

CLEITON FARIA LIMA

**Exposição ocupacional ao vapor do mercúrio metálico
do amálgama dentário na saúde bucal**

São Paulo

2024

CLEITON FARIA LIMA

**Exposição ocupacional ao vapor do mercúrio metálico
do amálgama dentário na saúde bucal**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, Programa de Mestrado Profissional Formação Interdisciplinar em Saúde, para obter o título de Mestre em Ciências.

Orientador Prof. Dr. Luiz Eugênio Nigro Mazzilli

São Paulo

2024

Catálogo da Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Lima, Cleiton Faria.

Exposição ocupacional ao vapor do mercúrio metálico do amálgama dentário na saúde bucal / Cleiton Faria Lima; orientador Luiz Eugênio Nigro Mazzilli. -- São Paulo, 2024.
124 p. : fig., graf. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado Profissional) -- Programa Mestrado Profissional Interunidades em Formação Interdisciplinar em Saúde. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida.

1. Mercúrio. 2. Saúde ocupacional. 3. Amálgama dentário. 4. Saúde bucal. 5. Exposição ocupacional. I. Mazzilli, Luiz Eugênio Nigro. II. Título.

Lima CF. Exposição ocupacional ao vapor do mercúrio metálico do amálgama dentário na saúde bucal. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em: 05/03/2024

Banca Examinadora

Prof. Dr. Luiz Eugênio Nigro Mazzilli

Instituição: Faculdade de Odontologia da USP - Julgamento: Aprovado

Prof. Dr. Rodolfo Francisco Haltenhoff Melani

Instituição: Faculdade de Odontologia da USP - Julgamento: Aprovado

Prof. Dr. Nelson Massanobu Sakaguti

Instituição: Externo

- Julgamento: Aprovado

Dedico este trabalho a todos os profissionais da área de segurança e saúde no trabalho que perseguem a missão de promover ambientes laborais mais seguros e saudáveis, assim como aos demais atores sociais que também atuam e lutam em defesa dessa causa.

Dedico aos profissionais da saúde, em especial aos profissionais da saúde bucal, pública ou privada, pela sua contribuição na promoção da saúde e bem-estar da população.

Dedico aos profissionais da educação, em especial aos professores de todos os níveis de ensino, pela dedicação à arte de educar. Que, em algum momento em nossa história, recebam o reconhecimento e prestígio que lhes são devidos.

Dedico à memória de minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e saúde.

À minha esposa, Patrícia, por todo incentivo e apoio durante toda essa jornada. Por todas as conversas e trocas de saberes, com as quais muito aprendi e que muito enriqueceram este trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luiz Eugênio Nigro Mazzilli, pelo acolhimento, pela dedicação, disponibilidade, sabedoria, serenidade e conversas que tornaram esse percurso mais leve e de muito aprendizado.

Aos colegas e professores do Programa de Mestrado Profissional, que tanto contribuíram para a construção de novos saberes.

Ao Prof. Dr. Rogério Nogueira de Oliveira, à Prof^a. Dr^a. Helena Akemi Wada Watanabe e à Prof^a. Dr^a. Alyne Simões Gonçalves pela participação na minha banca de qualificação e por suas valiosas contribuições.

À Sônia Castro Lucia Lopes, secretária do Programa de Mestrado Profissional, por todo o apoio e atenção.

Aos profissionais da biblioteca da Faculdade de Odontologia e da Faculdade de Saúde Pública, ambas da USP, por todo o apoio com a localização e disponibilização de livros e artigos. À Dr^a. Vânia M. B. de Oliveira Funaro, bibliotecária da Faculdade de Odontologia, pela atenção e ajuda na revisão e normalização das referências e citações.

A todos os trabalhadores que contribuem para o funcionamento da Universidade de São Paulo.

A todos que, ao longo da minha trajetória profissional, acadêmica e pessoal me incentivaram e me estimularam a enfrentar novos desafios e a descobrir novos horizontes.

"[...] onde quer que haja mulheres e homens,
há sempre o que fazer,
há sempre o que ensinar,
há sempre o que aprender"

Paulo Freire, em "Pedagogia da Indignação: Cartas pedagógicas e outros escritos"

RESUMO

Lima CF. Exposição ocupacional ao vapor do mercúrio metálico do amálgama dentário na saúde bucal [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2024. Versão Corrigida.

O amálgama dentário é um insumo utilizado na odontologia há muito tempo. Em sua composição há presença do mercúrio metálico, substância de alta volatilidade a temperatura ambiente, cujo vapor é incolor, inodoro e de alta toxicidade. Este trabalho buscou analisar o estado da arte da literatura científica sobre a exposição ocupacional ao vapor do mercúrio metálico na saúde bucal. Para isso, foi realizada pesquisa nas bases de dados Web of Science, Scopus e Lilacs, período pesquisado de janeiro de 2000 a março de 2023, nos idiomas inglês e português, além de busca em literatura cinzenta, sem limites de data. Após análise por critérios de inclusão e exclusão, 86 artigos, de 25 países, foram selecionados para leitura. A literatura analisada apontou a existência de diversos momentos de exposição, possíveis impactos à saúde e incertezas quanto a quais níveis de exposição o vapor de mercúrio pode ser considerado seguro. Esses achados indicam a necessidade de adoção de medidas preventivas sempre que houver contato com o amálgama dentário, buscando sempre o menor nível de exposição possível. Conclui-se que os profissionais em saúde bucal podem estar expostos ao vapor do mercúrio metálico do amálgama dentário, podendo o nível dessa exposição variar de acordo com as condições de trabalho presentes e as medidas preventivas empregadas. Buscando contribuir na promoção da saúde ocupacional neste contexto, foi elaborado produto educacional que visa a informação e conscientização dos atores envolvidos com a saúde bucal quanto aos riscos ocupacionais e a indicação de algumas medidas preventivas referentes à exposição ao vapor do mercúrio metálico do amálgama dentário.

Palavras-chave: Mercúrio. Saúde ocupacional. Amálgama dentário. Saúde bucal. Exposição ocupacional.

ABSTRACT

Lima CF. Occupational exposure to mercury metal vapor of the dental amalgam in oral health [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2024. Corrected Version.

Dental amalgam is a material used in dentistry for a long time. In its composition there is the presence of metallic mercury, a substance with high volatility at room temperature, whose vapor is colorless, odorless and highly toxic. This work sought to analyze the state of the art of scientific literature on occupational exposure to mercury metal vapor in oral health. To this end, research was carried out in the Web of Science, Scopus and Lilacs databases, research period from January 2000 to March 2023, in English and Portuguese, in addition to search in gray literature, without date limits. After inclusion and exclusion criteria analysis, 86 articles, from 25 countries, were selected for reading. The literature analyzed pointed to the existence of different moments of exposure, possible impacts on health and uncertainties regarding what levels of exposure to mercury vapor can be considered safe. These findings indicate the need to adopt preventive measures whenever there is contact with dental amalgam, always seeking the lowest possible level of exposure. It is concluded that oral health professionals may be exposed to metallic mercury vapor from dental amalgam, and the level of this exposure may vary according to the current working conditions and the preventive measures employed. Seeking to contribute to the promotion of occupational health in this context, an educational material was developed to provide information and awareness among those involved in oral health concerning occupational risks and the indication of some preventive measures regarding exposure to metallic mercury vapor from dental amalgam.

Keywords: Mercury. Occupational health. Dental amalgam. Oral health. Occupational exposure.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Gráfico 2.1 - Restaurações em dente decíduo posterior com ionômero, com resina e com amálgama por região do Brasil..... | 29 |
| Gráfico 2.2 - Restaurações em dente permanente posterior com ionômero, com resina e com amálgama por região do Brasil | 30 |
| Gráfico 2.3 - Distribuição das restaurações em dente decíduo posterior com amálgama por região do Brasil..... | 31 |
| Gráfico 2.4 - Distribuição das restaurações em dente permanente posterior com amálgama por região do Brasil..... | 32 |
| Figura 2.1 - Esquema da sequência de desenvolvimento da microestrutura do amálgama quando ligas de baixo teor de cobre em forma de limalha são misturadas com o mercúrio | 35 |
| Figura 4.1 - Processo de seleção dos artigos com auxílio do software Rayyan..... | 45 |
| Gráfico 5.1 - Distribuição do número de artigos por país/região conforme local do primeiro autor apresentado como contato | 47 |
| Figura 5.1 - Distribuição dos artigos por país conforme local do primeiro autor apresentado como contato | 48 |
| Gráfico 5.2 - Distribuição do número de artigos por ano | 49 |
| Gráfico 5.3 - Distribuição do número de artigos por ano no Brasil | 49 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------|---|
| ACGIH | American Conference of Governmental Industrial Hygienists |
| ANVISA | Agência Nacional de Vigilância Sanitária |
| ATSDR - | Agency for Toxic Substances and Disease Registry |
| CAL/OSHA | Division of Occupational Safety and Health (DOSH), conhecida como Cal/OSHA, California Department of Industrial Relations |
| CCOHS | Canadian Centre for Occupational Health and Safety |
| CFO | Conselho Federal de Odontologia |
| CMN | Células com micronúcleos |
| d.C. | depois de Cristo |
| FDA | Food and Drug Administration |
| HDL | Lipoproteína de alta densidade |
| LDL | Lipoproteína de baixa densidade |
| NIOSH | National Institute for Occupational Safety & Health |
| NR | Norma Regulamentadora |
| OIT | Organização Internacional do Trabalho |
| OMS | Organização Mundial da Saúde |
| OSHA | Occupational Safety and Health Administration |
| PEL | Permissible Exposure Limit |
| REL | Recommended Exposure Limit |
| SNC | Sistema Nervoso Central |
| SUS | Sistema Único de Saúde |
| TLV | Threshold Limit Value |
| TWA | Total Weight Average |
| WHO | World Health Organization |

LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES

| | |
|--------------------|-----------------------------------|
| Hg | Mercúrio |
| Cu | Cobre |
| mg | Miligrama |
| mg/m ³ | Miligrama por metro cúbico |
| µg/g | Micrograma por grama |
| µg/m ³ | Micrograma por metro cúbico |
| % | Porcentagem |
| Ag | Prata |
| Sn | Estanho |
| γ | Fase gama |
| γ1 | Fase gama 1 |
| γ2 | Fase gama 2 |
| Kg/cm ² | Kilograma por centímetro quadrado |
| Kg/cm | Kilograma por centímetro |
| mg/g | Miligrama por grama |
| mg/dL | Miligrama por decilitro |
| µg/L | Micrograma por litro |
| µmol/mol | Micromol por mol |
| nmol/mmol | Nanomol por milimol |
| µgHg/L | Micrograma de mercúrio por litro |
| ± | Desvio padrão |
| g/g | Gramas por grama |
| vs | Versus |
| mg/L | Miligrama por litro |
| > | Maior |
| ppm | Partes por milhão |
| ng/m ³ | Nanograma por metro cúbico |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| 1 INTRODUÇÃO | 23 |
| 2 REVISÃO DA LITERATURA | 27 |
| 3 PROPOSIÇÃO | 41 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 43 |
| 5 RESULTADOS | 47 |
| 6 DISCUSSÃO | 77 |
| 7 CONCLUSÃO | 87 |
| 8 PRODUTO EDUCACIONAL | 89 |
| REFERÊNCIAS | 91 |
| APÊNDICE A - Produto Educacional..... | 103 |
| APÊNDICE B - Lista com os 86 artigos selecionados, em ordem alfabética ... | 117 |

1 INTRODUÇÃO

O mundo do trabalho está em constante e acelerada evolução. Novas tecnologias, novos modos de produção, novos produtos e novos serviços surgem a todo momento. Mas alguns insumos e técnicas, devido às suas características, continuam presentes na prática profissional, de forma quase atemporal. Um desses casos é o uso do amálgama dentário pelos profissionais de saúde bucal.

O amálgama dentário é um insumo utilizado na odontologia há muito tempo, cujos registros de primeiro uso datam da dinastia Tang, na China, em 659 d.C., segundo (Anusavice et al., 2020; Rodrigues Filho et al., 2015), e já alcançou milhões de pessoas ao redor do mundo. Porém, há uma substância em sua composição que merece cuidadosa atenção, o mercúrio metálico. A exposição ocupacional ao vapor do mercúrio pode trazer sérias consequências à saúde. O mercúrio (Hg) é classificado como o 3º elemento químico de maior preocupação junto a Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR, 2020).

O mercúrio metálico é uma substância química de alta toxicidade e alta volatilidade a temperatura ambiente. Seu vapor não tem cor e não tem cheiro, o que torna impossível sua detecção sem equipamentos específicos. Se inalado em altas quantidades, pode trazer efeitos à saúde imediatos ou a curto prazo, e se inalado em pequenas quantidades, mas por períodos prolongados, pode ocasionar sintomas de intoxicação crônica. Alguns dos efeitos à saúde da inalação do vapor do mercúrio podem ser: toxicidade aos nervos, comprometimento dos sistemas digestivo e imune, afetar pulmões e rins, distúrbios comportamentais, tremores, insônia, perda de memória, efeitos neuromusculares, dores de cabeça e disfunções motoras (WHO, 2017).

Ao redor do mundo, os valores de limites de exposição ocupacional ao vapor de mercúrio são diferentes, como por exemplo: $1\text{mg}/10\text{m}^3$ ($0.1\text{mg}/\text{m}^3$, 8-horas, PEL-TWA) para OSHA, $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ (até 10-horas, REL-TWA) para a NIOSH, $0.025\text{mg}/\text{m}^3$ (8-horas, TLV-TWA) para ACGIH e $0.025\text{mg}/\text{m}^3$ (8-horas, PEL-TWA) para a CAL/OSHA, (OSHA, 2022). No Brasil, o limite de tolerância atual para exposição ao vapor de mercúrio metálico é de $0,04\text{mg}/\text{m}^3$ para jornada de trabalho até 48 horas semanais, segundo o anexo 11 da Norma Regulamentadora nº15 (NR15), (Brasil,

2022a). Segundo a Norma Regulamentadora nº9¹ (NR9), (Brasil, 2022b), em seu item 9.6.1 o nível de ação de um agente químico é o correspondente a metade do limite de tolerância, ou seja 0,02mg/m³ no caso do mercúrio (todas as formas exceto orgânicas), valor que, quando alcançado, indica que medidas precisam ser adotadas. O indicador biológico de exposição excessiva (urina) é de 20µg/g creatinina, conforme anexo 1 da Norma Regulamentadora nº7 (NR7), (Brasil, 2022c).

A partir da ratificação da Convenção de Minamata pelo Brasil, (Brasil, 2018), algumas medidas vêm sendo tomadas para proteger a saúde humana dos efeitos nocivos do mercúrio. Em 2017, por exemplo, ficou proibido o uso do amálgama dentário na forma não encapsulada (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2017). Essa proibição visa prevenir os efeitos do mau manuseio do amálgama causados pelo efeito cumulativo da aspiração de vapores de mercúrio que pode ocasionar efeitos tóxicos aos profissionais que manipulam o amálgama dentário de forma incorreta, (Saúde, 2018) e, segundo a Anvisa, contribuir na prevenção da exposição ao metal em sua forma líquida, citando estudo chamado “Diagnóstico preliminar sobre o mercúrio no Brasil” que afirma que a exposição a 1,2mg do metal líquido, por apenas algumas horas, pode causar bronquite química e, em seguida, fibrose pulmonar (Anvisa, 2019).

Os procedimentos de colocação ou de remoção do amálgama em um paciente, assim como todas as fases de preparo e manuseio deste material, são potenciais momentos de exposição. Desta forma, o uso do amálgama encapsulado e a eventual necessidade de cuidados e/ou intervenções em restaurações de amálgama requerem atenção e cuidado.

Segundo o Conselho Federal de Odontologia (CFO, 2023), atualmente² há no Brasil 403.526 Cirurgiões-Dentistas, 42.521 Técnicos em Saúde Bucal e 173.097 Auxiliares em Saúde Bucal. Em que pese o estado da arte das restaurações dentárias ditas estéticas, sua maior preferência pelos pacientes e a reconhecida diminuição das indicações de restaurações dentárias em amálgama de prata, ainda assim, considerado o expressivo número de profissionais envolvidos diretamente com a saúde bucal (CFO, 2023), e ainda consideradas outras categorias de suporte como profissionais de limpeza e secretárias administrativas que acessam diariamente o

¹ Norma consultada em 25/11/2023.

² Dados de 24/11/2023.

ambiente clínico odontológico, muitas pessoas correm o risco de exposição aos vapores de mercúrio metálico.

Diante do exposto, esse trabalho procurou analisar o estado da arte da literatura sobre o tema exposição ocupacional ao vapor do mercúrio metálico do amálgama dentário na odontologia, para compreender os potenciais momentos de exposição, abordar as formas de prevenção à exposição e propor produto educacional que auxilie na promoção da saúde ocupacional neste contexto. Para isso, foi realizada consulta a materiais de instituições nacionais e internacionais, bem como uma revisão da literatura nas bases de dados Web of Science, Scopus e Literatura Latino-Americana e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (Lilacs), abrangendo o período entre janeiro de 2000 e o mês de março de 2023.

É importante compreender como se dá o uso do amálgama nos consultórios dentários e identificar os momentos de exposição a essa substância. Assim, será possível indicar medidas de prevenção à inalação do vapor de mercúrio, propor medidas educativas e elaborar conteúdos com potencial para informar e auxiliar a construção de políticas públicas ocupacionais e ambientais, já que o mercúrio também tem efeito nocivo para o meio ambiente.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O mercúrio pode ser encontrado no meio ambiente sob várias formas, sendo que a forma metálica representa o maior problema de saúde ocupacional, devido a formação de vapores inodoros e incolores que possuem grande facilidade de penetração pelas vias respiratórias (Saquy, 1996). Esses vapores, que não possuem cheiro ou cor, formam-se em maior quantidade conforme aumenta a temperatura (Mondelli, 2014). O mercúrio é o único elemento metálico da tabela periódica que é líquido à temperatura ambiente.

À temperatura e pressão ambientes, o mercúrio facilmente volatiliza e pode permanecer na atmosfera por até um ano (WHO, 2005), já segundo (Mondelli, 2014) pode permanecer por meses ou anos. A (ATSDR, 2020), classificou-o como o terceiro elemento químico de maior prioridade³, que são monitoradas pela agência devido ao risco à saúde humana.

A volatilização do mercúrio metálico é potencializada por temperaturas elevadas e pouca aeração do recinto ou ambiente onde se encontra (Rodrigues Filho et al., 2015). A 50°C, por exemplo, sua volatilização é cerca de oito vezes maior que a 20°C. A principal via de entrada do mercúrio metálico no organismo é pela inalação. Levantamento feito por (Khamverdi; Ronaci, 2011), aponta que os cirurgiões-dentistas são mais propensos a serem contaminados pela inalação de vapores de mercúrio na atividade clínica.

Uma vez volatilizado, o mercúrio permanece no meio ambiente, no ar, na água, no sedimento, no solo e na biota, onde assume diversas formas químicas. A maioria das emissões para o ar ocorre na forma de mercúrio metálico, que é muito estável (Mondelli, 2014).

Em geral, a exposição humana ao mercúrio é causada pela ingestão de peixes contaminados ou na forma de exposição ocupacional (Shirkhanloo et al., 2017). A toxicidade humana do mercúrio pode variar de acordo com a forma química na qual se encontra, a dose e ao tempo de exposição.

Segundo a World Health Organization (1991), a concentração média de mercúrio no sangue total (na ausência de consumo de peixes com alta concentração

³ Lista de substâncias com base numa combinação da sua frequência, toxicidade e potencial de exposição humana.

de metilmercúrio) é provavelmente na faixa de 5-10µg/L, 1-2µg/g no cabelo e 4µg/L na urina.

O mercúrio metálico é tóxico para o sistema nervoso central e periférico. A inalação de vapor de mercúrio pode produzir efeitos nocivos nos sistemas nervoso, digestivo e imunológico, pulmões e rins, podendo ser fatal. Os sais inorgânicos de mercúrio são corrosivos para a pele, olhos e trato gastrointestinal e podem causar problemas renais se ingeridos (WHO, 2017).

Distúrbios neurológicos e comportamentais podem ser observados após inalação, ingestão ou exposição dérmica a diferentes compostos de mercúrio. Os sintomas incluem tremores, insônia, perda de memória, efeitos neuromusculares, dores de cabeça e disfunção cognitiva e motora. Sinais leves e subclínicos de toxicidade do sistema nervoso central podem ser observados em trabalhadores expostos a um nível de mercúrio metálico no ar de 20µg/m³ ou superior por vários anos. Efeitos renais foram relatados, variando de aumento de proteína na urina a insuficiência renal (WHO, 2017).

Bernhoft (2012) mostra que o mercúrio metálico atravessa as barreiras hematoencefálicas, sendo o cérebro o alvo principal de deposição. O mercúrio metálico pode ser oxidado ao entrar na corrente sanguínea, no entanto essa reação não é rápida o suficiente para prevenir que se aloje no SNC na forma metálica.

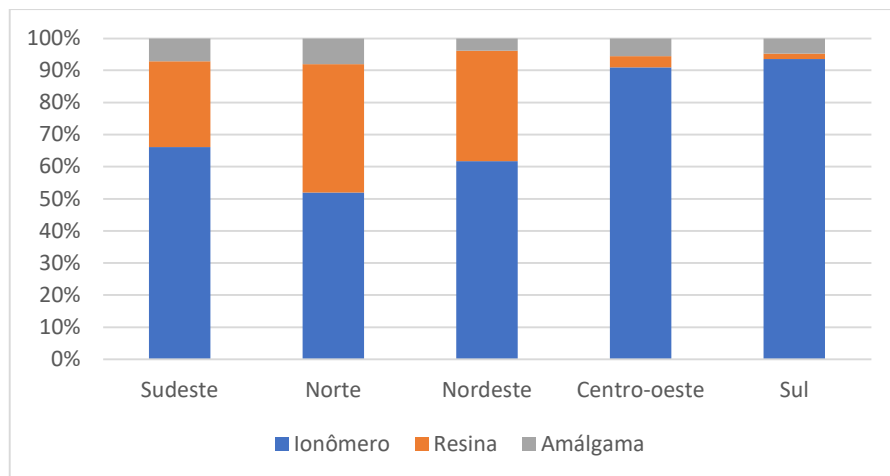
Levantamento feito por Shirkhanloo et al. (2017), indica que o vapor de mercúrio inalado é transportado para o cérebro, ou dissolvido no soro ou nas membranas dos glóbulos vermelhos. Além do cérebro, o mercúrio metálico também pode se depositar na tireoide, mama, fígado, rins, pele, pâncreas, pulmões, células T, e pode estar associado à disfunção desses órgãos e células. Em exposições a baixas concentrações, sintomas inespecíficos como fraqueza, fadiga, anorexia, perda de peso e distúrbios gastrointestinais foram descritos.

O amálgama dentário é um material restaurador utilizado na odontologia há muito tempo, cujos registros de primeiro uso datam da dinastia Tang, na China, em 659 d.C., segundo Rodrigues Filho et al. (2005) e Anusavice et al. (2020), e ganhou importante destaque após os estudos de Black em 1895, e em seguida, Souder e Peters na década de 1920, que estabeleceram as normas que viriam a ser adotadas pela American Dental Association (Mandarino et al., 2003).

