31, 2017.

Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 358, de 29 de abril de 2005**. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União nº 84, de 4 de maio de 2005.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº. 222, de 28 de março de 2018**. Dispõe sobre o Regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 28 março de 2018.

BRASIL. Ministério do meio ambiente. **Portaria no 280, de 29 de junho de 2020**. Institui o Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR nacional, como ferramenta de gestão e documento declaratório de implantação e operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos e dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 29 de junho de 2020.

CAPITANI, Eduardo M.; PAOLIELLO, Mônica MB; ALMEIDA, Glauce R. Costa. Fontes de exposição humana ao chumbo no Brasil. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, v. 42, n. 3, p. 311-318, 2009.

CARVALHO, Pedro Luiz et al. Situação dos resíduos gerados em radiologia odontológica. **Revista Biociências**, v. 12, 2006.

COLLIN, M. Samuel et al. Bioaccumulation of lead (Pb) and its effects on human: A review. **Journal of Hazardous Materials Advances**, v. 7, p. 100094, 2022.

CUDJOE, Dan; WANG, Hong; ZHU, Bangzhu. Assessment of the potential energy and environmental benefits of solid waste recycling in China. **Journal of Environmental**



Management, v. 295, p. 113072, 2021.

DOU, Guowei et al. Does Implementing Trade-In and Green Technology Together Benefit the Environment? In: **Operations Management for Environmental Sustainability: Operational Measures, Regulations and Carbon Constrained Decisions**. Cham: Springer International Publishing, p. 85-121. 2023.

DUANE, Brett et al. Environmentally sustainable dentistry: a brief introduction to sustainable concepts within the dental practice. **British Dental Journal**, v. 4, pág. 292-295, 2019.

FREIRE, Gabrielly Terra Freire; GROSSI, Ademir Tadeu Ribeiro. Gerenciamento do descarte de resíduos produzidos durante os exames radiográficos em odontologia. **Arquivo Brasileiro de Odontologia**, v. 14, n. 2, p. 36-42, 2018.

GARCIA, Leila Posenato; ZANETTI-RAMOS, Betina Giehl. Gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde: uma questão de biossegurança. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, p. 744-752, 2004.

HASAN, Arshad et al. Práticas de Dentistas sobre Técnicas Digitais em Radiologia Odontológica e Segurança Radiográfica. **Jornal da Associação Dentária do Paquistão**, v. 28, n. 4 de outubro de 2019.

KASTER, Flávia Pôrto de Barros; LUND, Rafael Guerra; BALDISSERA, Elaine de Fátima Zanchin. Gerenciamento dos resíduos radiológicos em consultórios odontológicos da cidade de Pelotas (RS, Brasil). **Arquivos em Odontologia**, v. 48, n. 4, p. 242-250, 2012.

KREUSCH, M. A. et al. Technological improvements in automotive battery recycling. **Resources, conservation and recycling**, v. 52, n. 2, p. 368-380, 2007.

MACHADO, Cláudio Manoel Cabral et al. CHUMBO DAS PELÍCULAS DE CHUMBO DO FILME RADIOGRÁFICO ODONTOLÓGICO: SAÚDE E MEIO AMBIENTE. **Revista Científica FACS**, v. 22, n. 2, p. 40-52, 2022.

MARTIN, Nicolas et al. Awareness and barriers to sustainability in dentistry: A scoping review.



Journal of Dentistry, v. 112, pág. 103735, 2021.

MOLINA, A. B. et al. A radiologia odontológica e o meio ambiente. **Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo**, v. 26, n. 1, p. 61-70, 2014.

NATIONS, United. Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. **New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs**, 2015.

REKOW, E. Dianne. Digital dentistry: The new state of the art - Is it disruptive or destructive? **Dental materials**, v. 1, pág. 9-24, 2020.

REN, Meng et al. Potential lead toxicity and leakage issues on lead halide perovskite photovoltaics. **Journal of Hazardous Materials**, v. 426, p. 127848, 2022.

ROUQUAYROL, Maria Zélia; ALMEIDA FILHO, Naomar de. Epidemiologia & saúde. In: **Epidemiologia & saúde**, p. 570, 1999.

SAMPAIO, Leonardo Lordelo; AGRA FILHO, Severino Soares. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE PELÍCULAS DE CHUMBO DE SERVIÇOS ODONTOLÓGICOS EM SALVADOR, BAHIA. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 2, n. 1, p. 163-171, 2014.

SHUKLA, Vaibhav; SHUKLA, Priyanka; TIWARI, Avanish. Lead poisoning. **Indian Journal of Medical Specialities**, v. 3, pág. 146-149, 2018.

SŁOTA, Michał et al. Effects of environmental and occupational lead toxicity and its association with iron metabolism. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 434, p. 115794, 2022.

WALKER, Tony R. (Micro) plastics and the UN sustainable development goals. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, v. 30, p. 100497, 2021.

ZITZMANN, Nicola U. et al. Digital Undergraduate Education in Dentistry: A Systematic Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 9, pág. 3269, 2020.