O uso do amálgama no Brasil pelo Sistema Único de Saúde (SUS) atualmente é menor do que a resina composta e o ionômero, conforme mostram os gráficos a seguir, que abrangem o período de agosto de 2020 a maio de 2023 (Datusus, 2023).

Referente ao gráfico 2.1, para dente decíduo posterior, no Sudeste foram contabilizadas 415.545 (66,1%) restaurações com ionômero, 168.113 com resina (26,7%) e 45.356 com amálgama (7,2%). No Norte foram 14.321 (52%) com ionômero, 11.014 (40%) com resina e 2.223 (8%) com amálgama. No Nordeste foram 65.416 (61,7%) com ionômero, 36.489 (34,4%) com resina e 4.113 (3,9%) com amálgama. No Centro-oeste foram 70.234 (91%) com ionômero, 2.695 (3,5%) com resina e 4.272 (5,5%) com amálgama. Já no Sul, foram 243.309 (93,5%) com ionômero, 4.359 (1,7%) com resina e 12.510 (4,8%) com amálgama. No total para o Brasil, foram 73,53% restaurações com ionômero, 20,24% com resina e 6,23% com amálgama para dentes decíduos posteriores.

Gráfico 2.1 - Restaurações em dente decíduo posterior com ionômero, com resina e com amálgama por região do Brasil

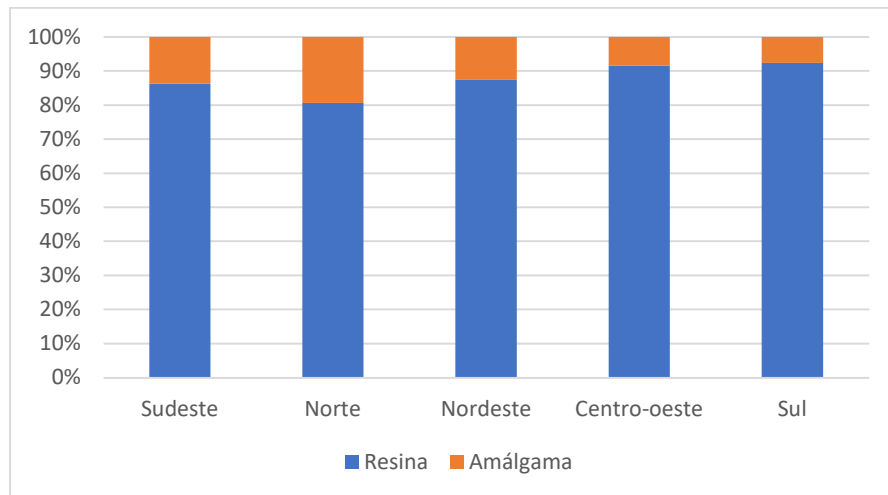


Fonte: Datusus (2023).

O gráfico 2.2, para dente permanente posterior, apresenta que no Sudeste foram contabilizadas 1.998.474 (86,3%) de restaurações com resina e 317.748 (13,7%) com amálgama. No Norte foram 57.216 (80,7%) com resina e 13.707 (19,3%) com amálgama. No Nordeste foram 316.351 (87,4%) com resina e 45.457 (12,6%) com amálgama. No Centro-oeste foram 337.692 (91,6%) com resina e 31.073 (8,4%) com amálgama. No Sul foram 1.079.871 (92,4%) com resina e 89.302 (7,6%) com

amálgama. No total Brasil, foram 88,40% de restaurações com resina e 11,60% com amálgama para dentes permanentes posteriores.

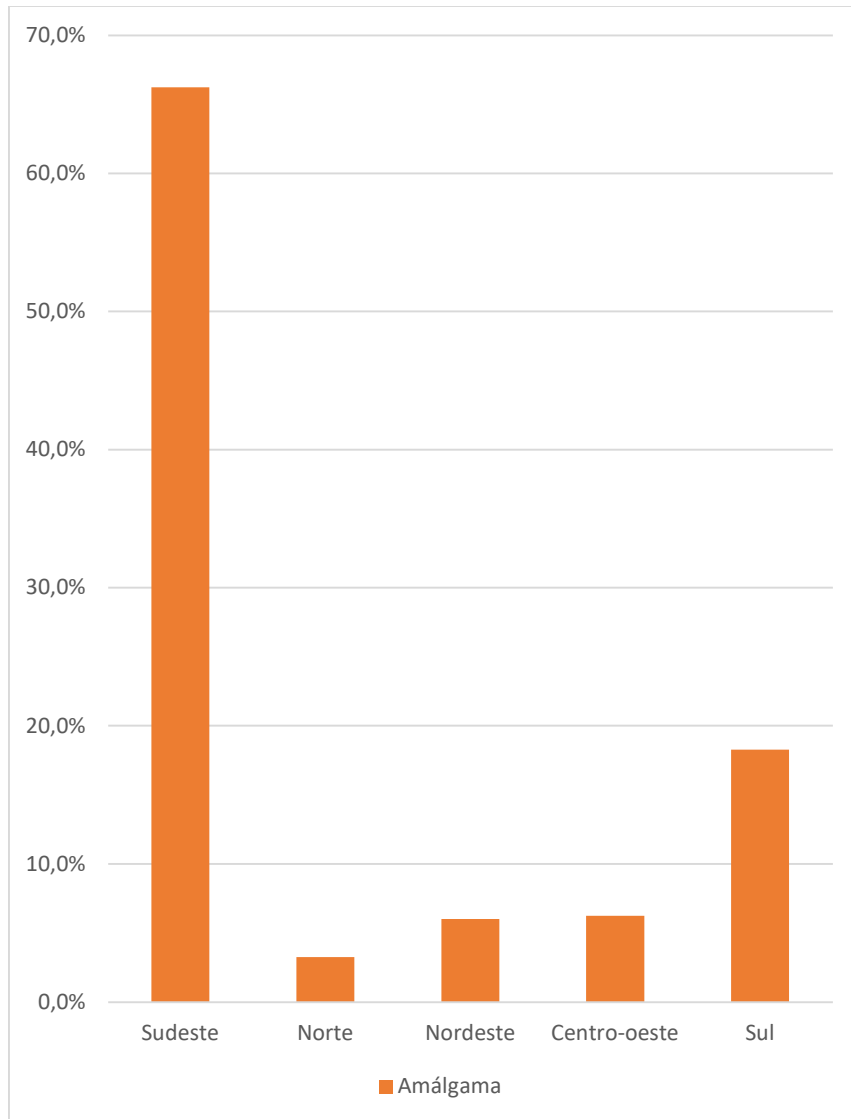
Gráfico 2.2 - Restaurações em dente permanente posterior com resina e com amálgama por região do Brasil



Fonte: Datasus (2023).

Do total de restaurações com amálgama para dente decíduo posterior, conforme gráfico 2.3, as realizadas no Sudeste correspondem a 66,2%, no Norte 3,2%, no Nordeste 6%, no Centro-oeste 6,2% e no Sul 18,3%.

Gráfico 2.3 - Distribuição das restaurações em dente decíduo posterior com amálgama por região do Brasil

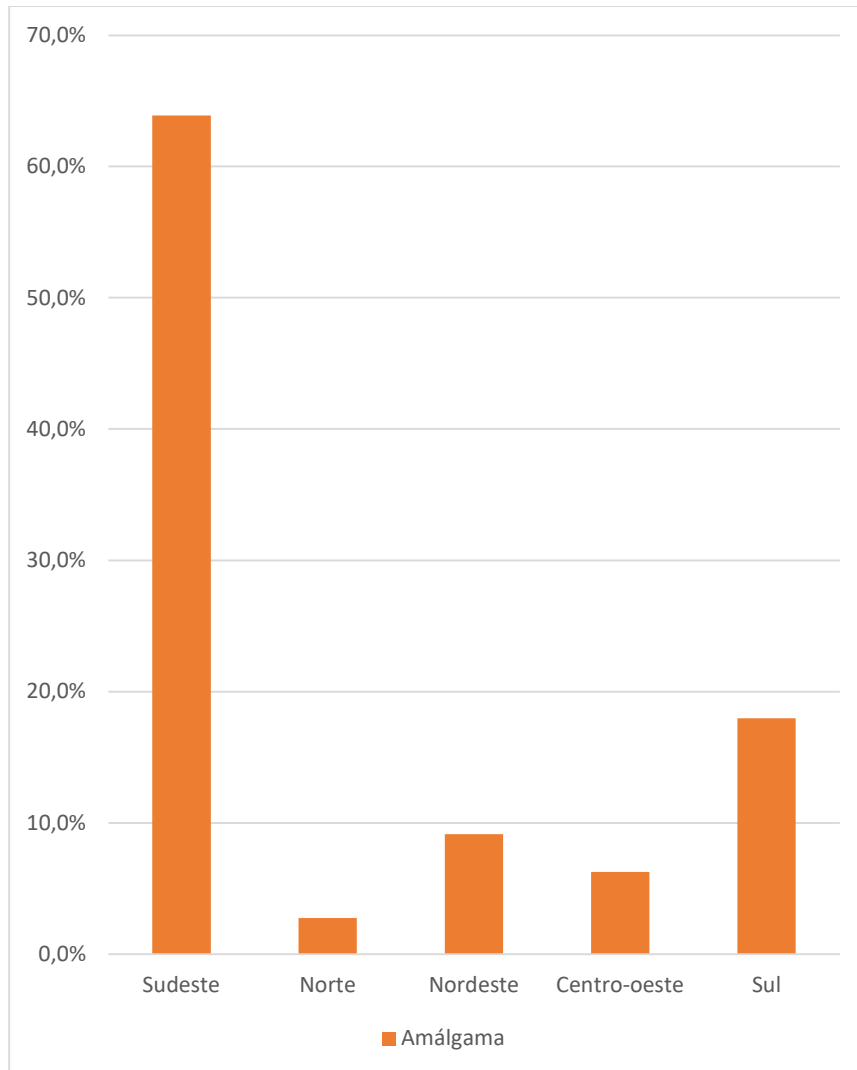


Fonte: Datasus (2023).

Do total de restaurações com amálgama para dente permanente posterior, conforme gráfico 2.4, as realizadas no Sudeste correspondem a 63,9%, no Norte 2,8%, no Nordeste 9,1%, no Centro-oeste 6,2% e no Sul 18%.

O uso do amálgama na odontologia vem decaindo por preferências estéticas trazidas pelas formas mais modernas de resinas, não obstante se reconheça na prática profissional a existência de vantagens mecânicas e procedimentais do uso do amálgama particularmente em dentes posteriores.

Gráfico 2.4 - Distribuição das restaurações em dente permanente posterior com amálgama por região do Brasil



Fonte: Datasus (2023).

O amálgama forma-se por uma mistura de metais, sendo constituído por mercúrio líquido (metálico) e uma liga composta de prata, estanho e cobre. As propriedades químicas do mercúrio metálico permitem que ele reaja com as partículas de prata/cobre/estanho para formar o que se chama amálgama (FDA, 2021), uma massa inserida por condensação na cavidade dentária, que rapidamente vai se solidificando (cristalizando), permitindo sua escultura manual antes de alcançar sua “presa inicial”, que corresponde ao intervalo desde o início da manipulação até o material apresentar um grau de dureza e estabilidade primária. O acabamento das restaurações de amálgama deve ser feito depois de decorridas ao menos de 24 a 48 horas, dando-se preferência aguardar o período de uma semana quando finalizadas

as fases que ocorrem durante a presa total do amálgama. De acordo com Anusavice et al. (2020), alguns cuidados devem ser observados na escultura e acabamento, como a não aplicação de pressão excessiva durante o procedimento de branidura, para evitar-se a geração de calor e afloração de mercúrio metálico ainda livre à superfície da restauração. Outro cuidado é sobre o uso de pós abrasivos em procedimentos de polimento a seco e discos, que podem elevar a temperatura e ocasionar a vaporização do mercúrio.

Para aplicar o amálgama dentário, o profissional primeiro prepara a cavidade dentária conferindo a ela um formato adequado para receber este tipo de restauração (FDA, 2021). Em seguida, sob condições de segurança adequadas (amalgamadores), procede-se a mistura dos componentes encapsulados (liga metálica em pó e mercúrio líquido) para formar uma massa de amálgama.

As ligas para amálgama são caracterizadas pela presença na sua composição do composto⁴ Ag_3Sn (fase gama, simbolizada por γ), juntamente com outros metais adicionados. Durante a mistura da liga com o mercúrio no processo de trituração, o composto Ag_3Sn absorve o mercúrio e com ele reage, o que produz duas fases de cristalização chamadas de gama 1⁵ (Ag_2Hg_3) e gama 2⁶ (Sn_8Hg), simbolizadas respectivamente por γ_1 e γ_2 (Mandarino et al., 2003; Anusavice et al., 2020).

Há formação das fases gama 1 e gama 2 enquanto há mercúrio metálico disponível no sistema, sendo que a fase gama 1 é a que se cristaliza primeiro. Tanto a velocidade de crescimento das fases gama quanto a quantidade relativa de cada uma que é formada depende diretamente da quantidade de mercúrio na reação (Mandarino et al., 2003; Anusavice et al., 2020).

As quantidades relativas das diferentes fases, no amálgama cristalizado, podem ser relacionadas com a sua resistência, sendo que quando há a presença da fase gama Ag_3Sn não reagida observa-se uma maior resistência do material final. Esse ponto é especialmente importante no início do processo de amalgamação, quando praticamente apenas a presença da fase gama confere resistência ao material. A fase que contribui para a menor resistência é a gama 2, Sn_8Hg , tanto mecanicamente quanto frente a possíveis processos corrosivos, sendo interessante que esta fase seja mantida em baixa concentração ou até mesmo que sua formação

⁴ Prata e estanho.

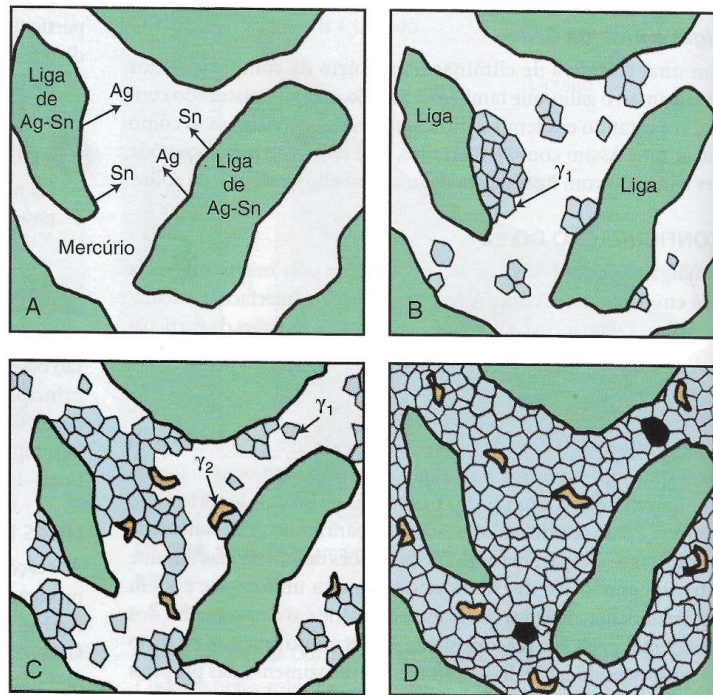
⁵ Reação entre a prata e o mercúrio.

⁶ Reação entre o estanho e o mercúrio.

seja evitada para que o amálgama possua melhor resistência, no entanto em amálgamas convencionais contendo 50% de mercúrio, cerca de 11% da fase cristalizada é composta por gama 2. A fase gama (4.900kg/cm^2) é aproximadamente 3 vezes mais resistente que a gama 1 (1.750kg/cm^2) e 7 vezes mais resistente que a gama 2 (700kg/cm^2) (Mandarino et al., 2003).

A figura 2.1 ilustra, em 4 etapas (A, B, C e D), a sequência de reações dos componentes da liga de amálgama com o mercúrio até que se forme o amálgama cristalizado. Na etapa A, a prata e o estanho iniciam a reação de superfície na qual partículas de prata e estanho começam a migrar da superfície da liga em função do contato com o mercúrio. Na etapa B, a reação continua e começam a aparecer partículas da fase gama 1. Já na etapa C, partículas das fases gama 1 e gama 2 são observadas, e a reação dos componentes com o mercúrio continua. Na fase D, observa-se o amálgama cristalizado após o “consumo” do mercúrio disponível. Nas etapas A, B e C o mercúrio metálico está presente na sua forma líquida.

Figura 2.1 - Esquema da sequência de desenvolvimento da microestrutura do amálgama quando ligas de baixo teor de cobre em forma de limalha são misturadas com o mercúrio



Fonte: Anusavice et al. (2020, p. 344).

Legenda: Em **A**, a dissolução da prata e estanho no mercúrio. Em **B**, precipitação de cristais de γ_1 no mercúrio. Em **C**, consumo do mercúrio restante pelo crescimento de cristais de γ_1 e γ_2 . Em **D**, amálgama cristalizado.

Sobre a liberação de mercúrio de amálgamas dentários, estudos consultados por Acciari et al. (1997) sugerem a possibilidade de formação de uma camada de passivação por um filme de óxidos na superfície do amálgama, interferindo com o processo de dissolução dos componentes metálicos, diminuindo substancialmente os níveis de liberação de mercúrio.

Visando contribuir na prevenção e controle dos riscos em serviços odontológicos, a Anvisa (2016), publicou material que identifica o mercúrio como um agente de exposição dos profissionais e recomendando, já à época, apenas o uso de amalgamador de cápsulas⁷. A mesma Anvisa (2017), determinou que a preparação do amálgama nos ambientes clínicos seja apenas da forma encapsulada, proibindo preparos de outra forma. Outras orientações constam do material publicado pela Anvisa (2016), tais como, acondicionar os resíduos de amálgama em recipiente inquebrável, de paredes rígidas, contendo água suficiente para cobri-los, e encaminhá-los para coleta especial de resíduos contaminados; armazenar os

⁷ Publicação anterior a proibição do amálgama na forma não encapsulada.

produtos químicos de maneira correta e segura, conforme recomendação dos fabricantes. O descarte de mercúrio e seus compostos, deve ser feito de acordo com a Resolução Conama nº 257/99, ou a que vier substituí-la (Anvisa, 2016). Segundo levantamento feito por Jafari et al. (2020), o tipo de amalgamador, a ventilação e o cumprimento das normas sanitárias como lavagem e limpeza do equipamento e manipulação de gotículas derramadas são fatores importantes na exposição.

Em relatório da WHO que apresenta a visão de um grupo de especialistas internacionais (WHO, 1991), é citado que cirurgiões-dentistas e assistentes dentários podem ser momentaneamente expostos a altos picos de concentração local de vapor de mercúrio durante atividades de inserção, polimento e remoção de restaurações de amálgama, especialmente se medidas de prevenção adequadas não forem tomadas. Ainda segundo a WHO (1991), há relato em estudo de concentrações de vapor de mercúrio que se aproximam de $1000\mu\text{g}/\text{m}^3$ na zona de respiração de cirurgiões-dentistas que não cuidam adequadamente da refrigeração das pontas de alta rotação ou micromotores (spray de água da própria caneta) ou técnicas de aspiração adequadas durante os procedimentos operatórios de remoção de restaurações. As concentrações correspondentes quando medidas apropriadas foram usadas foram aproximadamente dez vezes menores ($110\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Segundo a WHO (2005), o modo mais comum de exposição ocupacional ao mercúrio é através da inalação de vapores de mercúrio líquido. Sem uma correta higienização, derramamentos de pequenas quantidades de mercúrio podem contaminar o ar em ambientes fechados a acima dos limites recomendados e levar a sérias consequências à saúde. Superfícies lisas e não porosas podem ser limpas com maior segurança e facilidade com técnicas adequadas. No entanto, gotas de mercúrio podem se depositar em rachaduras ou grudar em materiais porosos como carpete, tecido ou madeira, tornando o mercúrio extremamente difícil de remover. O mercúrio derramado também pode ser encontrado em calçados. Como o vapor de mercúrio é inodoro e incolor, ele pode ser respirado sem ser percebido. Para o mercúrio metálico líquido, a inalação é a via de exposição que apresenta maior risco à saúde.

Segundo Enwonwu (1987), o uso de mercúrio na odontologia não só constitui uma importante fonte de carga do metal no corpo do cirurgião-dentista e equipe, mas também implica uma armadilha, por vezes negligenciada nos valores-limite recomendados, que são horários de trabalho estendidos.

Em um estudo sobre a relação entre os limites de exposição ocupacional (índices científicos) e o nível de mercúrio na urina de cirurgiões-dentistas iranianos com mais de 4 anos de atividade profissional Khamverd e Ronaci (2011) relatam que houve correlação significativamente positiva entre nível de mercúrio na urina e número de restaurações diárias de amálgama realizadas pelos profissionais estudados, relatado como o fator mais importante no aumento do nível de mercúrio urinário desses cirurgiões-dentistas iranianos investigados.

Em estudo iraniano para identificar exposição ocupacional e não-ocupacional em profissionais de consultórios odontológicos Shirkhanloo et al. (2017), identificaram que a concentração média de mercúrio na urina em profissionais iranianos expostos foi significativamente maior do que no grupo controle de não expostos. A razão mercúrio no sangue/urina e ar foi estatisticamente significativa com a exposição ocupacional. Ainda segundo os autores, em pessoas não expostas ocupacionalmente ao mercúrio, os níveis de mercúrio na urina e no sangue raramente excedem $5\mu\text{g/g}$ de creatinina e 1 a $2\mu\text{g/dL}$, respectivamente. Em pessoas com exposição ocupacional ao mercúrio, os níveis de mercúrio na urina raramente excedem $35\mu\text{g/g}$ de creatinina. Indivíduos expostos com níveis de mercúrio na urina acima de $50\mu\text{g/g}$ de creatinina devem ser colocados em um trabalho não exposto até que o motivo de sua exposição seja identificado e corrigido e seus níveis de mercúrio na urina tenham sido reduzidos abaixo dos limites. O mercúrio na urina é usado para testar a exposição ao vapor metálico de mercúrio e a formas inorgânicas de mercúrio.

Para Shirkhanloo et al. (2017), também está bem documentado que cirurgiões-dentistas e profissionais de odontologia que trabalham com amálgama estão cronicamente expostos a vapores de mercúrio, que podem se acumular em seus corpos em níveis muito mais altos do que para a maioria dos indivíduos não expostos ocupacionalmente.

Em revisão de meta-análise sobre nível de mercúrio em amostras biológicas de cirurgiões-dentistas iranianos, Jafari et al. (2020) analisaram 13 estudos selecionados e concluíram que os níveis médios de mercúrio na urina, sangue, cabelo e unha foi superior aos valores de referência⁸ considerados pela Organização Mundial da Saúde. Segundo os autores, os cirurgiões-dentistas são um dos grupos mais vulneráveis e de

⁸ Valores de referência considerados pelo estudo: $5\mu\text{g/l}$, $4\mu\text{g/l}$, $2\mu\text{g/g}$ e $2\mu\text{g/g}$ para sangue, urina, cabelo e unha, respectivamente.

risco devido à exposição frequente e prolongada aos vapores de mercúrio presentes no amálgama dentário.

Jafari et al. (2020) apontam que em 4 estudos realizados em províncias do Irã (East Azerbaijan, Khorasan Razavi, Hamedan e Tehran), os níveis médios de mercúrio urinário foram superiores ao valor recomendado como limite normal pela Organização Mundial da Saúde. Os autores fazem a observação de que altas concentrações de mercúrio no sangue podem também ser devido à exposição não profissional (por exemplo, consumo de peixe). De acordo com os autores, o nível médio de mercúrio no sangue foi relatado como superior em todos os estudos relevantes. Os autores comparam seus achados com resultados de outros estudos no mundo, cujos valores variam em diferentes países, conforme descrito a seguir: Egito (7.74µg/L); Paquistão (29.83µg/L); Turquia (9.03-45.02µg/L); Turquia (35.7µg/L); Singapura (9.8µg/L); e EUA (8.2µg/L). Porém, outros estudos indicados pelos autores mostram valores abaixo das referências: EUA (3.75µg/L); Turquia (3.76µg/L); Dinamarca (4µg/L); e EUA (3.67µg/L).

Para o nível médio de mercúrio na urina de cirurgiões-dentistas iranianos, Jafari et al. (2020), também relatam como superior em todos os estudos relevantes. Os autores também comparam seus achados com resultados de outros estudos no mundo, cujos valores variam em diferentes países, conforme descrito a seguir: Turquia (6.29µg/L); Egito (10.02µg/L); Holanda (12.40µg/L); Tunísia (21.1µg/g); e Tunísia (20.4µg/g). Porém, outros estudos indicados pelos autores mostram valores abaixo das referências: EUA (3.22µg/L, homens), (1.98µg/L, mulheres); EUA (1.32µg/L); México (3.16µg/L); EUA (1.28µg/L); EUA (1.06 µg/L); Reino Unido (1.73µmol/mol); e Escócia (2.58nmol/mmol).

Em trabalho que visava discutir a exposição ocupacional ao mercúrio metálico de cirurgiões-dentistas e assistentes de consultório dentário em uma Unidade Básica de Saúde em São Paulo, enfocando a avaliação biológica, os efeitos na saúde e a avaliação ambiental, Glina et al. (1997) reportaram interessantes achados. Ao realizarem a avaliação ambiental em módulo odontológico desativado há 5 meses, encontraram concentrações de vapor de mercúrio que variaram entre 0,001 e 0,051mg/m³, mesmo após a realização de limpeza mecânica de todas as superfícies antes das medições. Das medições de amostras urinárias realizadas em 1994, 62,5% dos trabalhadores investigados apresentaram valores entre 10 e 49µg/l (04 cirurgiões-dentistas e 01 assistente de consultório dentário), acima do índice de referência da

Organização Mundial da Saúde. Esses mesmos trabalhadores apresentaram valores inferiores em dosagem feita em 1992, ano de início da exposição, utilizando o mesmo método de análise. Três cirurgiões-dentistas apresentaram quadros compatíveis com intoxicações crônicas por mercúrio de leves a moderadas, o mesmo ocorrendo com as duas assistentes de consultório dentário. Dois cirurgiões-dentistas e uma assistente de consultório dentário apresentaram quadro inconclusivo para intoxicação por mercúrio.

Em estudo que avaliou o impacto da exposição ao mercúrio sobre a saúde de trabalhadores de uma clínica pública no Rio de Janeiro, De Jesus e Moreira (2016), concluíram que apesar das boas condições de trabalho, o manuseio do amálgama resultou em contaminação ambiental e biológica por mercúrio, sendo o mercúrio prejudicial à saúde mesmo quando os níveis na urina e no ar do local de trabalho estão dentro dos limites de referência. Para as autoras, a medição da concentração de vapor de mercúrio no ar depende da ventilação, temperatura, procedimento de coleta e local de coleta, o que dificulta a determinação da concentração de vapor de mercúrio ao qual o profissional pode estar exposto durante sua rotina de trabalho.

Como já supracitado que a exposição ao mercúrio pode se dar por diferentes vias, como alimentação, uma questão importante apontada por Jafari et al. (2020), é a dificuldade em distinguir a exposição ocupacional e não ocupacional ao mercúrio em amostras biológicas humanas, o que torna ainda mais necessária uma cuidadosa análise e interpretação dos resultados das amostras coletadas em estudos dessa natureza ou na análise de exposição em ambientes de trabalho.

Segundo levantamento feito por Zwicker et al. (2014), dada a meia-vida estimada de 17 anos do mercúrio no cérebro, há também a preocupação de que os níveis de mercúrio na urina não reflitam a concentração de mercúrio no Sistema Nervoso Central nem alguns dos sintomas relacionados com a exposição crônica.

Para Zwicker et al. (2014), os níveis de segurança permanecem indefinidos para exposição a longo prazo e baixas doses de mercúrio. Segundo Khamverdi e Ronaci (2011), é difícil garantir a segurança e há sempre o risco de toxicidade do mercúrio para os cirurgiões-dentistas. Estudos sugerem que o mercúrio pode não ter um limiar abaixo do qual alguns efeitos adversos não ocorram (WHO, 2005).

Aaseth et al. (2018) consideram importante enfatizar que os níveis de mercúrio na urina e no sangue podem diminuir rapidamente quando a exposição cessa, mesmo quando quantidades altas ainda permanecem no organismo. Para os autores, o

mercúrio tem um metabolismo complexo em diferentes órgãos. Dessa forma, afirmam que um meio indicador adequado que reflita as concentrações reais de mercúrio nos órgãos críticos, como por exemplo o cérebro, não está disponível. Consideram ainda que nenhum nível de efeito zero pode ser estabelecido onde, em casos individuais, os sintomas relacionados ao mercúrio não ocorram.

Para Khamverdi e Ronaci (2011), criar condições adequadas para remover os resíduos de amálgama e observar os princípios de saúde relacionados à exposição ao mercúrio pode ajudar a reduzir essa exposição.

Como visto na literatura consultada, o amálgama dentário contém mercúrio metálico, que líquido, é altamente volátil a temperaturas ambientes, cujo vapor pode causar danos à saúde. A inalação repetida de pequenas doses, mesmo em doses abaixo dos limites legais estabelecidos, é um quadro com ocorrência documentada na odontologia, com registros de danos à saúde ocupacional das populações pesquisadas.

3 PROPOSIÇÃO

3.1 Objetivo geral

O principal objetivo deste trabalho foi analisar o estado da arte quanto a exposição ocupacional de profissionais da saúde bucal ao vapor do mercúrio metálico utilizado nos procedimentos que envolvem as restaurações em amálgama dentário (instalação e/ou remoção).

3.1 Objetivos específicos

- Caracterizar os potenciais momentos de exposição ao vapor do mercúrio metálico na saúde bucal;
- Abordar as formas de prevenção à exposição ocupacional ao vapor do mercúrio metálico na saúde bucal;
- Propor produto educacional (material educativo) que auxilie na orientação e educação continuada, visando a conscientização dos profissionais sobre os possíveis momentos de exposição ocupacional que podem ocorrer em seu ambiente de trabalho, para a adoção de medidas de prevenção à exposição ao vapor de mercúrio metálico na saúde bucal com vistas a promover condições de trabalho mais seguras.

O alcance desses objetivos pode contribuir na promoção da saúde nos ambientes de trabalho da saúde bucal que envolvem o uso de amálgama dentário, em relação aos riscos da inalação do vapor do mercúrio metálico contido no amálgama.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A abordagem escolhida foi a de pesquisa aplicada, exploratória, na modalidade de levantamento bibliográfico (Silveira; Córdova, 2009).

O levantamento bibliográfico consistiu em busca de artigos e de literatura sobre a exposição ocupacional ao vapor do mercúrio metálico utilizado no amálgama em odontologia, buscando identificar as formas de exposição ocupacional, possíveis impactos à saúde e formas de prevenção ao risco ocupacional. Foram consultadas também as legislações referentes à Segurança e Saúde no Trabalho no Brasil e no mundo que se relacionam como o tema, bem como normas, leis, convenções internacionais ratificadas e não ratificadas pelo Brasil, pareceres oficiais, portarias, artigos e capítulos de livros, que tratem ou sejam afetos ao tema, analisando sua aplicação, pertinência e as eventuais lacunas que possam apresentar.

A busca de artigos foi realizada nas bases de dados *Web of Science*, *Scopus* e *Lilacs*, em 06/04/2023. A busca seguiu a estratégia PCC (*Population/Concept/Context*), com operador booleano *and*, sendo:

P – Cirurgiões-dentistas (e equipe).

C – Exposição ao vapor de mercúrio metálico do amálgama.

C – Exposição ocupacional.

Os descritores utilizados e o período de busca estão indicados abaixo.

Web of Science (todos os campos).

P – Dentistry; C – Mercury; C – Occupational.

P – Dentists; C – Mercury; C – Occupational.

Período: 01/01/2000 – 31/03/2023.

Scopus (*article title, abstract, keywords*).

P – Dentistry; C – Mercury; C – Occupational.

P – Dentists; C – Mercury; C – Occupational.

Período: >1999 to present.

Lilacs (título, resumo, assunto).

P – Dentistry; C – Mercury; C – Occupational.

P – Dentists; C – Mercury; C – Occupational.

P – Odontologia; C – Mercúrio; C – Ocupacional.

P – Dentista; C – Mercúrio; C – Ocupacional.

Período: 2000 até 2023.

Para as bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, foram feitas duas buscas para cada uma, com duas combinações diferentes de descritores, ambas em inglês. Já para a base de dados *Lilacs*, foram realizadas quatro buscas, com quatro combinações diferentes de descritores, sendo duas em inglês e duas em português.

A pergunta de pesquisa que norteou a busca foi: “Quais as evidências disponíveis referentes à exposição ocupacional ao vapor do mercúrio metálico do amálgama dentário por cirurgiões-dentistas/profissionais da saúde bucal?”

Os critérios de inclusão elencados: exposição ocupacional ao vapor mercúrio metálico do amálgama; estudos primários; revisões; ensaios; estudos ocupacionais; estudos sobre efeitos da exposição ocupacional ao vapor mercúrio metálico do amálgama; estudos sobre medições ambientais ou marcadores biológicos; estudos clínicos; idiomas: inglês e português; período: de 01/01/2000 até 31/03/2023.

Os critérios de exclusão elencados: exposição de pacientes ao mercúrio do amálgama; exposições não-ocupacionais; exposição ao mercúrio na forma orgânica; exposição por alimentação; exposição por outras atividades ocupacionais.

As buscas nas três bases de dados resultaram em 422 artigos, conforme especificado abaixo.

Web of Science (todos os campos)

P – Dentistry; C – Mercury; C – Occupational | 83 artigos.

P – Dentists; C – Mercury; C – Occupational | 75 artigos.

Scopus (article title, abstract, keywords)

P – Dentistry; C – Mercury; C – Occupational | 69 artigos.

P – Dentists; C – Mercury; C – Occupational | 134 artigos.

Lilacs (título, resumo, assunto)

P – Dentistry; C – Mercury; C – Occupational | 14 artigos.

P – Dentists; C – Mercury; C – Occupational | 11 artigos.

P – Odontologia; C – Mercúrio; C – Ocupacional | 24 artigos.

P – Dentista; C – Mercúrio; C – Ocupacional | 12 artigos.

Todos os resultados das buscas foram lançados no software *Rayyan*⁹, programa específico para revisões sistemáticas. Mesmo esse trabalho não sendo uma revisão sistemática, o uso do software contribuiu para a organização e seleção dos artigos.

⁹ <https://www.rayyan.ai/>

Com o auxílio do *Rayyan* foi realizada a exclusão automática de duplicados, conforme abaixo:

Autoduplicado

2 correspondências exatas | 97 artigos.

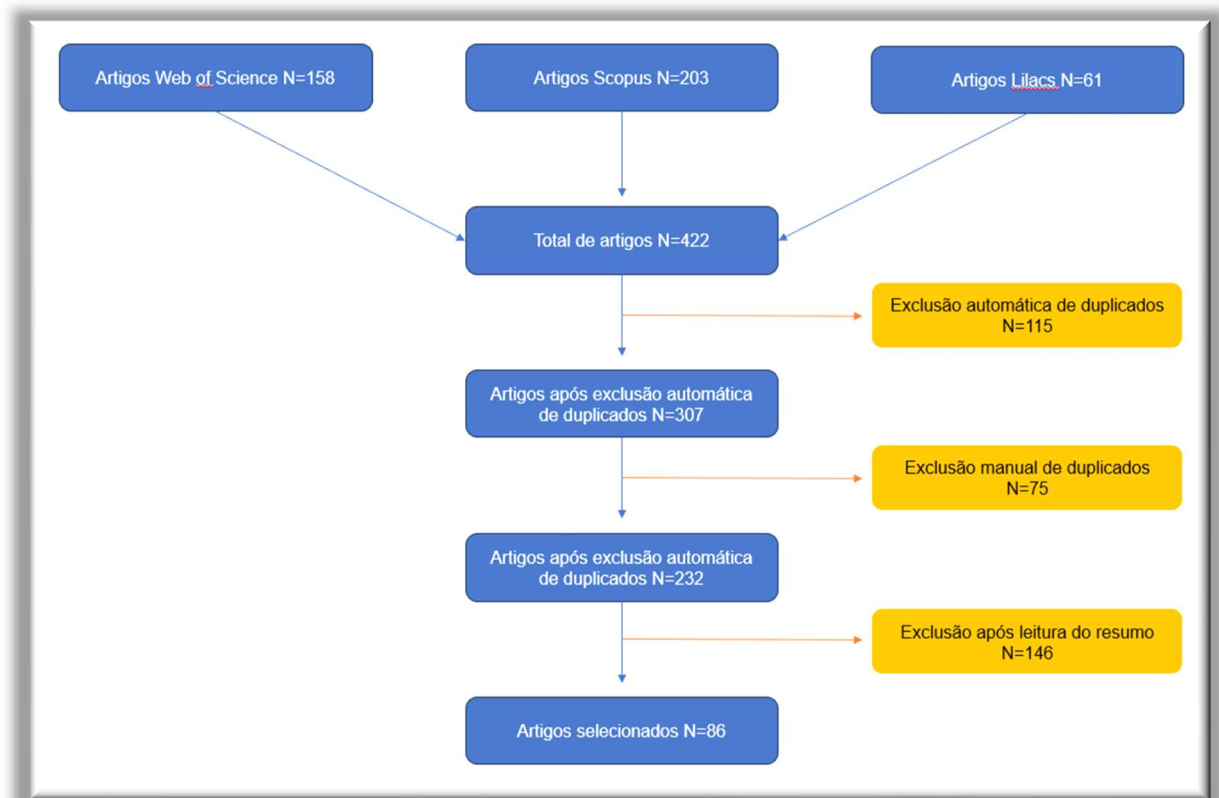
3 correspondências exatas | 06 artigos.

4 correspondências exatas | 02 artigos.

Após uso do detector de duplicados no *Rayyan* em 11/04/2020, 115 artigos foram excluídos (97 excluídos, 12 excluídos e 6 excluídos para 2 correspondências exatas, 3 correspondências exatas e 4 correspondências exatas, respectivamente), restando 307 artigos. Destes 307, foram encontrados 154 possíveis duplicados, que foram revistos um a um. Após a revisão manual e exclusão de duplicados, restou o total de 232 artigos.

O resumo dos 232 artigos foi lido, dos quais 146 foram excluídos e 86 selecionados para leitura completa. Todo o processo acima está esquematizado na figura 4.1.

Figura 4.1 - Processo de seleção dos artigos com auxílio do software Rayyan



Fonte: o autor.

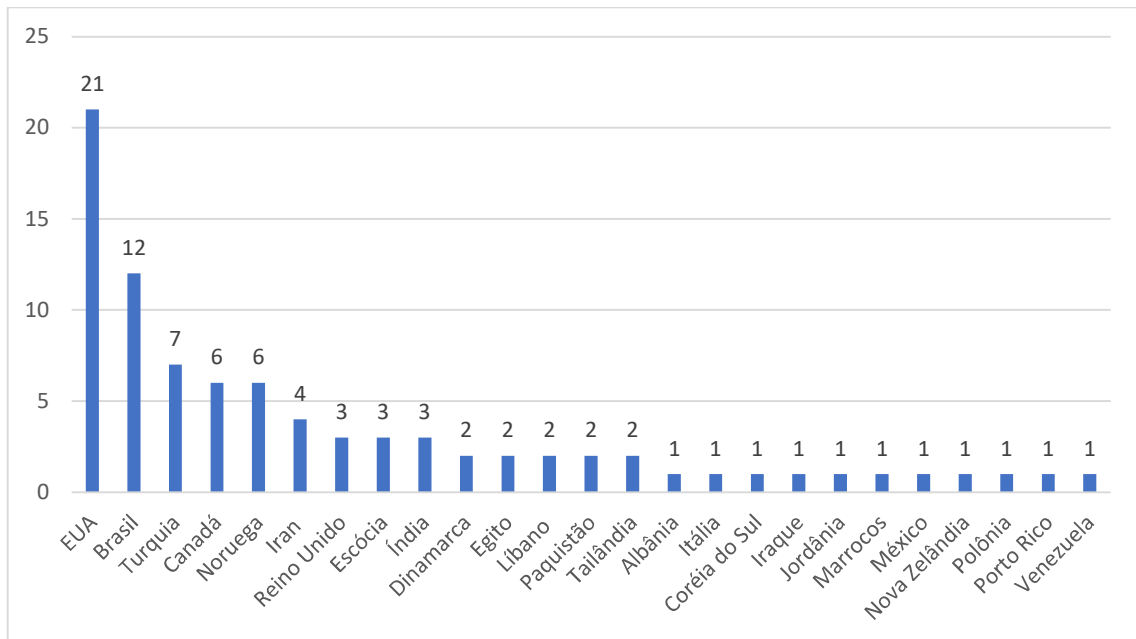
Quanto à literatura cinzenta, foram consultados sites de instituições oficiais e materiais com relevância frente às questões envolvidas no tema deste trabalho. Para esta consulta, não se colocou limite de data, uma vez que importantes leis, convenções, normas e outros referenciais legais e normativos em segurança e saúde ocupacional têm data de assinatura e/ou vigência de décadas atrás e ainda são relevantes e fundamentais em diversos aspectos em discussões sobre condições de trabalho.

A proposta do produto educacional consistiu na elaboração de material educativo sobre a exposição ao vapor do mercúrio na odontologia, com vistas a contribuir na disseminação de informações referentes aos riscos envolvidos na exposição ao vapor do mercúrio metálico e possíveis medidas de diminuição/prevenção de exposição. Para isso, todos os materiais consultados que em seu conteúdo apresentaram medidas de prevenção e/ou informativas sobre boas práticas no uso do amálgama dentário foram sinalizados e posteriormente analisados para contribuir no conteúdo do material educativo proposto. Os conteúdos relevantes foram adaptados e estão apresentados como material educativo, indicado como apêndice A - produto educacional.

5 RESULTADOS

No total, 86 artigos (apêndice B) foram selecionados conforme os critérios de inclusão e exclusão. A distribuição do número de artigos por país/região é apresentada no gráfico 5.1¹⁰.

Gráfico 5.1 - Distribuição do número de artigos por país/região conforme local do primeiro autor apresentado como contato



Fonte: o autor.

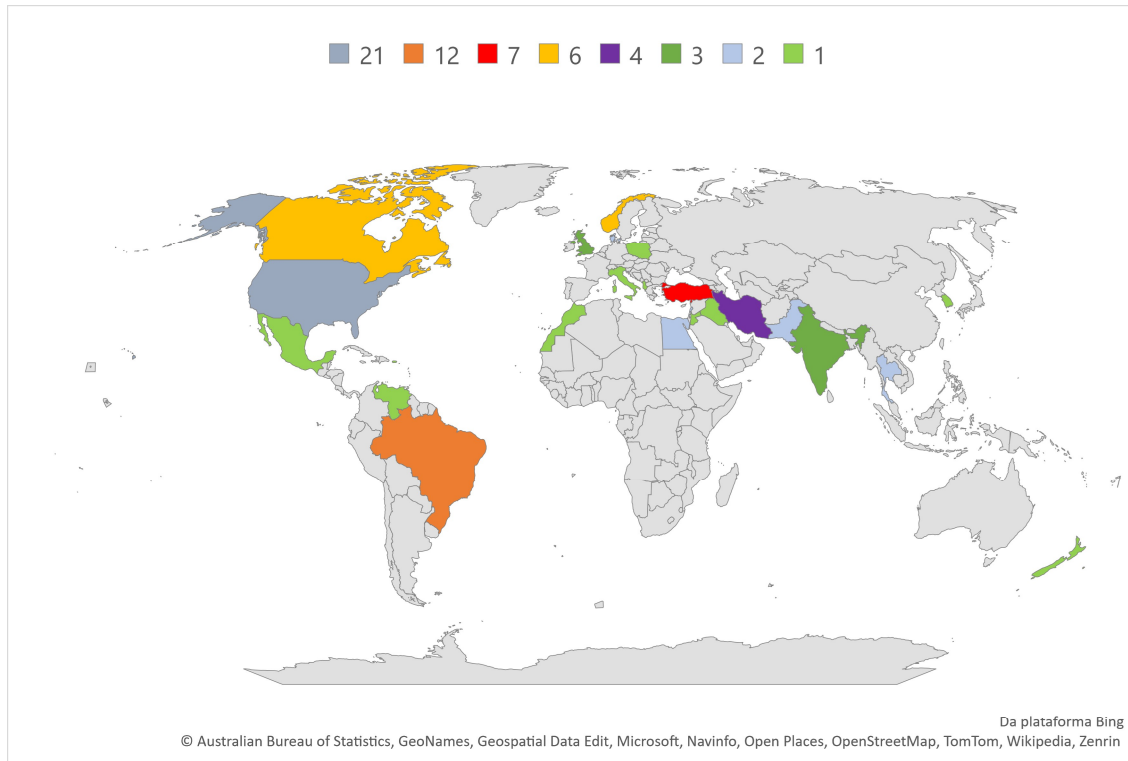
Os artigos se distribuem por 25 países, alcançando os 5 continentes, evidenciando a relevância mundial do tema. Quase metade dos trabalhos estão concentrados nas Américas, distribuídos pelos países: Estados Unidos (21), Brasil (12), Canadá (6), México (1), Porto Rico (1) e Venezuela (1). A Turquia é o país fora das Américas com maior número de trabalhos (7), seguido por Noruega (6), Iran (4), Reino Unido (3), Escócia¹¹ (3), Índia (3), Dinamarca (2), Egito (2), Líbano (2), Paquistão (2) e Tailândia (2). Itália, Albânia, Coreia do Sul, Iraque, Jordânia, Marrocos, Nova Zelândia e Polônia têm um trabalho cada país.

¹⁰ Um artigo com primeiro autor da Itália que tratava sobre a Noruega foi contabilizado para a Noruega, o mesmo ocorreu com Arábia Saudita para Paquistão, Canadá para Albânia e Austrália para Tailândia.

¹¹ Escócia faz parte do Reino Unido. Porém, foi utilizada a apresentação encontrada nos trabalhos.

A figura 5.1¹² permite a visualização da distribuição dos trabalhos pelo mapa mundial.

Figura 5.1 - Distribuição dos artigos por país conforme local do primeiro autor apresentado como contato

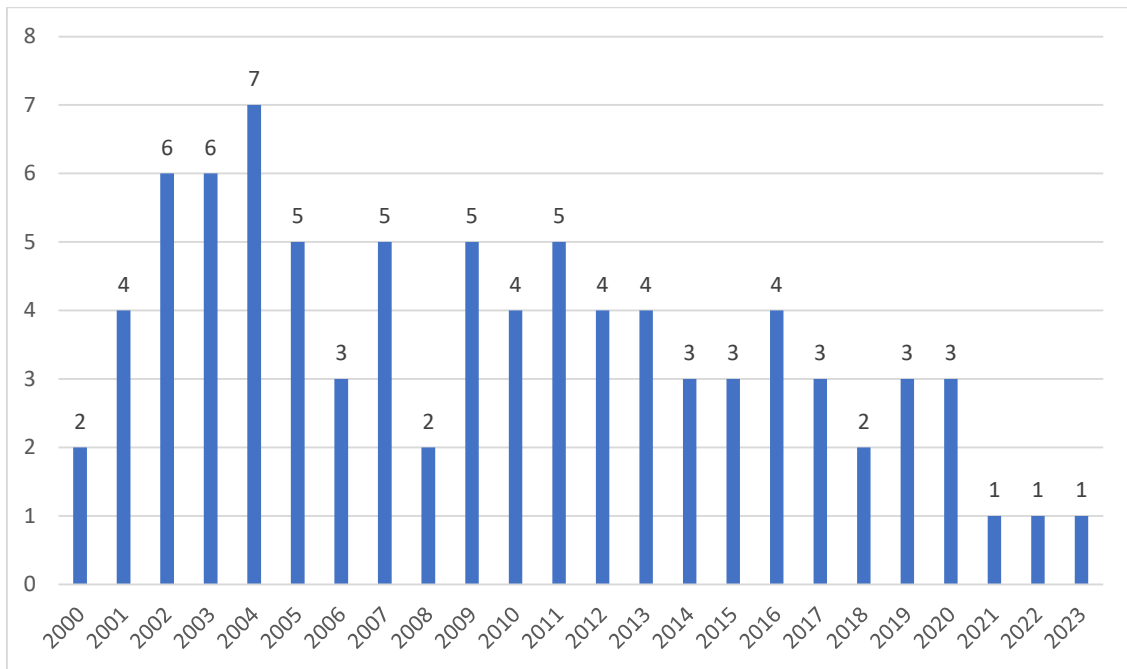


Fonte: o autor.

O gráfico 5.2 mostra a distribuição dos artigos por ano, sendo 2004 o ano com maior número de trabalhos (7) e 2021 e 2022 os anos completos com menor número de publicações, uma para cada ano. De 2019 a 2023, apenas 9 artigos foram encontrados.

¹² Um artigo com primeiro autor da Itália que tratava sobre a Noruega foi contabilizado para a Noruega, o mesmo ocorreu com Arábia Saudita para Paquistão, Canadá para Albânia e Austrália para Tailândia.

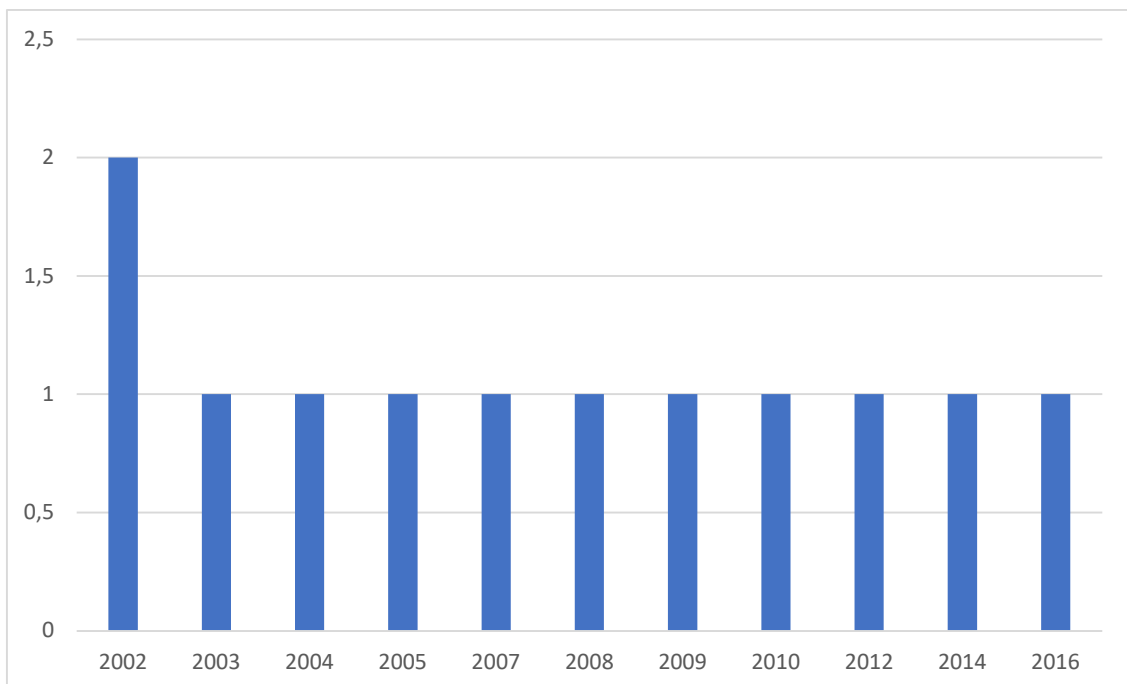
Gráfico 5.2 - Distribuição do número de artigos por ano



Fonte: o autor.

Já no Brasil, conforme mostra o gráfico 5.3, 12 artigos foram publicados. Em 2002 foram 2 artigos, enquanto os anos de 2003, 2004, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2014 e 2016 têm um trabalho cada ano.

Gráfico 5.3 - Distribuição do número de artigos por ano no Brasil



Fonte: o autor.

Os achados dos artigos e pontos relevantes para o presente trabalho são apresentados a seguir.

Em estudo que buscou analisar a exposição anterior (últimos 50 anos) ao mercúrio metálico e os seus possíveis efeitos no pessoal dentário na Noruega, Svendsen et al. (2010) indicam que houve uma exposição generalizada, ainda que em níveis baixos. Uma característica local importante foi o uso do amálgama de cobre, que contém mais mercúrio e precisava de um aquecimento no seu processo de uso. Os autores concluem que parece evidente que a exposição ao mercúrio entre o pessoal odontológico varia substancialmente.

Em revisão de 35 anos de monitoramento de exposição ao mercúrio em dentistas escoceses, Duncan et al. (2011) afirmam que a exposição do pessoal ao mercúrio nos consultórios dentários escoceses é atualmente muito baixa, sendo provavelmente resultado de uma maior conscientização sobre a toxicidade do mercúrio e de métodos aprimorados de preparação de amálgama. Em suas análises de mercúrio nos cabelos, pelos pubianos e amostras de unhas, verificaram que as concentrações de mercúrio nas unhas dos pés aumentaram significativamente nos funcionários que usavam calçados abertos.

Em revisão da literatura sobre contaminação mercurial, Kametani et al. (2009) apontam que a inalação de vapores durante o preparo do amálgama ou na sua substituição pode produzir efeitos tóxicos locais ou sistêmicos ao organismo. Uma vez que atinge o sistema nervoso central, a meia-vida do mercúrio ultrapassa um ano, e não existem provas de que ele seja totalmente eliminado do organismo.

Kametani et al. (2009) identificaram em estudo conduzido no Brasil, que sobras de amálgama acabam sendo eliminadas em locais que aumentam os riscos de exposição, como lixo comum, cuspeira e pia. Diversos momentos de exposição são apontados pelos autores, sendo: manipulação do amálgama, gotas do metal derramadas acidentalmente, remoção do excesso de mercúrio da massa de amálgama, amalgamadores com vazamento, condensadores ultrassônicos, falhas no sistema de sucção quando da remoção de restaurações antigas ou ainda dos vapores emanados das sobras de amálgama armazenadas inadequadamente nos consultórios e a substituição de restaurações de amálgama por outras confeccionadas com biomaterial estético. Os autores apontam que vários trabalhos investigaram cientificamente os riscos à exposição ao mercúrio na odontologia, mas que ainda não há um consenso sobre a correlação entre os níveis mínimos de segurança e os efeitos

tóxicos aos cirurgiões-dentistas. Afirmam ainda que é notória a toxicidade do mercúrio, mas ainda não está bem determinado o limite biologicamente aceitável dos níveis do metal presente na urina.

Em revisão norueguesa que avaliou a evidência de possível relevância entre a exposição ao mercúrio na odontologia e distúrbios idiopáticos nas funções motoras, habilidades cognitivas e reações afetivas, bem como relações dose-resposta, Bjørklund et al. (2019) indicam a ocorrência significativa de sintomas neurológicos e sensoriais em trabalhadores de odontologia expostos ocupacionalmente a baixos níveis crônicos de mercúrio metálico. Para os autores, nenhum nível de efeito zero pode ser estabelecido onde os sintomas relacionados ao mercúrio não possam ocorrer. A maior parte da carga corporal de mercúrio inorgânico é eliminada, com meia-vida de 60 dias. Porém, uma menor concentração de mercúrio permanece no cérebro é eliminada muito lentamente, com uma meia-vida de vários anos ou mesmo décadas. Consideram como momentos de exposição a preparação de amálgama, inserção e remoção de amálgamas por perfuração. Enfatizam que os níveis de mercúrio na urina e no sangue podem ser baixos ou normalizados relativamente pouco tempo após o término da exposição, mesmo que as quantidades de mercúrio presentes em órgãos críticos, como o sistema nervoso central, possam ainda ser elevadas. Ainda segundo os autores, a suscetibilidade individual à carga de mercúrio também pode diferir.

Em revisão do Reino Unido sobre exposição ao mercúrio do amálgama no período de 2002 a 2015, os achados de Nagpal et al. (2017) indicaram que a maioria dos estudos consultados relataram níveis mais elevados de biomarcadores em profissionais de odontologia do que no grupo de controle. Fatores como horários de trabalho mais longos, características do local de trabalho e padrões mais baixos de segurança e higiene em alguns países foram considerados as principais causas de níveis de mercúrio mais elevados em biomarcadores, assim como número de restaurações por dia, remoções de amálgama por semana e uso de processo de esterilização a seco para instrumentos contaminados com amálgama.

Em revisão de meta-análise para analisar presença de mercúrio na urina, sangue, unhas e cabelos de dentistas iranianos, Jafari et al. (2020) mostraram que o nível médio de mercúrio urinário foi estimado em 9,94µg/L. No geral, o nível médio de mercúrio urinário estava dentro da faixa de 3,11 a 57,2µg/L. O levantamento dos autores aponta que o tipo de amalgamador, a ventilação e o cumprimento das normas

sanitárias como lavagem e limpeza do equipamento e manipulação de gotículas derramadas são fatores importantes na exposição ao vapor do mercúrio.

Em trabalho brasileiro de revisão sobre o gerenciamento dado a resíduos do mercúrio na odontologia, Grigoletto et al. (2008) apontam o potencial tóxico do mercúrio, tanto para o ambiente quanto para a saúde humana. Consideram que é necessária uma decisão político-administrativa que minimize os riscos relacionados ao uso de amálgama na odontologia, voltadas para a segurança ocupacional, dos indivíduos e do ambiente, baseada em diretrizes e orientações técnicas sobre seu uso, descarte e disposição final. Os autores identificaram na literatura momentos de exposição ao mercúrio, sendo: a manipulação do amálgama, gotas do metal derramadas acidentalmente, remoção do excesso do mercúrio do amálgama, amalgamadores com vazamento, falhas do sistema de sucção, remoção de restaurações antigas, presença de restos de amálgama armazenados inadequadamente nos consultórios, a presença de fontes de calor, como estufas e autoclaves, no mesmo ambiente onde o amálgama é manipulado.

Lima et al. (2004) apontam como fontes de vapores de mercúrio o amálgama triturado, o momento de inserção e remoção das restaurações do amálgama, gotas liberadas de cápsulas com vazamento ou de dispensadores de mercúrio, superfície de trabalho e assoalhos contaminados resultantes de derramamentos e o calor da esterilização de instrumentos contaminados com amálgama.

Para De Jesus et al. (2010) os profissionais de saúde, de forma geral, não possuem em suas grades curriculares disciplinas que destaquem a avaliação dos metais e os possíveis impactos gerados por sua utilização. Ressaltam que dentre as formas em que o mercúrio se apresenta, a metálica ou elementar é a mais danosa para a saúde dos trabalhadores, em razão de sua capacidade de volatilização em temperaturas a partir de 12°C, liberando o vapor metálico inodoro e incolor do amálgama dentário, havendo durante todo o processo de manipulação desse composto liberação de vapor de mercúrio.

A principal via de exposição dos profissionais na saúde bucal é pela inalação dos vapores de mercúrio dispersos no ar, decorrentes de ventilação e higiene inadequadas do ambiente de trabalho, falhas na refrigeração durante a remoção de restaurações de amálgama, além do derramamento acidental de gotas de mercúrio (De Jesus et al., 2010). Ainda segundo as autoras, considerando que o mercúrio é 14 vezes mais denso que a água, uma pequena gota de mercúrio contém quantidade

suficiente desse elemento para saturar o ar de um consultório padrão. Outros fatores apontados como contribuições para volatilização mais rápida do mercúrio é presença de fontes geradoras de calor, como estufas e autoclaves, no mesmo ambiente onde o amálgama é manipulado ou utilizado. Também apontam o armazenamento inadequado das sobras de amálgama como importante fonte de contaminação ocupacional. Além disso, argumentam que a literatura aponta que os limites de exposição não levam em consideração fatores individuais que podem influenciar na resposta à exposição.

Para Venkatesh et al. (2019) o cirurgião-dentista deve atualizar seus conhecimentos existentes participando de educação odontológica continuada, workshops regulares e seminários sobre riscos ocupacionais. Além disso, aponta como importante que o projeto da clínica odontológica deve ser feito com iluminação e ventilação suficientes e medidas de controle de engenharia.

Em trabalho sobre recomendações no uso de mercúrio, a American Dental Association (2003) aponta como fontes potenciais de vapores de mercúrio: derramamentos acidentais de mercúrio; amalgamadores com defeito, cápsulas de amálgama com vazamento ou dispensadores de mercúrio com defeito; trituração, colocação e condensação de amálgama; polimento ou remoção de amálgama; vaporização de mercúrio de instrumentos contaminados; e armazenamento aberto de restos de amálgama ou cápsulas usadas.

Hu (2000) faz importantes observações sobre o mercúrio. O autor afirma que metais são quimicamente estáveis e tendem a persistir nos tecidos humanos, bem como no ambiente, sendo que alguns órgãos, como ossos, fígado, rins e cérebro, acumulam metais com meia-vida de anos a décadas. Aponta ainda que tanto o chumbo quanto o mercúrio, são xenobióticos e teoricamente capazes de exercer efeitos tóxicos em qualquer nível de exposição.

Em editorial sobre novas evidências sobre a potencial toxicidade do mercúrio, Echeverria (2002) compara a concentração de mercúrio de dentistas com a da população em geral, assumindo que são equivalentes. Porém os próprios estudos que são relatados no editorial mostram que a carga dos dentistas pode chegar a ser bem superior à da população em geral. Echeverria (2002) cita que estudos anteriores encontraram associações entre humor e carga de mercúrio. Relata que déficits na estabilidade das mãos, toque de dedo e destreza manual foram relatados em concentrações urinárias menores que $4\mu\text{g/l}$, comparável a exposições entre a

população em geral na ausência de tempo de reação retardado. Sobre a função cognitiva, afirma que não existe consenso referente a um limiar inferior de efeitos adversos. Vale aqui reforçar o que já foi dito acima e possíveis limitações quanto a comparações entre cirurgiões-dentistas e a população em geral. Acrescentaríamos que se mesmo em exposições inferiores a $4\mu\text{g/l}$ já possível observar alterações de humor e destreza manual, o que considerar no caso de profissionais níveis bem superiores de exposição?

Em carta ao editor publicada sobre exposição ao mercúrio entre cirurgiões-dentistas e profissionais da odontologia noruegueses, Guzzi et al. (2010) pontuam que existem evidências substanciais de estudos realizados em seres humanos que apoiam a opinião de que o mercúrio urinário pode não refletir a exposição a longo prazo aos vapores de mercúrio gerados pelo manuseamento de amálgama na odontologia. Afirmam como importante a conscientização sobre a higiene adequada do mercúrio para melhorar a segurança dos profissionais de odontologia.

Para Richardson (2003), há incerteza quanto a urina como indicador biológico de exposição ao vapor de mercúrio, justificada pelo autor pela falta de dados sobre a farmacocinética do mercúrio contido em partículas inaladas. Para ele, é atualmente impossível saber se a excreção urinária é a via de excreção dominante. Em seu artigo, aponta como fontes de exposição ao mercúrio: vazamento de cápsulas de amálgama durante o armazenamento; vazamento de mercúrio das cápsulas durante a trituração; vazamento de mercúrio devido ao descarte inadequado de cápsulas de amálgama usadas; emissões por amalgamadores contaminados; emissões devido à esterilização térmica de instrumentos odontológicos contaminados; emissões provenientes da contaminação por partículas de amálgama dentro e ao longo do consultório; emissões de mercúrio de extratores/aspiradores de saliva instalados em consultórios que coletam partículas de amálgama durante um procedimento de remoção de limas e liberam ar contaminado; inalação de mercúrio na zona de respiração do dentista durante a remoção de obturações de amálgama antigas e colocação de novas obturações de amálgama.

Em revisão sobre mercurialismo ocupacional que ocorre durante e após a exposição ao mercúrio metálico, que abrangeu o período de 1966 a 2001, Faria (2003) argumenta que a exposição ao mercúrio em ambientes de trabalho deveria ser mínima ou inexistente, devido a não existência de elementos para estabelecer limites seguros sanitários à exposição ao mercúrio. A autora aponta que não se conhece a vida média

biológica do mercúrio no cérebro, e a sua acumulação nas células nervosas parece ocorrer por toda a vida.

Em artigo de revisão sobre perigos ocupacionais em odontologia, Bennadi et al. (2014) apontam que a maior exposição ao mercúrio para dentistas resulta do manuseio do amálgama para restauração. Argumentam ainda que o armazenamento e descarte de amálgama e cápsulas de amálgama também representem importantes fontes de exposição.

Em artigo de revisão, Ngim e Ngim (2013) apontam que princípios higiênicos seguros são necessários sempre que a escolha pessoal do dentista é utilizar amálgama dental como material restaurador. O mercúrio afeta o cérebro e pode afetar o feto em desenvolvimento, para os autores os efeitos que isso pode causar não foram totalmente elucidados. Observam ainda em seu trabalho que o quanto de mercúrio é aceitável no ar enquanto se utiliza o amálgama é uma questão a ser levantada.

Babi et al. (2000) apontam o trabalho em salas mal ventiladas nas clínicas odontológicas como fator influente na concentração de mercúrio no cabelo de pessoal odontológico na Albânia.

Park et al. (2005) analisaram associações entre 87 profissões e doenças neurodegenerativas com base em dados de 2.614.346 mortes durante 1992 a 1998 em 22 estados americanos, e indicam entre as ocupações com as maiores taxas de probabilidade de mortalidade por demência pré-senil, os cirurgiões-dentistas. Entre 18 grupos ocupacionais que anteriormente apresentavam mortalidade excessiva por demência pré-senil, seis tiveram elevações significativas, entre eles os cirurgiões-dentistas. Os autores citam que a literatura consultada aponta que níveis aumentados de mercúrio foram relatados em pacientes com doença de Alzheimer.

Já Horsted-Bindslev (2004) afirma que se pode descartar efeito neurocomportamental sutil em decorrência do trabalho prolongado em odontologia. Aponta que desde que seja implementada uma boa higiene do mercúrio, não há efeito reprodutivo negativo comprovado da exposição ao mercúrio na odontologia.

De Jesus e Moreira (2016) avaliaram o impacto da exposição ao mercúrio sobre a saúde de trabalhadores de uma unidade odontológica pública no Rio de Janeiro (14 dentistas, 5 assistentes e 10 controles), comparando dentistas e auxiliares odontológicos expostos ao mercúrio pela manipulação, com um grupo de referência que, em consultórios particulares, não utilizava o metal em sua rotina profissional, e concluíram que o manuseio do amálgama resultou em contaminação ambiental e

biológica por mercúrio. Para minimizar a exposição, uma das ações recomendadas é a adoção de medidas de higiene. Para as autoras, a medição da concentração de vapor de mercúrio no ar depende da ventilação, temperatura, procedimento de coleta e local de coleta, o que dificulta a determinação da concentração de vapor de mercúrio que o profissional pode estar exposto durante sua rotina de trabalho.

Em estudo no Brasil que avaliou a variação diária dos níveis urinários de mercúrio em dois grupos de trabalhadores em um consultório dentário, 13 acadêmicos e 6 auxiliares de saúde bucal, Da Silva et al. (2014) encontraram concentrações de mercúrio na urina variando de 0,8 a 3,8 μ gHg/L, todas mostraram-se abaixo dos níveis considerados limites máximos pela norma brasileira. Sugerem que os profissionais com maior carga horária estavam mais expostos às variações diárias das concentrações ambientais do mercúrio na clínica. Consideram que, mesmo em valores considerados baixos, é possível diminuir ainda mais a exposição por meio de atividades de educação para a saúde.

Em trabalho que avaliou os teores de mercúrio na urina de 20 graduandos de Odontologia no estado do Pará, segundo Oikawa et al. (2007) a análise estatística constatou que não houve indícios de exposição ocupacional. Seus resultados mostram que 80% dos alunos estavam com teores de mercúrio dentro dos limites de normalidade (10 μ g/L) e 4 encontravam-se acima do limite de normalidade, porém, dentro do limite máximo tolerado considerado pelo estudo (50 μ g/L). Concluem que os teores de mercúrio na urina de 80% dos graduandos de Odontologia encontravam-se dentro do limite de normalidade (10 μ g/L) e, 20% dentro do limite biológico máximo tolerado considerado pelo estudo (50 μ g/L).

Roth et al. (2002) avaliaram o efeito do mercúrio do amálgama nos cirurgiões-dentistas expostos por pelo menos cinco anos em Pelotas, 14 cirurgiões-dentistas e 12 controles. Os resultados deste estudo preliminar indicaram que, além de perigoso, o mercúrio pode ser genotóxico, uma vez que o número médio de células com micronúcleos encontrado nos cirurgiões-dentistas (9,8CMN \pm 13,20) é, pelo menos, três vezes o número médio encontrado nos indivíduos não expostos ao mercúrio do amálgama (3,25CMN \pm 3,28). Para os autores, esse aumento significativo de células com micronúcleos nos cirurgiões-dentistas deve resultar de alterações no seu material genético, desde que os micronúcleos são uma consequência dessas alterações.

Em estudo que analisou a exposição em uma empresa de serviço social no Rio de Janeiro, Lacerda et al. (2002) constataram que a média de mercúrio na urina dos

147 assistentes de consultório dentários foi maior do que para os 57 cirurgiões-dentistas (urinas coletadas em 1998 e 1999). Segundo os autores, existe um aumento na concentração de mercúrio na urina de todos os profissionais com o decorrer dos anos de ocupação. Nas amostras de 1998, 12,8% dos profissionais tinham níveis de mercúrio acima de 10µg/l. Em 1999, não houve registro de valores acima de 10µg/l. Para todos os profissionais estudados, era maior o número de pessoas que trabalhavam há mais de 5 anos com mais de 10µg/l de mercúrio na urina em comparação aos demais (Lacerda et al., 2002). Os autores concluem que os profissionais da área odontológica da empresa estão ocupacionalmente expostos aos vapores de mercúrio e a concentração de mercúrio na urina está diretamente relacionada com o tempo de ocupação destes profissionais. Identificam como fontes de exposição possíveis gotas derramadas acidentalmente, remoção de excesso de mercúrio, amalgamadores com vazamentos, falhas no sistema de sucção a vácuo, quando da remoção de restaurações antigas, além do aquecimento durante a esterilização a seco de instrumentais contaminados.

De Oliveira et al. (2012) avaliaram a exposição ocupacional de profissionais de odontologia ao mercúrio metálico em consultórios odontológicos de uma rede pública de atenção primária à saúde na cidade de Maringá, em 149 profissionais de odontologia (grupo exposto) e 51 adultos saudáveis. Os resultados para o mercúrio urinário foi de $2,08 \pm 2,11 \mu\text{g/g}$ de creatinina nos trabalhadores expostos ao mercúrio e $0,36 \pm 0,62 \mu\text{g/g}$ de creatinina no grupo controle. 11% do grupo exposto ($n=16$) apresentou níveis de mercúrio acima do valor de referência ($5,0 \mu\text{g/g}$ de creatinina), enquanto o valor máximo encontrado foi de $13 \mu\text{g/g}$ de creatinina. Segundo os autores, o teor médio de mercúrio encontrado foi 5,8 vezes maior que o nível médio do grupo controle. Em uma das unidades básicas de saúde públicas analisadas, todos os profissionais apresentavam níveis de mercúrio urinário acima de $5,0 \mu\text{g/g}$ de creatinina. Ainda segundo os autores, o local apresentava dimensionamento inadequado dos ambientes, janelas e portas constantemente fechadas, amalgamador colocado junto a uma fonte de calor, o que favorecia emissões de vapor de mercúrio. Neste estudo, apenas 71 (48%) profissionais afirmaram conhecer os efeitos tóxicos do mercúrio, 74% eram dentistas, 55% técnicos e 27% auxiliares.

Canto-Pereira et al. (2005) avaliaram a função visual em 15 cirurgiões-dentistas e 13 controles, com exposição ao mercúrio ocupacional de baixo nível, medindo os limiares de saturação de matiz e as funções de sensibilidade ao contraste para

luminância e modulação cromática. Segundo os autores, o mercúrio urinário encontrado no grupo de dentistas ($1,97 \pm 1,61 \mu\text{g/g}$ de creatinina) foi significativamente maior do que os controles ($0,75 \pm 0,40 \mu\text{g/g}$ de creatinina) e houve efeito significativo na discriminação de cores. No entanto, afirmam que não houve diferenças significativas no teste de saturação. Ainda segundo os autores, as funções de sensibilidade ao contraste também foram significativamente afetadas no grupo de dentistas em comparação com o grupo de controle.

Rojas et al. (2006) estudaram características de 1.159 indivíduos (65 crianças, 1.094 adultos) com idades entre 0,58 e 79 anos que necessitaram de análise de mercúrio na urina no Centro de Investigações Toxicológicas da Universidade de Carabobo, na Venezuela, entre 1998 e 2002. Os autores indicam que 257 indivíduos eram cirurgiões-dentistas, com média de $3,61 \mu\text{g/g}$ e faixa de 0,38-28,50 de mercúrio. Os funcionários odontológicos foram 114 dos indivíduos, com média de $3,48 \mu\text{g/g}$ e faixa de 0,59-32,20. Para os autores, embora o mercúrio urinário na população total de dentistas e assistentes dentários estivesse abaixo dos níveis máximos permitidos, estas ocupações e a exposição ao mercúrio em idade reprodutiva, em conjunto, podem ser um risco potencial para efeitos crônicos na saúde.

Gioda et al. (2007) fizeram um estudo piloto para avaliar concentrações de particulados de mercúrio na Universidade de Porto Rico, e seus resultados indicaram que os alunos estão expostos a concentrações mais elevadas de vapores de mercúrio do que os professores. A concentração média de vapor de mercúrio foi de $2,2 \text{mg/m}^3$ e variou de 1,1 a $3,3 \text{mg/m}^3$. Segundo os autores, a proximidade de uma pessoa à fonte de mercúrio (amálgama) aumentará a exposição e possivelmente a absorção.

Em trabalho que investigou a concentração de mercúrio na urina de 30 dentistas mexicanos e 12 controles, Millán et al. (2002) encontraram faixas de concentração de mercúrio na urina para o grupo de dentistas de 0,19 a $11,56 \mu\text{g Hg/l}$, com valor médio de $3,16 \mu\text{g Hg/l}$ e desvio padrão de $2,74 \mu\text{g Hg/l}$, e para o grupo controle de 0,03 para $0,05 \mu\text{g Hg/l}$ com valor médio de $0,04 \mu\text{g Hg/l}$ e desvio padrão de $0,01 \mu\text{g Hg/l}$.

Em estudo que avaliou alterações nos níveis de neopterinina e na degradação do triptofano (trp) em técnicos de prótese dentária na Turquia, 135 técnicos dentários e 165 controles, Girgin et al. (2022) observaram que baixos níveis de exposição ocupacional ao mercúrio resultaram em diminuição nos níveis de neopterinina, quinurenina (kyn) e kyn/trp. Os níveis mais baixos de neopterinina e kyn/trp em técnicos

de prótese dentária em comparação com um grupo não exposto, indicariam uma possível supressão imunológica com baixo nível de exposição ocupacional ao mercúrio durante a preparação do amálgama. Para os autores, o mecanismo exato do mercúrio na resposta imune não está claramente definido. No que diz respeito à complexidade do próprio sistema imunológico, especialmente em níveis de exposição baixos, considerados “seguros”, não é fácil abordar o mecanismo.

Girgin et al. (2022) identificaram que cirurgiões-dentistas e técnicos de prótese dentária também correm risco de exposição ao mercúrio em diferentes fases do processo, incluindo a preparação, inserção e remoção do amálgama ou o devido ao armazenamento.

Em artigo iraniano que investigou a exposição ocupacional e não ocupacional ao vapor de mercúrio em profissionais de odontologia, 50 expostos e 50 controles, examinando as relações entre o mercúrio no sangue, o mercúrio na urina e sua proporção com o mercúrio no ar, Shirkhanloo et al. (2017) indicam que as concentrações médias de mercúrio na urina e no sangue foram significativamente maiores no grupo exposto do que no grupo controle, respectivamente ($19,41 \pm 5,18$ vs $2,15 \pm 0,07 \mu\text{g/g}$ e $16,40 \pm 4,97$ vs $2,50 \pm 0,02 \mu\text{g/L}$). Segundo os autores, a relação entre sangue e sangue/urina com mercúrio no ar foi estatisticamente significativa com a exposição ocupacional. Os profissionais de odontologia são principalmente expostos através da respiração do ar contaminado com vapores de mercúrio liberados pelas obturações de amálgama ou pela preparação do amálgama no amalgamador.

Mirza et al. (2018) avaliaram as práticas de higiene de mercúrio de cirurgiões-dentistas que administram suas clínicas odontológicas privadas em Karachi, no Paquistão. Para isso, distribuíram 200 formulários de pesquisa entre os participantes de um seminário odontológico e receberam 180 respondidos. Em seus resultados, indicam que 19 entrevistados (10,5%) não trocam de roupa ao sair das instalações clínicas. O uso de sucção de alta potência é realizada por 50% dos entrevistados. Durante o polimento e remoção de restaurações de amálgama, o uso de água é de 60% e 75%, respectivamente. Apenas 16% dos entrevistados treinam seus auxiliares para manusear amálgama, principalmente o derramamento de mercúrio. Apenas 18% dos auxiliares trocam periodicamente os filtros dos aparelhos de ar-condicionado. Para os autores, a exposição ocupacional dos cirurgiões-dentistas aos vapores de mercúrio ocorre em grande quantidade durante o trabalho clínico no consultório, no

momento da manipulação do amálgama para restauração, seu polimento e remoção de restaurações de amálgama.

Ao avaliar a exposição ocupacional de 99 cirurgiões-dentistas libaneses ao mercúrio e arsênio, Harakeh et al. (2003) encontraram uma concentração média de mercúrio de $4,11\mu\text{g/g}$ com desvio padrão de $3,61\mu\text{g/g}$ e amplitude entre $0\mu\text{g/g}$ e $24,16\mu\text{g/g}$. 25,25% dos dentistas apresentaram concentrações médias de mercúrio superiores a $5\mu\text{g/g}$ e 7,07% deles apresentaram concentrações acima de $10\mu\text{g/g}$.

Em trabalho que avaliou o conhecimento e a observância da higiene adequada do mercúrio e da gestão de resíduos de amálgama entre 228 cirurgiões-dentistas da Jordânia, 22,6% relataram não ter treinamento de graduação em medidas de segurança de amálgama (Sawair et al., 2010). Quase um quarto dos profissionais não tinha ventilação adequada em suas clínicas. Aproximadamente 40% dos profissionais consideraram que o amálgama não tinha efeitos adversos na sua própria saúde.

Em pesquisa realizada com 87 cirurgiões-dentistas na região metropolitana de Beirute, no Líbano, Harakeh et al. (2002) identificaram que 25,25% tinham nível de mercúrio no cabelo acima de $5\mu\text{g/g}$, limite de concentração indicada como segura pelos autores.

Yilmaz et al. (2015) investigaram a situação da exposição ao mercúrio entre profissionais de saúde bucal na Turquia. O estudo contou com a participação de 115 pessoas que trabalham no mesmo hospital e foram divididas em três grupos. O Grupo 1 foi composto por 67 cirurgiões-dentistas; o grupo 2 consistiu em 21 profissionais de odontologia que trabalham com amálgama, e o grupo 3 consistiu de 27 indivíduos de controle que trabalham no mesmo hospital, mas não são profissionais de odontologia. Os resultados dos níveis plasmáticos de mercúrio foram $3,76\pm 1,84$, $3,54\pm 1,83$ e $2,69\pm 0,97\mu\text{g/L}$ nos grupos 1, 2 e 3, respectivamente. As concentrações de mercúrio no grupo 1 foram significativamente maiores que no grupo controle. Não houve diferença significativa entre os grupos 1 e 2. Para os autores, os resultados apoiaram a ideia de que os profissionais de saúde bucal estão sob risco de exposição ao mercúrio, e a análise de correlação indicou que o risco está correlacionado com o número de obturações de amálgama realizadas.

Jamil et al. (2016) avaliaram a exposição ocupacional ao mercúrio em odontologia e as emissões ambientais associadas nas águas residuais de Lahore, Paquistão. Foram coletadas um total de noventa e oito amostras de sangue, sendo 37 cirurgiões-dentistas, 31 auxiliares de consultório dentário e 30 controles. Os autores

apontam que o pessoal de odontologia continha concentração média significativamente maior de mercúrio em suas amostras de sangue (cirurgiões-dentistas: 29,835µg/L e assistentes dentais: 22,798µg/L), contra 3,2769µg/L do grupo controle. A comparação da concentração de mercúrio entre cirurgiões-dentistas, auxiliares de consultório dentário e controles, segundo os autores, revelou que a concentração aumentou com a idade e experiência entre os dentistas e auxiliares de consultório dentário.

Em estudo que investigou os efeitos sobre a saúde da exposição ocupacional a baixos níveis de mercúrio por cirurgiões-dentistas, Neghab et al. (2011) mediram as concentrações atmosféricas e urinárias de mercúrio e solicitaram aos participantes o preenchimento de questionário sobre variáveis demográficas, sintomas suspeitos de intoxicação e práticas de trabalho, sendo 106 cirurgiões-dentistas e 94 controles. Em seus resultados, os autores indicam a mediana da concentração atmosférica de mercúrio em 3,35µg/m³ e concentração urinária de mercúrio em 3,16µg/g de creatinina entre os expostos. Afirmam que esses valores foram significativamente superiores aos do grupo de referência. Em sua análise dos dados, Neghab et al. (2011) afirmam ainda que os sintomas neuropsicológicos, musculares, respiratórios, cardiovasculares e dérmicos foram mais prevalentes nos cirurgiões-dentistas. Neghab et al. (2011) observam que a exposição ocupacional ao mercúrio, mesmo em níveis baixos, está associada a um aumento significativo na prevalência de sintomas de intoxicação e afirmam indicar evidências circunstanciais de que o valor atual do limite de exposição do mercúrio não proporciona proteção suficiente contra o aparecimento de sintomas neuropsicológicos.

Al-Zubaidi e Rabee (2017) avaliaram a exposição ocupacional de profissionais de odontologia ao amálgama em quatro clínicas odontológicas na cidade de Bagdá, no Iraque, onde amostras de sangue e urina foram coletadas de 30 profissionais de odontologia (indivíduos expostos) e cinco indivíduos não expostos ocupacionalmente. Os autores encontraram níveis de mercúrio urinário de 4,30±0,51µg/L no grupo exposto contra 0,57±0,26µg/L para o grupo controle. Já a concentração média de mercúrio no soro foi de 1,241±0,13µg/L no grupo exposto, enquanto no grupo controle foi de 0,192±0,12µg/L. As mediações ambientais indicaram que os níveis de vapor de mercúrio variaram de 84,7±18,67 a 609,3±238,90µg/m³ e a maioria das concentrações estava acima dos limites de exposição ocupacional.

Yazdaniana et al. (2020) investigaram a exposição ocupacional ao mercúrio e seus efeitos sobre os biomarcadores de função renal e a superóxido dismutase como um índice de estresse oxidativo em 30 trabalhadores da odontologia, com 27 indivíduos no grupo controle. Os autores afirmam que a concentração urinária e sanguínea de mercúrio foi significativamente maior no grupo exposto e, embora não tenham encontrado correlação significativa entre essas concentrações com biomarcadores da função renal e superóxido dismutase, apontam que a consideração do nível de concentração urinária e sanguínea com esses biomarcadores com amostras grandes é sugestiva.

Tezel et al. (2001) investigaram os níveis de mercúrio no sangue em grupos de estudantes de odontologia (n=92) dos anos I a V, professores clínicos de odontologia restauradora (n=16) e controles (n=14) na Turquia. Níveis de mercúrio no ar foram determinados nas áreas clínicas e de ensino. Os autores encontraram níveis diários de mercúrio no ar durante o período de trabalho no laboratório estudantil, Clínica 1, Clínica 2, Clínica 3, Clínica 4 de 0,027mg/m³, 0,025mg/m³, 0,025mg/m³, 0,048mg/m³ e 0,008mg/m³ respectivamente. Quanto aos níveis de mercúrio encontrados nesses grupos foram de aproximadamente 52,09, 49,71 e 52,13µg/L no plasma e 32,41, 31,72 e 45,02µg/L no sangue, respectivamente.

Krahalil et al. (2005) investigaram os níveis de excreção urinária de mercúrio de 20 cirurgiões-dentistas turcos e nove indivíduos controle, pareados por idade. Os níveis de mercúrio encontrados no grupo exposto foram cerca de três vezes maiores que os dos indivíduos controle (6,2±3,5 e 1,97±0,9µg/L, respectivamente). Segundo os autores, não havia sistema de ventilação especializado em nenhuma das clínicas odontológicas e as entrevistas revelaram que os derramamentos de mercúrio nunca foram devidamente limpos.

Aydin et al. (2003) investigaram os níveis de mercúrio em trinta e três cirurgiões-dentistas, seis enfermeiros de prótese dentária e quatro técnicos de prótese dentária, trabalhando em equipes em cinco clínicas odontológicas (1 privada, 4 públicas) em Erzurum, Turquia. O grupo exposto apresentou maior concentração de mercúrio no sangue e mercúrio urinário do que o grupo controle, composto por 43 indivíduos. Segundo os autores, as concentrações de mercúrio na urina foram positivamente associadas aos escores de ansiedade e psicoticismo e sugerem que exposições crônicas de baixo nível ao mercúrio podem levar à diminuição do desempenho da memória, aumento da ansiedade e psicoticismo.

Em trabalho que investigou a carga corporal de mercúrio em equipe odontológica no Egito, a relação dessa carga com o impacto potencial do mercúrio no nível hormonal da glândula timo (timulina), e verificou ainda o efeito do mercúrio sobre a óxido nítrico sintetase como possível mecanismo de sua imunotoxicidade, (Farahat et al., 2009) indicam níveis significativamente aumentados de mercúrio urinário e mercúrio no sangue na equipe odontológica em comparação com seus controles e que essa elevação da carga corporal de mercúrio foi associada a uma redução significativa no nível sanguíneo do hormônio timulina e nos parâmetros de óxido nítrico. A população do estudo consistiu em um grupo de 39 profissionais odontológicos, divididos entre 21 cirurgiões-dentistas e 18 enfermeiros, e um grupo controle pareado de 42 indivíduos.

Samir e Aref (2011) investigaram no Egito o efeito da exposição ao mercúrio elementar na função renal e na atividade de enzimas antioxidantes como um possível mecanismo que afeta a função renal entre um grupo de 32 funcionários odontológicos (12 cirurgiões-dentistas e 20 enfermeiros) expostos ao mercúrio elementar e um grupo controle correspondente de 37 indivíduos. Segundo os autores, o mercúrio urinário e sanguíneo foi significativamente maior no grupo exposto em comparação ao grupo controle e as atividades da glutathione peroxidase e da superóxido dismutase no sangue diminuíram significativamente, sendo negativamente correlacionadas com a duração do trabalho.

Em estudo realizado para avaliar práticas de trabalho envolvendo mercúrio entre estudantes de Chennai, na Índia, Yuvaraj et al. (2020) elaboraram um questionário autoaplicável para analisar o conhecimento e a conscientização sobre o gerenciamento de derramamento de mercúrio. Em seus resultados, indicaram que cerca de 41% dos entrevistados estavam cientes do gerenciamento de derramamento de mercúrio e 59% dos alunos realizaram restauração de amálgama. Mostraram que 44,95% dos participantes concordaram que o mercúrio evapora à temperatura ambiente e 55,05% dos participantes discordam.

Decharat et al. (2014) avaliaram os níveis de exposição ao mercúrio em 124 profissionais de saúde bucal que trabalham em clínicas odontológicas em uma província Tailandesa, e identificaram que 17,6% (n=32/182) das amostras de ar continham mercúrio acima do limite de exposição ocupacional. Os autores recomendam a realização de educação e treinamento sobre higiene pessoal para minimizar a exposição ocupacional ao vapor de mercúrio.

Em estudo realizado por Leggat et al. (2001), dos 178 cirurgiões-dentistas participantes, quase metade (47,1%) relatou descartar cápsulas usadas no lixo. Para os autores, a maior exposição ao mercúrio vem do manuseio de amálgama para restaurações, embora considerem o armazenamento e descarte de amálgama e cápsulas de amálgama como importantes fontes de exposição.

Em artigo de revisão sobre estudos de biomonitoramento, Manyani et al., (2021) relataram que as concentrações urinárias de mercúrio em indivíduos expostos foram pelo menos duas vezes mais altas do que nos controles na maioria dos resultados. Segundo os autores, 54,55% dos estudos encontraram uma diferença significativa entre profissionais de odontologia e grupos controle.

Em estudo que mediu os níveis de vapor de mercúrio em locais de cirurgias dentárias para estabelecer se existia alguma correlação entre os níveis de vapor de mercúrio e os níveis de mercúrio no corpo de um grupo de 180 cirurgiões-dentistas no oeste da Escócia, Ritchie et al. (2004) descobriram que os cirurgiões-dentistas tinham, em média, níveis de mercúrio urinário superiores a 4 vezes os do grupo controle. Ressaltam que todos, exceto um dentista, tiveram mercúrio urinário abaixo do valor da orientação do Health and Safety Executive (HSE) de $20\mu\text{mol}/\text{mmol}$ de creatinina. Para as medições ambientais, relatam que cento e vinte e dois (67,8%) dos 180 consultórios visitados tiveram medições ambientais de mercúrio em uma ou mais áreas acima do limite de exposição ocupacional estabelecido pelas autoridades competentes. Em 45 consultórios (25%) a medida da dosimetria pessoal (ou seja, na zona de respiração da equipe odontológica) estava acima dos limites. Os autores sugerem que, em função das medições ambientais, em mais de dois terços dos consultórios deveriam ser feitos esforços adicionais para melhorar as práticas de higiene ocupacional e para reduzir os níveis de vapor de mercúrio. Apontam como momentos de exposição ao mercúrio: durante a preparação do amálgama dentário, a inserção e remoção de restaurações de amálgama, armazenamento de mercúrio e resíduos de amálgama, autoclavagem de instrumentos contaminados com mercúrio, independentemente de quaisquer derramamentos que possam ocorrer dentro da cirurgia. Nas medições ambientais, os autores indicam que as áreas que apresentaram maior contaminação por mercúrio foram a base da cadeira odontológica, o rodapé e o misturador nos locais onde foi utilizado amalgamador.

Stonehouse e Newman. (2001) investigaram a liberação de vapor de mercúrio de um aspirador odontológico que liberava seu ar residual através de sua base

diretamente para o ambiente cirúrgico e mediram as concentrações de vapor de mercúrio no ar na zona de respiração do dentista durante a operação contínua do aspirador. Fizeram ainda medições de vapor de mercúrio na saída de exaustão do aspirador. Os autores descrevem que na zona de respiração do dentista, concentrações de vapor de mercúrio dez vezes superiores ao limite de exposição ocupacional de $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ foram registradas após 20 minutos de operação contínua do aspirador. Encontraram também acúmulo de contaminação por amálgama dentro da tubulação corrugada interna do aspirador e amálgama particulado preso dentro do motor de vácuo. Ainda segundo Stonehouse e Newman (2001), quanto mais o motor esquentava em função do tempo de uso, maiores eram as emissões de vapor de mercúrio. Apontam que o filtro bacteriano de exaustão de ar não ofereceu proteção ao vapor de mercúrio. Neste caso, o filtro reteve partículas de amálgama que contribuiu para uma maior contaminação por vapor de mercúrio. Afirmam ter encontrado acúmulo de concreção de amálgama no tubo de plástico corrugado que vai do coletor do tubo de sucção até o topo do recipiente separador.

lavicoli, et al. (2004) avaliaram os níveis de titânio, mercúrio, platina, ródio e paládio na urina e no soro de 20 profissionais de saúde bucal italianos e 17 controles. Os autores encontraram níveis urinários e séricos de mercúrio, platina, ródio e paládio dos indivíduos examinados, em sua maioria, abaixo dos limites de detecção. Assim, apontaram que não foi possível indicar diferenças nas concentrações desses metais entre os dois grupos.

Em estudo de coorte com 122.481 trabalhadores dinamarqueses em sete grupos profissionais, incluindo 5.371 cirurgiões-dentistas e 33.858 auxiliares de consultório dentário, Thygesen et al. (2011) analisaram o risco de doenças neurológicas, doença de Parkinson e doenças renais e concluíram que o estudo não apoia a sugestão de que a exposição ocupacional ao mercúrio do amálgama dentário aumenta as taxas de internação hospitalar para essas doenças.

Trzcinka-Ochocka et al. (2007) investigaram o nível de exposição ocupacional ao mercúrio entre 51 trabalhadores de consultórios odontológicos selecionados na cidade de Łódź, Polônia, com 16 indivíduos controle. Segundo os autores, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na média geométrica das concentrações urinárias de mercúrio entre os dois grupos, sendo $0,44\pm 0,440$ e $0,5\pm 0,270\mu\text{g}/\text{g}$ creatinina, para expostos e controle, respectivamente e seus

resultados indicam que a exposição aos vapores de mercúrio em odontologia na Polônia é muito baixa.

Ritchie et al. (2002) realizaram uma pesquisa transversal com 180 cirurgiões-dentistas e 180 controles, no oeste da Escócia, para descobrir o efeito da exposição crônica ao mercúrio na saúde e no funcionamento cognitivo. Os autores encontraram diversas diferenças na saúde e no funcionamento cognitivo entre os dois grupos. Estas diferenças não puderam ser atribuídas diretamente à sua exposição ao mercúrio. Porém, segundo os autores, como efeitos semelhantes estão associados à exposição ao mercúrio, seria apropriado considerar um sistema de vigilância da saúde do pessoal dentário, com especial ênfase nos sintomas associados à toxicidade do mercúrio. O grupo exposto apresentou, em média, concentrações de mercúrio urinário quatro vezes superiores às do grupo controle, mas todos, exceto um cirurgião-dentista, tinham mercúrio urinário abaixo do valor de orientação de saúde do Health and Safety Executive.

Hilt et al. (2009) examinaram se havia correlação entre a exposição ao mercúrio e os efeitos cognitivos numa população norueguesa de trabalhadores dentários. O grupo de estudo era composto por 608 assistentes dentárias da Noruega, com 425 mulheres no grupo controle. A taxa de participação foi de 56,4% e 42,9% respectivamente. Os autores concluem que algumas das assistentes dentárias que foram expostas ao mercúrio do amálgama dentário durante os primeiros anos podem sofrer efeitos cognitivos a longo prazo.

Sletvold et al. (2012) verificaram se profissionais da odontologia com exposição prévia ao mercúrio metálico desenvolveram distúrbios cognitivos como alteração de velocidade psicomotora, atenção e memória verbal e visual de longo prazo. O estudo contou com a participação de 91 funcionárias odontológicas, sendo 16 cirurgiões-dentistas, 69 auxiliares de dentista e 6 que pertenciam a outros grupos ocupacionais na área de saúde bucal. Segundo os autores, a única relação estatisticamente significativa na direção hipotética foi entre os valores de mercúrio na urina medidos anteriormente e a memória visual de longo prazo. Apontam que o estudo teve baixo poder estatístico e algumas outras limitações metodológicas, sugerindo que os resultados devem ser interpretados com cautela. Apesar disso, concluem que achados neuropsicológicos indicativos de lesões cognitivas subsequentes são difíceis de encontrar em profissionais de odontologia saudáveis, com prévia exposição ocupacional ao mercúrio.

Em estudo do Reino Unido que comparou os níveis de mercúrio em cinco meios biológicos diferentes (pelos da cabeça, pelos pubianos, unhas das mãos, dos pés e urina) em amostras expostas ocupacionalmente (cirurgiões-dentistas) e controles, Morton et al. (2004) verificaram que as concentrações de mercúrio foram significativamente maiores nos profissionais de odontologia, ainda assim em concentrações baixas.

Anglen et al. (2015) realizaram estudo que estimou a extensão da exposição ocupacional ao mercúrio em uma amostra de 13.906 cirurgiões-dentistas que participaram da reunião anual da American Dental Association durante 24 anos (1986-2007 e 2011-2012) e comparou com as exposições ao mercúrio na população em geral dos Estados Unidos da América. Os autores buscaram ainda determinar a prevalência de esclerose múltipla e tremor entre dentistas e examinaram se existia uma associação entre a exposição ocupacional ao mercúrio e resultados neurológicos. Em seus resultados, sugerem uma associação positiva entre a exposição ao mercúrio e tremor. Pontuam ainda que embora não tenha havido evidência de associação com exposição ao mercúrio, a prevalência de esclerose múltipla na amostra estudada foi superior à prevalência relatada na população geral.

Em estudo para determinar fontes de exposição ao metilmercúrio e mercúrio elementar entre profissionais de odontologia e medir os níveis de biomarcadores de mercúrio, Goodrich et al. (2016) verificaram que os níveis de mercúrio no cabelo e na urina foram maiores entre dentistas em comparação com higienistas e auxiliares dentários ou outras ocupações relacionadas à profissão odontológica. Segundo os autores, foram observados níveis maiores de mercúrio na urina, cabelo e sangue entre profissionais de odontologia em comparação com a população geral dos EUA, refletindo exposições ao amálgama (urina) e consumo de peixe (cabelo, sangue). Para Goodrich et al. (2016), o impacto na saúde das exposições duplas ainda não está totalmente caracterizado. Relatam ainda que a suscetibilidade genética e a interação com outras substâncias tóxicas também podem afetar a exposição crônica em doses relativamente baixas.

Warnick et al. (2013) realizaram estudo no qual replicaram as condições de exposição ao mercúrio comumente experimentadas por estudantes de odontologia no Canadá que realizam remoções de amálgama. Em seu artigo, relatam que quando foram utilizadas aspersão e sucção de água, os níveis de vapor de mercúrio variaram entre 4,0-19,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, com média de 8,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Já quando apenas a sucção foi usada,

os níveis variaram entre 14,0-999,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sendo o último valor o limite de detecção do aparelho utilizado. Já sem o uso nem da sucção e nem água, os níveis ficaram entre 34,0-796,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, com média de 214,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Durante os estudos, os autores observaram um acúmulo significativo de partículas de amálgama nas roupas e na pele exposta. Assim como outros trabalhos consultados, este também argumenta que não se pode garantir que a exposição a níveis abaixo de limites estabelecidos seja segura.

Em estudo que examinou a associação entre a concentração urinária de mercúrio e a função nervosa periférica avaliada por estudos de condução nervosa sensorial em um grupo de profissionais de odontologia, foram realizadas 3.594 observações de 2.656 indivíduos, Franzblau et al. (2012) apontam que os níveis de mercúrio na urina na população estudada foram maiores, mas se sobrepõem substancialmente à população em geral. Os autores afirmam não terem encontrado nenhuma relação consistente entre a concentração de mercúrio na urina na função nervosa sensorial medida objetivamente.

Em estudo que investigou a associação entre a exposição ao mercúrio (metilmercúrio e mercúrio elementar) e medidas de pressão arterial em uma coorte de 262 profissionais de odontologia (cirurgiões-dentistas, higienistas e assistentes dentários), Goodrich et al. (2013a) encontraram resultados que, apesar do baixo nível de exposição ao mercúrio (máximo = 5,5 $\mu\text{g}/\text{L}$), foram encontradas associações com a pressão arterial sistólica. Segundo os autores, as descobertas sugerem que baixos níveis de mercúrio na urina podem estar associados a alterações na pressão arterial e que estes podem ser específicos do gênero masculino.

Xu et al. (2023) examinaram as associações entre a exposição ao mercúrio elementar e metilmercúrio e a pressão arterial, bem como os níveis de colesterol e triglicérides em 386 profissionais de odontologia (cirurgiões-dentistas, higienistas e assistentes dentários). Em seus resultados, apontam uma associação positiva entre mercúrio urinário e LDL, o que equivale a um aumento de 21% nas chances de ter LDL elevado (>100mg/dL) por cada $\mu\text{g}/\text{L}$ de aumento da concentração de mercúrio na urina. Nenhuma outra associação estatisticamente significativa entre mercúrio no cabelo, sangue ou urina foi observada com pressão arterial, colesterol total, HDL ou triglicérides.

Goodrich et al. (2013b) investigaram se as exposições ao metilmercúrio e ao mercúrio inorgânico com origem no consumo de peixes e amálgamas dentários, respectivamente, podem estar associadas à metilação alterada do DNA em elementos

repetitivos globais (elementos longos intercalados, LINE-1) e genes candidatos relacionados à epigê, processos magnéticos (DNMT1) e proteção contra toxicidade de Hg (SEPW1, SEPP1). Em seus resultados, os autores apontam que não foram observadas relações significativas entre mercúrio na urina e metilação do DNA e não foram observadas associações entre os níveis do biomarcador mercúrio e a metilação do DNMT1 na região avaliada do gene.

Em estudo que avaliou os níveis de mercúrio em unhas dos pés de 169 cirurgiões-dentistas, 45 especialistas em odontologia e 196 controles, Joshi et al. (2003) os dentistas generalistas tinham níveis significativamente mais elevados de mercúrio do que os não-dentistas e os especialistas. Segundo os autores, os níveis médios de mercúrio nas unhas dos cirurgiões-dentistas (0,94ppm) foram duas vezes mais altos que os dos não dentistas (0,45ppm) e aproximadamente 60% mais altos do que os dos especialistas (0,59ppm). Os autores observam que os níveis de mercúrio nas unhas dos pés devem refletir a exposição ao mercúrio orgânico e inorgânico.

Em artigo que investigou a hipótese de que a ação de perfurar o amálgama com uma peça de mão dentária de alta velocidade, mesmo quando se utiliza protocolos e todos os controles de engenharia viáveis para minimizar o vapor de mercúrio, ainda gerariam um aerossol de partículas que seriam aquecidas o suficiente para produzir aumento do vapor de mercúrio, Warwick et al. (2019) indicam que a perfuração do amálgama dentário gera partículas que volatilizam quantidades significativas de vapor de mercúrio, geralmente por mais de uma hora após a remoção. Os níveis de vapor de mercúrio criados por este procedimento excedem frequentemente os limites de segurança de diversas jurisdições e agências. A média aritmética dos picos das 21 amostras ($195,1\mu\text{g}/\text{m}^3$) foi substancialmente superior ao nível do Limite de Exposição da OSHA e ao nível máximo do NIOSH de $100\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Em estudo que avaliou a eficácia de um sistema supressor de vapor de mercúrio comercial líquido e seco, Sutow et al. (2004) inferem que a eficiência do controle de emissão do mercúrio do sistema líquido pode ser influenciada pelo contato do resto de amálgama com a porção da parede interna do frasco que não está coberta por líquido.

Stone et al. (2007) realizaram estudo para determinar os níveis de vapor de mercúrio no ar exaurido de sistemas de vácuo odontológicos de três clínicas. Os resultados apontaram que as concentrações médias de vapor de mercúrio analisadas

foram: 46.526, 72.211 e 36.895ng/m³ para a clínica I (110 cadeiras), a clínica II (30 cadeiras) e a clínica III (2 cadeiras), respectivamente. A média de vapor de mercúrio, segundo os autores, foi 45.316, 73.737 e 35.421ng/m³, respectivamente. A presença de vapor de mercúrio é um fator importante, uma vez que os autores afirmam que esse vapor reside na atmosfera por até um ano ou mais.

Roberts et al. (2001) realizaram estudo para verificar a existência de contaminação por mercúrio dentro de amalgamadores e para determinar se existe alguma implicação para a saúde do pessoal odontológico. Os autores avaliaram 11 amalgamadores do inventário do serviço federal americano para os níveis de vapor de mercúrio, bem como a presença visual de contaminação por mercúrio. Em seus resultados, relatam que dez dos 11 amalgamadores avaliados tinham níveis mensuráveis de vapor de mercúrio. Identificaram que quatro amalgamadores tinham níveis internos de vapor de mercúrio acima dos limites máximos permitidos. Os autores realizaram um protocolo simulado de uso clínico e descobriram que nenhum amalgamador produziu vapor de mercúrio no espaço respiratório do pessoal odontológico que excedeu os limites federais de vapor de mercúrio estabelecidos com base no tempo. Concluíram que os amalgamadores podem estar contaminados internamente com mercúrio metálico e ressaltam que a quantidade de vapor de mercúrio que pode vazar deste espaço confinado pode ser diluída em diversas magnitudes até níveis insignificantes pelo ar ambiente.

Em trabalho que investigou os efeitos da inalação do vapor do mercúrio por ratos e seus efeitos nos testículos, Altunkaynak et al. (2015) dividiram um grupo de doze ratos machos em dois grupos de seis: um grupo de 6 ratos foi exposto ao mercúrio (1 mg/m³/dia) em câmara durante seis semanas; os 6 ratos do grupo controle foram alojados nas mesmas condições sem exposição ao mercúrio. No grupo exposto, as células espermatogênicas foram degeneradas e os túbulos seminíferos foram atrofiados. Os autores descrevem as seguintes alterações: danos significativos às células espermatogênicas e aos túbulos seminíferos; células espermatogênicas apresentavam núcleos picnóticos e citoplasma eosinofílico; perda de células espermatogênicas foi observada em muitos túbulos seminíferos; atrofia dos túbulos seminíferos e espessamento da túnica albugínea; espermátides tardias na luz dos túbulos e adelgaçamento da túnica vaginal em seções testiculares do grupo exposto. Não foram observadas anormalidades histológicas nos testículos do grupo controle.

Altunkaynak et al. (2015) encontraram reduções significativas no volume total dos testículos, no diâmetro e no volume total dos túbulos seminíferos no grupo exposto ao Hg em comparação ao grupo controle, além também que o número de células de Sertoli, espermatogônias, espermatócitos e espermátides foi significativamente reduzido no grupo exposto em comparação ao grupo controle.

Em outro estudo, Altunkayanak et al. (2016) investigaram se a inalação de vapor de mercúrio teria efeito no ovário de ratas. Doze ratos albinos Wistar foram divididos igualmente em grupos exposto ao mercúrio e controle (n = 6). Os animais do primeiro grupo foram expostos por 45 dias a dose de 1 mg/m³/dia, sendo realizadas posteriormente avaliações histológica e estereológica. Os autores relatam os seguintes resultados: os ovários das ratas expostas ao mercúrio apresentaram alterações histomorfométricas. A exposição resultou na redução do número total de folículos primordiais, primários e de Graaf. O volume médio do ovário, medula e córtex, corpo lúteo e folículos de Graaf diminuiu no grupo exposto. Também relatam que houve um aumento significativo no volume total dos folículos atresícos. Na microscopia óptica, espessamento da túnica albugínea, aumento de fibrilas no tecido conjuntivo, congestão dos capilares e vasos venosos, paredes afinadas e fibrina foram observadas deposição em alguns grandes vasos sanguíneos e edema. Foram detectadas ainda bordas irregulares de folículos e ovócitos e degeneração hidrópica em células da granulosa folicular. Nas ratas expostas, foi observada redução significativa no volume médio do ovário, medula, córtex, folículos de Graaf e corpo lúteo em comparação com as ratas não expostas. Os autores afirmam que os resultados indicam que a exposição ao mercúrio pode vir a afetar o sistema reprodutor feminino, devido às alterações estruturais causadas pelo acúmulo de mercúrio no tecido ovariano.

Em trabalho sobre efeitos reprodutivos em profissionais odontológicos, Olfert (2006) aponta que as evidências de uma relação entre a exposição ao mercúrio elementar e o aborto espontâneo, anomalias congênitas e redução da fertilidade são limitadas e inconclusivas. Indica que uma boa higiene do mercúrio por parte do pessoal odontológico pode reduzir o risco de resultados reprodutivos adversos.

Jones et al (2007) testaram a hipótese nula de que não há diferenças nos inquéritos de saúde e avaliações neurocomportamentais entre enfermeiras dentárias que trabalharam no NZ School Dental Service antes da interrupção do uso do amálgama de cobre (tem maior concentração de mercúrio) ou introdução da prata

encapsulada, e mulheres casadas que nunca foram expostas ocupacionalmente ao mercúrio. Relatam aspectos cognitivos, de humor, de saúde geral e descobertas sobre saúde reprodutiva. Segundo os autores, as profissionais que foram cronicamente expostas a altos níveis de vapor de mercúrio não parecem ser neurocomportamentalmente comprometidas pela escolha de carreira, agora que estão na casa dos cinquenta anos de idade. Mas, embora o grupo exposto se considerasse saudável, sete sintomas de uma lista de 33 selecionados a partir de uma definição médica de envenenamento por mercúrio, foram relatados em uma extensão significativamente maior do que o grupo de controle. Os autores apontam que resultados reprodutivos desfavoráveis para o grupo exposto foram relatados em mais de duas vezes que o controle. A experiência de histerectomia foi estatisticamente significativamente maior no grupo exposto, sugerindo necessidade investigação mais aprofundada.

Richardson et al. (2009) analisaram questões farmacocinéticas, toxicológicas, dentre outras relacionadas para níveis de exposição ao mercúrio. Para os autores, a relação dose-resposta real entre a exposição e os efeitos no sistema nervoso central foram mal definidos até recentemente, apesar do extenso banco de dados toxicológicos sobre o mercúrio. Os autores consideram que estudos ocupacionais de trabalhadores da indústria cloro-álcali não são apropriados para estabelecer valores de referência para mercúrio. Argumentam que a exposição concomitante ao gás cloro diminui a absorção e os efeitos da exposição ao mercúrio e que existem diferenças entre homens e mulheres na captação, distribuição e excreção de mercúrio. Apontam ainda que a predisposição genética pode influenciar nos efeitos do mercúrio.

Para Aaseth et al. (2018), as recomendações para limites ocupacionais aceitáveis de exposição ao mercúrio devem ser baseadas nos indivíduos mais sensíveis. Indivíduos podem ser especialmente sensíveis à toxicidade do mercúrio devido a polimorfismos genéticos. Além disso, segundo os autores, não há dados de dose-resposta para pessoas imunologicamente vulneráveis. Portanto, consideram que nenhum nível de efeito zero pode ser estabelecido onde, em casos individuais, os sintomas relacionados ao mercúrio não ocorram.

Aaseth et al. (2018) enfatizam que os níveis de mercúrio na urina e no sangue podem diminuir de forma relativamente rápida quando a exposição cessa, mesmo quando as quantidades em órgãos críticos (cérebro e rins) permanecem elevadas. Apontam que o mercúrio tem um metabolismo complicado com meias-vidas diferentes

em diferentes órgãos. Por conseguinte, não está disponível um meio indicador adequado que reflita as concentrações reais de mercúrio nos órgãos críticos. Ainda segundo os autores, é provável que a acumulação de mercúrio inorgânico no cérebro continue durante longos períodos com exposição crônica. Uma vez depositado no cérebro, o mercúrio inorgânico aparentemente tem uma meia-vida de vários anos.

Em estudo conduzido nos Estados Unidos da América que examinou os efeitos do polimorfismo 5-HTTLPR nas consequências neurocomportamentais da exposição ocupacional a baixos níveis ao mercúrio em 157 cirurgiões-dentistas e 84 assistentes dentais mulheres, Heyer et al. (2008) afirmam que não foram encontradas associações consistentes entre índices de exposição ao mercúrio e sintomas autorreferidos entre os profissionais de odontologia do sexo masculino ou feminino com exposição ocupacional prolongada a baixos níveis de mercúrio de amálgama dentário.

Heyer et al. (2009) avaliaram os efeitos independentes e combinados da exposição ao mercúrio e do polimorfismo COMT Val158Met em profissionais de odontologia com exposição ocupacional prolongada, sendo 181 cirurgiões-dentistas do sexo masculino e 211 assistentes dentais do sexo feminino. Em seus resultados, informam que não foram observados padrões consistentes de associação entre a concentração urinária de mercúrio ou o índice crônico de exposição ao mercúrio e qualquer categoria de sintomas. Complementam informando que embora nenhum padrão consistente de associação entre humor e exposição ao mercúrio tenham sido encontrados, os resultados não excluem a probabilidade de que o polimorfismo COMT Val158Met predisponha ao aumento da suscetibilidade aos efeitos neurocomportamentais adversos do mercúrio.

Heyer et al. (2004) realizaram medidas de sintomas autorreferidos e humor e suas associações com os níveis de exposição urinária ao mercúrio e um índice cumulativo de exposição ao mercúrio entre dentistas nos EUA, bem como a avaliação do efeito do polimorfismo do BDNF nessas associações e a possível interação com mercúrio, entre 193 cirurgiões-dentistas e 230 assistentes dentárias mulheres. Segundo os autores, entre as assistentes dentárias, níveis muito baixos de exposição ocupacional ao mercúrio foram associados ao aumento dos sintomas. O polimorfismo do BDNF também está associado ao aumento dos escores de sintomas e humor. Para os autores, o mercúrio e o polimorfismo BDNF foram aditivos em relação às suas associações com o mesmo grupo de sintomas e inferem que existem evidências

significativas sobre o impacto dos baixos níveis de exposição ao Hg e do status do BDNF nos sintomas e no humor, sugerindo que o mercúrio elementar tem um impacto sobre sintomas humanos em níveis baixos.

Woods et al. (2005) analisaram a etiologia genética de uma resposta porfirinogênica atípica observada entre 252 cirurgiões-dentistas e 230 assistentes dentárias, expostos ao mercúrio, caracterizada por excreção excessiva de 4 e 5-carboxil porfirinas e da cetoisocoprotoporfirina atípica. Os autores descrevem em suas conclusões um polimorfismo dentro do gene humano que codifica a coproporfirinogênio oxidase e que modifica o efeito do mercúrio na excreção urinária de porfirina, sendo responsável por uma resposta porfirinogênica atípica observada em até 15% dos indivíduos com exposição a baixos níveis de Hg. Segundo os autores, esse achado pode representar uma predisposição genética para uma resposta biológica alterada ao mercúrio.

Em estudo estadunidense que analisou se polimorfismos de nucleotídeo único em genes que codificam proteínas relacionadas à glutathione, selenoproteínas e metalotioneínas podem modificar a relação dos biomarcadores de mercúrio com alterações na função nervosa periférica, Wang et al. (2012) concluíram que os resultados sugerem pouca evidência de modificação do efeito dos polimorfismos de nucleotídeo único na relação entre biomarcadores de mercúrio e função nervosa periférica. O estudo analisou 515 profissionais de odontologia, sendo 244 cirurgiões-dentistas (47,4%) e 269 não dentistas (52,2%; principalmente higienistas dentais e auxiliares de consultório dentário), que foram recrutados em 2009 e 2010.

Em trabalho que avaliou se polimorfismos nos principais genes da enzima sintetizadora de glutathione, glutathione s-transferase e selenoproteína estão subjacentes às diferenças interindividuais na carga corporal de mercúrio de 243 cirurgiões-dentistas e 268 controles, avaliada por análise de mercúrio na urina e no cabelo, biomarcadores de mercúrio elementar e metilmercúrio, respectivamente, Goodrich et al. (2011) encontraram cinco polimorfismos que foram significativamente associados aos níveis de mercúrio na urina (deleção de GSTT1), níveis de mercúrio no cabelo (GSTP1-105, GSTP1-114, GSS 5') ou ambos (SEPP1 3'UTR). Os autores afirmam que os resultados sugerem que cinco polimorfismos em GSTP1, GSTT1, GSS e SEPP1 podem influenciar os níveis de mercúrio na urina e no cabelo, embora sejam necessárias investigações mais aprofundadas. Os autores apontam ainda que embora tenham sido observadas várias relações significativas entre biomarcadores

genótipo-mercúrio, nenhuma permanece significativa após correção para testes múltiplos.

Echeverria et al. (2006) examinaram possíveis consequências do polimorfismo (CPOX4) no desempenho em domínios neurocomportamentais, sintomas e humor que são conhecidos por serem afetados pela exposição ao mercúrio elementar em seres humanos. Testes comportamentais foram realizados, assim como coletas de urina e células bucais, para 194 cirurgiões-dentistas do sexo masculino e 233 assistentes dentais do sexo feminino nos Estados Unidos da América. Os autores indicam que embora de escopo limitado, identificaram o CPOX4 como um fator genético que potencialmente poderia afetar a suscetibilidade a funções neurocomportamentais específicas associadas à exposição ao mercúrio em seres humanos.

Echeverria et al. (2005) analisaram se a presença de um polimorfismo do BDNF altera as associações esperadas entre a exposição ocupacional ao mercúrio elementar e os efeitos no SNC que podem ser potencialmente afetados pelo BDNF, particularmente para redução da atenção e perda de memória, bem como depressão e ansiedade. O grupo estudado consistiu em 193 cirurgiões-dentistas do sexo masculino e 233 assistentes dentais do sexo feminino que não tinham histórico de distúrbios renais ou do sistema nervoso. Os autores indicaram declínios estatisticamente significativos para vários domínios do desempenho cognitivo e motor relacionados a concentrações de mercúrio abaixo de 4µg/l, mas a inteligência verbal e o tempo de reação permaneceram intactos. Homens e mulheres tiveram distribuições semelhantes de polimorfismos do BDNF (31% vs 34%). Observaram ainda que não há consenso em relação a um nível aceitável de exposição ao mercúrio.

6 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos trazem interessantes achados em diversos ângulos que envolvem a exposição ocupacional ao vapor do mercúrio pelos profissionais odontológicos.

O primeiro é o número de resultados e sua distribuição entre países com características diferentes entre si, seja na perspectiva econômica, cultural e/ou geográfica. São 86 trabalhos, entre 25 países dos 5 continentes, abrangendo tanto países considerados desenvolvidos quanto em desenvolvimento. Características culturais, econômicas e sociais sempre devem ser levadas em consideração ao se tratar de segurança e saúde ocupacional, uma vez que o conjunto dessas influenciarão as características das práticas e saberes em segurança e saúde ocupacional compartilhados por uma determinada sociedade. A exposição ocupacional ao vapor do mercúrio na odontologia se mostrou uma preocupação global, que se faz presente em países com características culturais, econômicas e sociais distintas entre si.

Um outro ponto é a diversidade de áreas do saber que procuram abordar esse assunto, mostrando o enorme desafio da pesquisa em saúde ocupacional em compreender a exposição a um agente nocivo que envolve o sistema nervoso central, área do corpo humano extremamente complexa sobre a qual enormes avanços científicos ocorreram nas últimas décadas, mas muito ainda se tem a ser descoberto e compreendido.

Registro a observação de que seria precipitado eventual interpretação de qualquer resultado de um estudo ocupacional como uma realidade homogênea daquele país de origem do artigo. As condições de trabalho sofrem influência do contexto econômico, cultural e social, como citado acima, mas as práticas preventivas ocupacionais de cada ambiente de trabalho é que vão determinar as condições de trabalho daquele ambiente, e isso vai depender de diversos fatores como, entre outros, o nível de conhecimento referente à riscos ocupacionais por toda a equipe de trabalho e por gestores, bem como o emprego desses conhecimentos na prática. É possível ter numa mesma quadra, um estabelecimento de qualquer natureza econômica que tenha em suas atividades ações relacionadas à boas práticas em higiene ocupacional e um outro estabelecimento similar bem perto, no qual essas

medidas não sejam aplicadas com a mesma seriedade, que em consequência teria condições de trabalho menos seguras.

Oportuno observar ainda que o uso do recurso da apresentação de dados em médias e medianas é comum em várias áreas do saber, contudo, não se pode perder de vista que ao se tratar de exposição de trabalhadores à agentes nocivos, os resultados individuais devem ser atenciosamente analisados. Exemplo: em um grupo de 10 pessoas expostas a um agente nocivo fictício X, a média de exposição foi 3,1X, sendo 5X o valor de exposição limite. Em primeiro momento, pode-se pensar que o grupo não está com uma exposição perigosa, estando todos “seguros”. Porém, se 7 indivíduos apresentarem 1X de exposição cada e 3 apresentarem 8X cada, se chegaria ao valor médio de 3,1X, mas 30% do grupo estaria com exposição acima dos limites e precisaria ser afastado da fonte de perigo, isso apenas se prendendo a um aspecto legal. Os limites ocupacionais são estabelecidos tendo em vista a carga de exposição individual, e essa exposição individual deve receber a devida atenção.

Referente ao conjunto dos resultados, diversos estudos apontam, em diferentes níveis, a existência ou possibilidade da exposição ocupacional ao vapor do mercúrio na odontologia (Babi et al., 2000; Leggat et al., 2001; Lacerda et al., 2002; Millán et al., 2002; Ritchie et al., 2002; American Dental Association, 2003; Joshi et al., 2003; Harakeh et al., 2003; Richardson, 2003; Lima et al., 2004; Morton et al., 2004; Ritchie et al., 2004; Canto-Pereira et al., 2005; Krahalil et al., 2005; Rojas et al., 2006; Gioda et al., 2007; Jones et al., 2007; Stone et al., 2007; Grigiletto et al., 2008; Farahat et al., 2009; Hilt et al., 2009; Kametani et al., 2009; De Jesus et al., 2010; Svendsen et al., 2010; Duncan et al., 2011; Neghab et al., 2011; Samir; Aref, 2011; Tezel et al., 2011; De Oliveira, et al., 2012; Franzblau et al., 2012; Stetvold et al., 2012; Goodrich et al., 2013b; Bennadi et al., 2014; Da Silva et al., 2014; Anglen et al., 2015; Yilmaz et al., 2015; De Jesus; Moreira, 2016; Goodrich et al., 2016; Jamil et al., 2016; Al-Zubaidi; Rabee, 2017; Negpal et al., 2017; Shir Khanloo et al., 2017; Mirza et al., 2018; Bjørklund et al., 2019; Warwick et al., 2019; Jafari et al., 2020; Yazdani et al., 2020; Manyani et al., 2021; Xu et al., 2023). Isso evidencia a existência de exposição ao vapor de mercúrio na odontologia quando se trata do uso do amálgama.

Diferentes artigos encontraram níveis de exposição em amostras biológicas, incluindo também trabalhos que compararam grupo exposto com grupo controle (Millán et al., 2002; Ritchie et al., 2002; Aydin et al., 2003; Harakeh et al., 2003; Joshi et al., 2003; Morton et al., 2004; Ritchie et al., 2004; Canto-Pereira et al., 2005; Krahalil

et al., 2005; Farahat et al., 2009; Neghab et al., 2011; e Aref, 2011; Tezel et al., 2011; De Oliveira, et al., 2012; Yilmaz et al., 2015; Goodrich et al., 2016; Jamil et al., 2016; Al-Zubaidi; Rabee, 2017; Negpal et al., 2017; Shirkhanlooa et al., 2017; Yazdani et al., 2020; Manyani et al., 2021). Esses achados evidenciam que essa exposição pode ser em níveis mais elevados do que a população não exposta ocupacionalmente ao mercúrio, além de ficar evidente também que a variação dos níveis dessa exposição vai sofrer influência de fatores locais relacionados às boas práticas preventivas para atenuar esse tipo de exposição.

Medições ambientais também identificaram a presença de vapor de mercúrio em ambientes, objetos e/ou equipamentos (Roberts et al., 2001; Stonehouse; Newman, 2001; Ritchie et al., 2004; Sutow et al., 2004; Stone et al., 2007; Warnick et al., 2013; Decharat et al., 2014; Warwick et al., 2019). Esses trabalhos mostram como o mercúrio pode contaminar áreas distintas dentro de um consultório odontológico, reforçando a importância das boas práticas no manuseio e uso deste material.

Os diferentes níveis de exposição encontrados nos trabalhos consultados tornam conveniente a distinção entre a existência ou não de exposição e a qual nível essa exposição pode ou não causar dano. Esse apontamento se faz oportuno uma vez que, constantemente, ocorra a equívoca interpretação que só se ocorre a exposição quando essa ultrapassa níveis reconhecidos pela legislação como legais. Se um agente nocivo externo é identificado em uma amostra biológica de um indivíduo ou na amostra ambiental, há a exposição. Se o nível dessa exposição tem potencial ou não para causar dano ao indivíduo, é outra discussão. Como exemplo desse equívoco, cito o trabalho de Oikawa et al. (2007) que apesar de toda sua amostra apresentar algum nível de mercúrio urinário, com valores de 4 a 39µg/L, aponta que não há exposição dos sujeitos estudados, mesmo com 20% da amostra estando fora do padrão considerado normal pelo estudo. Acredito que essa afirmação se baseia em função dos níveis de mercúrio das amostras biológicas estarem abaixo do limite de exposição considerado pelo estudo.

A esse respeito, o limite é o valor de onde, de forma alguma, o nível de exposição pode passar. Caso passe, o sujeito exposto deve ser imediatamente afastado de suas atividades, com o devido acompanhamento médico, e medidas de eliminação/redução da exposição devem ser tomadas imediatamente. Isso demonstra que esse limite é o extremo, ou seja, mesmo estando abaixo desse limite, quanto mais o nível da exposição se aproximar desse “teto”, maior deve ser a atenção dada a essa

exposição. Inclusive, foi mencionado na introdução desse trabalho a existência do nível de ação, que já demanda a tomada de medidas quando a exposição alcança o valor de 50% do limite de exposição.

A respeito dos valores limites de exposição, diversos autores (Echeverria, 2002; Faria, 2003; Kametani et al., 2009; Richardson et al., 2009; Neghab et al., 2011; Ngim; Ngim, 2013; Goodrich et al., 2016; Aaseth et al., 2018; Bjørklund et al. 2019) fizeram observações sobre as incertezas sobre uma dose de exposição ao vapor do mercúrio na qual não ocorram efeitos à saúde ou de não haver exposição com efeito zero, o que vai ao encontro de organismos internacionais como o Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS), que ao tratar sobre limites de exposição ocupacional, alerta que um limite ou diretriz legal, como um limite de exposição ocupacional, nunca deve ser visto como uma linha entre "seguro" e "inseguro". A melhor abordagem é, na possibilidade de ocorrer a exposição, mantê-la no menor nível possível (CCOHS, 2022).

Não menos importante, o efeito acumulativo do mercúrio no organismo por longo período deve ser considerado ao se analisar a exposição e sua avaliação como segura ou não. A meia-vida do mercúrio no organismo, segundo os resultados, parece ainda imprecisa. Hu (2000), aponta que o mercúrio é uma substância xenobiótica e capaz de exercer efeitos tóxicos em qualquer nível de exposição.

Estudos identificaram possíveis sintomas/efeitos da exposição ao mercúrio, alguns em níveis considerados baixos (Roth et al., 2002; Canto-Pereira et al., 2005; Jones et al., 2007; Farahat et al., 2009; Goodrich et al., 2013b; Anglen et al., 2015; Bjørklund et al., 2019; Girgin et al., 2022; Xu et al., 2023). Esses achados reforçam os questionamentos citados acima sobre as incertezas de valores de exposição abaixo dos quais o mercúrio poderia ser considerado seguro.

Além das incertezas sobre qual nível de exposição ao vapor de mercúrio pode vir a causar algum tipo de agravo à saúde, alguns estudos identificaram fatores genéticos, como diferentes poliformismos, que podem influenciar a exposição ao mercúrio (Heyer et al., 2004; Echeverria et al., 2005; Woods et al., 2005; Echeverria et al., 2006; Heyer et al., 2009; Goodrich et al., 2011).

Estudos realizados em animais também identificaram impactos negativos à saúde reprodutiva em resultado da exposição ao vapor do mercúrio metálico (Altunkaynak et al., 2015; Altunkaynak et al., 2016).

Alguns trabalhos também levantam questionamentos sobre se os valores indicados nos exames biológicos conseguem precisar a real concentração de mercúrio no organismo e nos órgãos diretamente por ele afetados (Richardson, 2003; Guzzi et al., 2010).

Todas as questões tratadas nesse capítulo de discussão, mostram que a precaução, que consiste em quando houver incerteza frente a um problema optar-se pela decisão mais cautelosa, surge como uma importante ferramenta para a prevenção de doenças ocupacionais dos profissionais de saúde bucal por exposição ao vapor do mercúrio. Ou seja, é razoável pensar em diminuir a exposição ocupacional ao vapor do mercúrio metálico na odontologia até os menores valores possíveis, independentemente dos valores legais vigentes, priorizando a proteção da saúde dos profissionais odontológicos e demais profissionais que eventualmente também possam ser expostos.

Para isso, a identificação das possíveis situações em que a exposição pode ocorrer é crucial para se pensar as medidas preventivas cabíveis. Os trabalhos de WHO (1991); Babi et al. (2000); Leggat et al. (2001); Roberts et al. (2001); Lacerda et al. (2002); American Dental Association (2003); Richardson (2003); Lima et al. (2004); Ritchie et al. (2004); Sutow et al. (2004); Krahalil et al. (2005); WHO (2005); Gioda et al. (2007); Grigoletto et al. (2008); Kametani et al. (2009); De Jesus et al. (2010); Sawair et al. (2010); De Oliveira et al. (2012); Bennadi et al. (2014); De Jesus e Moreira (2016); Negpal et al. (2017); Shirkhanloo et al. (2017); Mirza et al. (2018); Bjørklund et al. (2019); Jafari et al. (2020); Yuvaraj et al. (2020); Girgin et al. (2022) apontam as seguintes situações como momentos de exposição ao vapor do mercúrio para os profissionais odontológicos:

- preparação do amálgama;
- manipulação do amálgama;
- inserção/condensação do amálgama;
- remoção do excesso de mercúrio da massa de amálgama;
- derramamentos de gotas de amálgama;
- polimento do amálgama;
- eliminação de sobras de amálgama em locais como lixo, cuspeira e pias;
- remoção do amálgama;

- falhas no sistema de sucção quando da remoção de restaurações antigas;
- amalgamadores com vazamento¹³;
- condensadores ultrassônicos contaminados com resíduos de amálgama;
- sobras de amálgama armazenadas inadequadamente nos consultórios;
- substituição de restaurações de amálgama por outro material;
- esterilização a seco de instrumentos contaminados com amálgama;
- não cumprimento das normas sanitárias como lavagem e limpeza do equipamento utilizado;
- presença de fontes de calor, como estufas e autoclaves, no mesmo ambiente ou próximo de onde o amálgama é manipulado;
- superfície de trabalho e assoalhos contaminados com amálgamas resultantes de derramamentos;
- falhas na refrigeração de alta e baixa rotação durante a remoção de restaurações de amálgama;
- amalgamadores com defeito;
- dispensadores dos resíduos de amálgama/mercúrio com defeito;
- armazenamento aberto de restos de amálgama ou cápsulas usadas;
- vazamento de cápsulas de amálgama durante o armazenamento;
- emissões por amalgamadores contaminados;
- emissões provenientes da contaminação por partículas de amálgama dentro e ao longo do consultório;
- emissões de mercúrio de extratores/aspiradores de saliva;
- contato do resto de amálgama com a porção da parede interna do frasco de armazenagem de resíduo de amálgama que não está coberta por líquido.

Medidas preventivas podem ser tomadas para eliminar ou reduzir o risco de exposição ao vapor do mercúrio do amálgama. Os trabalhos de Hu (2000); Roth et al. (2002); American Dental Association (2003); Joshi et al. (2003); Krahailil et al. (2005); Trzcinka-Ochocka et al. (2007); Grigoletto et al. (2008); Kametani et al. (2009); De Jesus et al. (2010); Warnick et al. (2013); Warwick et al. (2019) e Jafari et al. (2020);

¹³ Nos países onde esse equipamento ainda pode ser utilizado, amálgama não-encapsulado.

trazem, em seus conteúdos, medidas que podem auxiliar na prevenção da exposição ao vapor do mercúrio para os profissionais odontológicos:

- ✓ armazenar resíduos de amálgama em recipientes inquebráveis, hermeticamente fechados, contendo água, solução fixadora radiológica ou glicerina em seu interior, suficiente para cobrir os resíduos. Evite que o resíduo do amálgama encoste na parede seca do recipiente;
- ✓ spray de água (refrigeração do instrumento rotatório) e sucção de alta potência devem ser usados nas remoções de amálgama e no acabamento de restaurações novas;
- ✓ não eliminar sobras de amálgama em lixo comum, cuspideira ou pia;
- ✓ ao confeccionar nova restauração de amálgama, aguardar ao menos 48h para realizar o polimento;
- ✓ a renovação do ar ambiente do consultório com ar externo é uma medida simples e importante: quanto mais arejado for o ambiente, melhor;
- ✓ caso a área de trabalho seja climatizada, substitua os filtros do ar-condicionado periodicamente;
- ✓ os pisos devem ser revestidos com material lavável e impermeável, que possibilite os processos de descontaminação e/ou limpeza, sem a presença de trincas ou discontinuidades;
- ✓ muita atenção no manuseio do amálgama para evitar derramamentos;
- ✓ não utilizar aspirador de pó para limpar derramamento de amálgama;
- ✓ não utilizar produtos de limpeza comuns para limpar derramamento de amálgama;
- ✓ o instrumental usado na manipulação do mercúrio deve ser bem limpo antes do processo de esterilização;
- ✓ manter o ambiente sempre limpo, de acordo com as normas sanitárias.

Além das medidas citadas acima, outro cuidado preventivo é, proceder a remoção de restaurações utilizando instrumentos rotatórios de “carbide” em bom estado de corte e com adequada irrigação (refrigeração) perfazendo secções que facilitem sua remoção em pedaços e não por desgaste total da restauração, este processo reduz o volume de amálgama sujeito a desgaste. Outra medida importante é que a eventual remoção do amálgama de um paciente seja feita somente em caso de real necessidade em benefício para a saúde.

Alguns achados mostram também a necessidade de reflexão sobre a abordagem dos riscos do mercúrio na formação profissional em odontologia. Segundo De Oliveira et al. (2012), apenas 48% dos profissionais participantes de seu estudo afirmaram conhecer os efeitos tóxicos do mercúrio. Em seu estudo, Sawair et al. (2010) indicam que 40% dos profissionais consideraram que o amálgama não tinha efeitos adversos na sua própria saúde. Yuvaraj et al. (2020) verificaram que 44,95% dos participantes concordaram que o mercúrio evapora à temperatura ambiente e 55,05% dos participantes discordaram.

Os achados acima caracterizam ainda exemplos de um desafio da área de segurança e saúde ocupacional, no que se refere à sensibilização sobre perigos que não possam ser percebidos pelos sentidos e/ou cujos efeitos da exposição à saúde podem não ser sentidos de imediato. O vapor do mercúrio, como já citado, é incolor e inodoro, e seus potenciais danos à saúde podem não ser imediatos ou intensos como, por exemplo, se expor ao fogo, que pode ser visto, sentido pela alteração de temperatura, pode causar danos materiais imediatos e o contato com a pele pode causar queimaduras imediatas com diferentes níveis de severidade. Ou seja, perigos intangíveis podem ser mais difíceis de serem percebidos/compreendidos do que perigos tangíveis.

É lícito dizer que a melhoria dos conhecimentos relacionados aos riscos da exposição ao vapor do mercúrio pelos profissionais da odontologia é um importante passo para evitar e/ou diminuir a exposição a esse agente.

O uso do amálgama no Brasil assim como em diversas regiões no mundo caiu bastante. Como visto no capítulo Revisão da Literatura, no Brasil 6,23% (68.474) das restaurações para dentes decíduos posteriores foram realizadas com amálgama e 11,6% (497.287) para dentes permanentes posteriores, ambas pelo SUS. Mesmo sendo percentuais que venham a ser eventualmente considerados baixos, não podem ser ignorados. Infelizmente não há dados disponíveis sobre o número de remoções de amálgama, um momento importante de exposição ao vapor de mercúrio. Não foram encontrados dados da rede privada para nenhum tipo de restauração.

Ao se buscar propor medidas de prevenção para proteger a saúde ocupacional diante desse agente químico, caminha-se na direção de contribuir para/com: (i) os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, especificamente com os itens 3.9

(Objetivo 3¹⁴) “Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo” e 8.8 (Objetivo 8¹⁵) “Proteger os direitos trabalhistas e promover ambientes de trabalho seguros e protegidos para todos os trabalhadores, incluindo os trabalhadores migrantes, em particular as mulheres migrantes, e pessoas em empregos precários” (UN, 2015); (ii) a Convenção nº148¹⁶ sobre Contaminação do Ar, Ruído e Vibrações da Organização Internacional do Trabalho, que em seu artigo 13 diz que as pessoas interessadas deverão ser apropriadas e suficientemente informadas sobre os riscos profissionais que possam originar-se no local de trabalho devido à contaminação do ar, e deverão ainda receber instruções suficientes e apropriadas sobre como prevenir e limitar tais riscos, e proteger-se dos mesmos (Organização Internacional do Trabalho, 1977); (iii) a Convenção nº155¹⁷ da Organização Internacional do Trabalho sobre Segurança e Saúde dos Trabalhadores, que em seu artigo 14 visa a promoção de questões de segurança, higiene e meio ambiente de trabalho em todos os níveis de ensino e de treinamento (Organização Internacional do Trabalho, 1981); (iv) a Convenção nº170¹⁸ da Organização Internacional do Trabalho sobre Segurança no Trabalho com Produtos Químicos, que trata em seu artigo 18 o direito dos trabalhadores interessados ao “acesso à informação sobre a identificação dos produtos químicos utilizados no trabalho, as propriedades perigosas desses produtos, as medidas de precaução que devem ser tomadas, a educação e a formação” (Organização Internacional do Trabalho, 1990); (v) com o item VI do artigo 5º da Resolução nº3 do Ministério da Educação (MEC, 2021), publicada em 2021, sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Odontologia, que determina que o graduado em odontologia seja capaz de

realizar com segurança processos e procedimentos, referenciados nos padrões vigentes da prática profissional, de modo a evitar riscos, efeitos adversos e danos aos usuários, a si mesmo e aos demais profissionais, agindo com base no reconhecimento clínico-epidemiológico, nos riscos e vulnerabilidades dos indivíduos e grupos sociais (MEC, 2021, p. 3).

¹⁴ Objetivo 3. Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas e todos, em todas as idades.

¹⁵ Objetivo 8. Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todas e todos.

¹⁶ Ratificação pelo Brasil: 14/01/1982.

¹⁷ Ratificação pelo Brasil: 18/05/1992.

¹⁸ Ratificação pelo Brasil: 23/12/1996.

E ainda com a competência indicada no item V do artigo 11 que diz

aplicar os princípios de biossegurança na prática odontológica, de acordo com as normas legais e regulamentares pertinentes, promovendo o autocuidado e a prevenção de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais relacionadas à prática odontológica (MEC, 2021, p. 5).

7 CONCLUSÃO

Conclui-se que os profissionais em saúde bucal podem estar expostos ao vapor do mercúrio metálico do amálgama dentário, podendo o nível dessa exposição variar de acordo com as condições de trabalho presentes e as medidas preventivas empregadas.

A literatura analisada apontou a existência de diversos momentos de exposição, impactos à saúde e incertezas quanto a quais níveis mínimos de exposição o vapor de mercúrio pode ser considerado seguro. Esses achados indicam a necessidade de adoção de medidas preventivas sempre que houver contato com o amálgama dentário, buscando sempre o menor nível de exposição possível.

Não menos importante, para promover a adoção dessas medidas no ambiente de trabalho, é fundamental informar e conscientizar os profissionais da saúde bucal referente aos riscos da exposição ao vapor do mercúrio, seja na educação formal ou não-formal, garantindo-lhes o direito de conhecer/entender/compreender um dos perigos aos quais possam vir a estar expostos em seu ambiente de trabalho.

8 PRODUTO EDUCACIONAL

O processo de idealização do produto educacional foi pensado e discutido ao longo de todo o processo do mestrado. Além das discussões com o orientador, houve também momentos de discussão sobre o produto ao longo das disciplinas cursadas e, em especial, na disciplina Produto Educacional: Desafios e Qualificação Profissional, que como o próprio nome sugere, foi uma disciplina direcionada para a reflexão, debate e amadurecimento do produto educacional.

Quanto à confecção desse material educativo, durante o fichamento dos artigos selecionados, foram coletadas informações sobre o mercúrio e o amálgama, sobre os momentos de exposição e medidas de prevenção para, além de serem conteúdo da presente dissertação, integrarem também o conteúdo do produto educacional.

Dessa forma, objetivou-se apresentar essas informações num formato simples e direto, por meio de um guia orientativo em formato digital. O material digital é um formato no qual a disseminação de seu conteúdo e do próprio material é facilitada, tanto em computadores quanto em aparelhos celulares. Por ser fácil de compartilhar com auxílio da internet, não tem limites de barreiras geográficas, podendo circular em diversas regiões, o que é um ponto importante dada a dimensão geográfica do Brasil. Além disso, é uma opção sustentável já que não há impressão e uso de papel e tintas.

Para auxiliar na confecção, foi utilizado o site Canva (https://www.canva.com/pt_br/), na opção gratuita, que oferece ferramentas para elaboração e edição de documentos, entre outros tipos de mídias.

O produto educacional elaborado está disponível no apêndice A.

REFERÊNCIAS¹⁹

- Aaseth J, Hilt B, Bjørklund G. Mercury exposure and health impacts in dental personnel. *Environmental Research*. 2018 July;164:65–9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.02.019>.
- Acciari HA, Guastaldi AC, Tremiliosi Filho G. Caracterização e estudo da corrosão do amálgama dentário Dispersalloy por meio das técnicas de polarização potenciodinâmica e espectroscopia de impedância. *Eclética Química*. 1997;22(1):101-19. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-46701997000100010>.
- Altunkaynak BZ, et al. Effect of mercury vapor inhalation on rat ovary: Stereology and histopathology. *Journal of Obstetrics Gynaecology Research*. 2016 Apr;42(4):410–6. doi: 10.1111/jog.12911.
- Altunkaynak ME, et al. A stereological and histopathological study of the effects of exposure of male rat testes to mercury vapor. *Biotechnic & Histochemistry*. 2015;90:7,529-34. doi: 10.3109/10520295.2015.1024739.
- Al-Zubaidi ES, Rabee AM. The risk of occupational exposure to mercury vapor in some public dental clinics of Baghdad city, Iraq. *Inhalation Toxicology*. 2017;29:9,397-403. doi: 10.1080/08958378.2017.1369601.
- American Dental Association. Dental mercury hygiene recommendations. *Journal of the American Dental Association*. 2003 Nov; 134(11):1498-9. doi: 10.14219/jada.archive.2003.0081.
- Anglen J, et al. Occupational mercury exposure in association with prevalence of multiple sclerosis and tremor among US dentists. 2015 Sep; *Journal of the American Dental Association*;146(9):659-68.e1. doi: 10.1016/j.adaj.2015.05.016.
- Anusavice KJ, et al. *Phillips materiais dentários*. 12^a ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2020.
- Anvisa.gov.br [página da internet]. Nota orienta sobre proibição de mercúrio em produtos. 2019 [citado 18 jun 2022]. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=5272483&_101_type=content&_101_groupId=219201&_101_urlTitle=nota-orienta-sobre-proibicao-de-mercuro-em-produtos&inheritRedirect=true.

¹⁹ De acordo com estilo Vancouver.

Anvisa. Resolução nº173 de 15 de setembro de 2017. Proíbe em todo o território nacional a fabricação, importação e comercialização, assim como o uso em serviços de saúde, do mercúrio e do pó para liga de amálgama não encapsulado indicados para uso em Odontologia. Diário Oficial da União, Brasília; ed.179:Sec. 1; p. 46. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19296892/do1-2017-09-18-resolucao-n-173-de-15-de-setembro-de-2017-19296796.

Anvisa.gov.br [página da internet]. Serviços odontológicos: prevenção e controle de riscos. Brasília: Anvisa; 2016. [citado 16 jun 2022]. Disponível em: https://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/manual_odonto.pdf.

ATSDR.cdc.gov [página da internet]. ATSDR's Substance Priority List. 2020. [citado 17 abr 2022]. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/spl/index.html>.

Aydin N, et al. Neuropsychological effects of low mercury exposure in dental staff in Erzurum, Turkey. International Dental Journal. 2003; 53(2):85-91. doi: 10.1111/j.1875-595x.2003.tb00664.x.

Babi D, et al. Some results on Hg content in hair in different populations in Albania. The Science of the Total Environment. 2000; 259(1-3):55-60. doi: 10.1016/s0048-9697(00)00549-0.

Bennadi D, et al. Occupational hazards in dentistry. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences [Internet]. 2014 May-Jun [citado 15 set 2023];5(3):1605-14. Disponível em: [https://www.rjpbcs.com/pdf/2014_5\(3\)/\[1\].pdf](https://www.rjpbcs.com/pdf/2014_5(3)/[1].pdf).

Bernhoft RA. Mercury toxicity and treatment: A review of the literature. Journal of Environmental and Public Health. 2012; 2012:460508. doi: 10.1155/2012/460508.

Bjørklund G, et al. Neurotoxic effects of mercury exposure in dental personnel. Basic and Clinical Pharmacology and Toxicology. 2019 May; 124(5):568-74. doi: 10.1111/bcpt.13199.

Brasil. Decreto nº9.470, de 14 de agosto de 2018. Promulga a Convenção de Minamata Sobre Mercúrio, firmada pela República Federativa do Brasil, em Kumamoto, em 10 de outubro de 2013. Diário Oficial da União, Brasília (2018 ago 14);157:Sec. 1:65. [citado 12 mar 2022]. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/36849570/do1-2018-08-15-decreto-n-9-470-de-14-de-agosto-de-2018-36849564.

Brasil. NR 15 – Atividades e Operações Insalubres. Anexo nº11 - Agentes químicos cuja insalubridade é caracterizada por limite de tolerância e inspeção no local de trabalho. Brasília; 2022a. [citado 19 mar 2022]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-15-nr-15>.

Brasil. NR 9 - Avaliação e controle das exposições ocupacionais aos agentes físicos, químicos e biológicos. Brasília; 2022b. [citado 26 nov 2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-9-nr-9>.

Brasil. NR 7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO. Anexo 1 - Monitoração da exposição ocupacional a agentes químicos. Brasília; 2022c. [citado 19 mar 2022]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-7-nr-7>.

CCOHS.ca [página na internet]. Occupational hygiene - occupational exposure limits: What are the occupational exposure limits?. Canada; 2022. [citado 26 mar 2022]. Disponível em: https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/occ_hygiene/occ_exposure_limits.html.

Canto-Pereira LHM, et al. Visual impairment on dentists related to occupational mercury exposure. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 2005 May;19(3):517-22. doi: 10.1016/j.etap.2004.12.015.

CFO.org.br [página da internet]. Quantidade geral de profissionais e entidades ativas. 2023 [citado 24 nov 2023]. Disponível em: <https://website.cfo.org.br/estatisticas/quantidade-geral-de-entidades-e-profissionais-ativos/>.

Da Silva ICM, et al. Variação diária da exposição ao mercúrio entre assistentes e estagiários em um consultório dentário. *Revista Brasileira de Odontologia* [Internet]. 2014 jan-jun [citado 20 jul 2023];71(1):17-21. Disponível em: http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-72722014000100004.

Datasus.gov.br [página da internet]. Informações de saúde. 2023 [citado 21 jul 2023]. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?sia/cnv/qauf.def>.

De Jesus LF, et al. Amálgama dentário: fonte de contaminação por mercúrio para a Odontologia e para o meio ambiente. *Caderno de Saúde Coletiva* [Internet]. 2010 [citado 19 set 2023];18(4):509-15. Disponível em: http://www.cadernos.iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2010_4/artigos/CSC_v18n4_509-515.pdf.

De Jesus LF, Moreira FR. Impact of exposure to low levels of mercury on the health of dental workers. *Acta Scientiarum. Health Sciences*. 2016 Jul-Dec;38(2):219-29. doi: 10.4025/actascihealthsci.v38i2.28950.

De Oliveira CM, et al. Assessment of occupational exposure of dental professionals to mercury in dental offices of a public primary health care in Maringá, Paraná State, Brazil. *Acta Scientiarum*. 2012;34 (Spec ed):233-8. doi: 10.4025/actascihealthsci.v34ispec.13428.

Decharat S, et al. Determination of mercury exposure among dental health workers in Nakhon Si Thammarat Province, Thailand. *Journal of Toxicology*. 2014;2014:401012. doi: 10.1155/2014/401012.

Duncan A, et al. Thirty-five year review of a mercury monitoring service for Scottish dental practices. *British Dental Journal*. 2011 Feb 12;210(3):E2. doi: 10.1038/sj.bdj.2011.49.

Echeverria D. Mercury and dentists. *Occupational and Environmental Medicine*. 2002 May;59(5):285-6. doi: 10.1136/oem.59.5.285.

Echeverria D, et al. The association between a genetic polymorphism of coproporphyrinogen oxidase, dental mercury exposure and neurobehavioral response in humans. *Neurotoxicology and Teratology*. 2006 Jan-Feb;28(1):39-48. doi: 10.1016/j.ntt.2005.10.006.

Echeverria D, et al. Chronic low-level mercury exposure, BDNF polymorphism, and associations with cognitive and motor function. *Neurotoxicology and Teratology*. 2005 Nov-Dec;27(6):781-96. doi: 10.1016/j.ntt.2005.08.001.

Enwonwu CO. Potential health hazard of use of mercury in dentistry: critical review of the literature. *Environmental Research*. 1987 Feb;42(1):257-74. doi: [https://doi.org/10.1016/S0013-9351\(87\)80027-0](https://doi.org/10.1016/S0013-9351(87)80027-0).

Farahat SA, et al. Effect of occupational exposure to elemental mercury in the amalgam on thymulin hormone production among dental staff. *Toxicology and Industrial Health*. 2009 Apr;25(3):159-67. doi: 10.1177/0748233709105270.

Faria MAM. Mercuralismo metálico crônico ocupacional. *Revista de Saúde Pública*. 2003;37(1):116-27. doi: 10.1590/s0034-89102003000100017.

FDA.gov [página da internet]. Dental amalgam fillings. 2021 [citado 20 mar. 2022]. Disponível em: <https://www.fda.gov/medical-devices/dental-devices/dental-amalgam-fillings>.

Franzblau A, et al. Low-level mercury exposure and peripheral nerve function. *NeuroToxicology*. 2012 Jun;33(3):299-306. doi: 10.1016/j.neuro.2012.02.009.

Gioda A, et al. A pilot study to determine mercury exposure through vapor and bound to PM10 in a dental school environment. *Toxicology and Industrial Health*. 2007 Mar;23(2):103-13. doi: 10.1177/0748233707078219.

Girgin C, et al. Mercury exposure, neopterin profile, and tryptophan degradation in dental technicians. *Pteridines*. 2022;33(1):32-8. doi: <https://doi.org/10.1515/pteridines-2022-0040>.

Glina DMR, et al. Occupational exposure to metallic mercury in the dentist's office of a public primary health care clinic in the city of São Paulo. *Cadernos de Saúde Pública*. 1997 apr;13(2):257-67. doi: 10.1590/s0102-311x1997000200015.

Goodrich JM, et al. Mercury Biomarkers and DNA methylation among Michigan dental professionals. *Environmental and Molecular Mutagenesis*. 2013a Apr;54(3):195-203. doi: 10.1002/em.21763.

Goodrich JM, et al. Exposures of dental professionals to elemental mercury and methylmercury. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2016 Jan-Feb;26(1):78-85. doi: 10.1038/jes.2015.52.

Goodrich JM, et al. Glutathione enzyme and selenoprotein polymorphisms associate with mercury biomarker levels in Michigan dental professionals. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 2011 Dec 1;257(2):301-8. doi: 10.1016/j.taap.2011.09.014.

Goodrich JM, et al. Methylmercury and elemental mercury differentially associate with blood pressure among dental professionals. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2013b Mar;216(2):195-201. doi: 10.1016/j.ijheh.2012.03.001.

Grigoletto JC, et al. Exposição ocupacional por uso de mercúrio em odontologia: uma revisão bibliográfica. *Ciência e Saúde Coletiva*. 2008 Mar-Apr;13(2):533-42. doi: 10.1590/s1413-81232008000200029.

Guzzi G, et al. Exposure to mercury among Norwegian dentists and dental healthcare personnel. *Scand J Work Environ Health*. 2010 Sep;36(5):430-1. doi: 10.5271/sjweh.2907.

Harakeh S, et al. Factors influencing total mercury levels among Lebanese dentists. *The Science of the Total Environment*. Oct 7;297(1-3):153-60. doi: 10.1016/s0048-9697(02)00131-6.

Harakeh S, et al. Mercury and arsenic levels among Lebanese dentists: A call for action. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2003 Apr;70(4):629-35. doi: 10.1007/s00128-003-0031-3.

Heyer NJ, et al. The Association between serotonin transporter gene promoter polymorphism (5-HTTLPR), self-reported symptoms, and dental mercury exposure. *Journal of Toxicology and Environmental Health*. 2008;71(19):1318-26. doi: 10.1080/15287390802240850.

Heyer NJ, et al. Catechol O-Methyltransferase (COMT) VAL158MET functional polymorphism, dental mercury exposure, and self-reported symptoms and mood. *Journal of Toxicology and Environmental Health A*. 2009;72(9):599-609. doi: 10.1080/15287390802706405.

Heyer NJ, et al. Chronic low-level mercury exposure, BDNF polymorphism, and associations with self-reported symptoms and mood. *Toxicological Sciences*. 2004 Oct;81(2):354-63. doi: 10.1093/toxsci/kfh220.

Hilt B, et al. Occurrence of cognitive symptoms in dental assistants with previous occupational exposure to metallic mercury. *NeuroToxicology*. 2009 Nov;30(6):1202-6. doi: 10.1016/j.neuro.2009.04.012.

Horsted-Bindslev P. Amalgam toxicity-environmental and occupational hazards. *Journal of Dentistry*. 2004 Jul;32(5):359-65. doi: 10.1016/j.jdent.2004.02.002.

Hu H. Exposure to metals. *Primary Care*. 2000 Dec;27(4):983-96. doi: 10.1016/s0095-4543(05)70185-8.

Iavicoli I, et al. Biomonitoring of titanium, mercury, platinum, rhodium and palladium in dental health care workers. *Occupational Medicine (London)*. 2004 Dec;54(8):564-6. doi: 10.1093/occmed/kqh109.

Jafari AJ, et al. Mercury level in biological samples of dentists in Iran: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*. 2020 Oct;18(2):1655–69. doi: 10.1007/s40201-020-00558-w.

Jamil N, et al. Use of mercury in dental silver amalgam: an occupational and environmental assessment. *Biomed Research International*. 2016:2016:6126385. doi: 10.1155/2016/6126385.

Jones L, et al. A 30-year follow-up of residual effects on New Zealand School Dental Nurses, from occupational mercury exposure. *Human and Experimental Toxicology*. 2007 Apr;26(4):367-74. doi: 10.1177/0960327107076824.

Joshi A, et al. The relationship between amalgam restorations and mercury levels in male dentists and nondental health professionals. *Journal of Public Health Dentistry*. 2003 Winter;63(1):52-60. doi: 10.1111/j.1752-7325.2003.tb03474.x.

Kametani CK, et al. Contaminação mercurial: risco ocupacional ao cirurgião-dentista. *Revista Sul-Brasileira de Odontologia*. 2009 dec;6(4):430-4. doi: <https://doi.org/10.21726/rsbo.v6i4.1250>.

Khamverdi Z, Ronaci N. Survey of urine mercury concentration rate of hamadaniian dentists with over 4 years of experience. *Journal of Dental Research [Internet]*. 2011 [citado 14 set 2023];3(1):32-8. Disponível em: http://ajdr.umsha.ac.ir/Search/K_dentists. Acesso em: 22/05/2022.

Krahalil B, et al. Examination of urinary mercury levels in dentists in Turkey. *Human & Experimental Toxicology*. 2005 Aug;24(8):383-8. doi: 10.1191/0960327105ht541oa.

Lacerda RASV, et al. Odontologia do trabalho - estudo de caso sobre exposição e efeitos do mercúrio sobre a saúde de profissionais da área. *Revista Brasileira de Odontologia*. 2002 jul-ago;59(4):227-30.

Leggat PA, et al. Occupational hygiene practices of dentists in southern Thailand. *International Dental Journal*. 2001 Feb;51(1):11-6. doi: 10.1002/j.1875-595x.2001.tb00811.x.

Lima GA, et al. A segurança e os riscos do mercúrio utilizado no amálgama dental. *Revista Paulista de Odontologia*. 2004 jul-ago;26(4):23-27.

Mandarino F, et al. *Ligas para Restaurações de Amálgama*. Versão 1.0 de 2003. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto; 2003 [citado 2 jul 2022]. Disponível em: http://www.forp.usp.br/restauradora/dentistica/temas/amalgama/amalgama_04/amalgama_04.pdf. Acesso em: 02/07/2022.

Manyani A, et al. Dental amalgam risks in dental staff: systematic review. *E3S Web of Conferences* 319. 2021 [citado 14 abr 2023]. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202131901001>.

Millán MAP, Correa FG. Determination of mercury in urine of Mexican dentists. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 2002;254(2):305-9. doi: 10.1023/A:1021675900453.

MEC.gov.br [página da internet]. Ministério da Educação. Resolução nº3 de 21 de junho de 2021. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Odontologia e dá outras providências. Brasília; 2021 [citado 16 abr 2022]. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/junho-2021-pdf/191741-rces003-21/file>.

Mirza AJ, et al. Do Dentists practicing in karachi follow mercury hygiene recommendations? *International Medical Journal* [Internet]. 2018 Feb [citado 24 jul 2022];25(1):36-8. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/322635916_Do_Dentists_Practicing_in_Karachi_Follow_Mercury_Hygiene_Recommendations.

Mondelli J. O que o cirurgião-dentista que prática a Odontologia deve saber a respeito do amálgama dentário. *Full Dental Science* [Internet]. 2014 [citado 20 mar 2022];5(19):p.511-26. Disponível em: <https://www.jornaldosite.com.br/arquivo/amalgama/artigomondelli.pdf>.

Morton J, et al. Comparison of hair, nails and urine for biological monitoring of low level inorganic mercury exposure in dental workers. *Biomarkers*. 2004 Jan-Feb;9(1):47-55. doi: 10.1080/13547500410001670312.

Nagpal N, et al. A review of mercury exposure and health of dental personnel. *Safety and Health at Work*. 2017 Mar;8(1):1-10. doi: 10.1016/j.shaw.2016.05.007.

Neghab M, et al. Symptoms of intoxication in dentists associated with exposure to low levels of mercury. *Industrial Health*. 2011;49(2):249-54. doi: 10.2486/indhealth.ms1214.

Ngim C, Ngim AD. Health and safety in the dental clinic—Hygiene regulations for use of elemental mercury in the protection of rights, safety and well-being of the patients, workers and the environment. *Singapore Dental Journal*. 2013 Dec;34(1):19-24. doi: 10.1016/j.sdj.2013.11.004.

OSHA.gov [página da internet]. OSHA Occupational Chemical Database - MERCURY (VAPOR). 2022 [citado 10 abr. 2022]. Disponível em: <https://www.osha.gov/chemicaldata/505>.

Oikawa T, et al. Avaliação dos teores de mercúrio na urina dos graduandos de odontologia. *Revista Paraense de Medicina* [Internet]. 2007 jul-set [citado 20 dez 2022];21(3):25-9. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-59072007000300004&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt.

Olfert SM. Reproductive outcomes among dental personnel: a review of selected exposures. *Journal of the Canadian Dental Association* [Internet]. 2006 Nov [citado 14 mar 2023];72(9):821–5. Disponível em: <https://www.cda-adc.ca/JADC/vol-72/issue-9/821.pdf>.

Organização Internacional do Trabalho (OIT). Convenção nº148 - Contaminação do Ar, Ruído e Vibrações. Genebra; 1977. [citado 20 abr 2023]. Disponível em: https://www.ilo.org/brasil/convencoes/WCMS_236121/lang--pt/index.htm.

Organização Internacional do Trabalho (OIT). Convenção nº155 - Segurança e Saúde dos Trabalhadores. Genebra; 1981. citado 20 abr 2023]. Disponível em: https://www.ilo.org/brasil/convencoes/WCMS_236163/lang--pt/index.htm.

Organização Internacional do Trabalho (OIT). Convenção nº170 - Segurança no Trabalho com Produtos Químicos. Genebra; 1990. citado 20 abr 2023]. Disponível em: https://www.ilo.org/brasil/convencoes/WCMS_236691/lang--pt/index.htm.

Park RM, et al. Potential occupational risks for neurodegenerative diseases. *American Journal of Industrial Medicine*. 2005 Jul;48(1):63-77. doi: 10.1002/ajim.20178.

Richardson GM. Inhalation of mercury-contaminated particulate matter by dentists: An overlooked occupational risk. *Human and Ecological Risk Assessment*. 2003;9(6):1519-31. doi: <https://doi.org/10.1080/10807030390251010>.

Richardson GM, et al. Mercury vapour (Hg₀): Continuing toxicological uncertainties, and establishing a Canadian reference exposure level. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2009 Feb;53(1):32-8. doi: 10.1016/j.yrtph.2008.10.004.

Ritchie KA, et al. Health and neuropsychological functioning of dentists exposed to mercury. *Occupational and Environmental Medicine*. 2002 May;59(5):287-93. doi: 10.1136/oem.59.5.287.

Ritchie KA, et al. Mercury vapour levels in dental practices and body mercury levels of dentists and controls. *British Dental Journal*. 2004 Nov 27;197(10):625-32; discussion 621. doi: 10.1038/sj.bdj.4811831.

Roberts HW, et al. Potential health and environmental issues of mercury contaminated amalgamators. *Journal of the American Dental Association*. 2001 Jan;132(1):58-64. doi: 10.14219/jada.archive.2001.0026.

Rodrigues Filho LE, et al. Amalgama dental ¿cuál es el futuro de la enseñanza? *Revista de Operatoria Dental y Biomateriales* [Internet]. 2015 sep-dic [citado 22 maio 2023];4(3):29-35. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/295076127_AMALGAMA_DENTAL_CUAL_ES_EL_FUTURO_DE_LA_ENSEMANZA.

Rojas M, et al. Biological monitoring of mercury exposure in individuals referred to a toxicological center in Venezuela. *Science of the Total Environment*. 2006 Feb 1;354(2-3):278-85. doi: 10.1016/j.scitotenv.2005.01.023.

Roth DM, et al. Avaliação da genotoxicidade em Cirurgiões-Dentistas da cidade de Pelotas-RS através do teste de micronúcleos em células esfoliadas da mucosa bucal. *Revista da Faculdade de Odontologia de Bauru* [Internet]. 2002 [citado 20 maio 2023];10(4):209-14. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-59072007000300004&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt.

Samir AM, Aref WM. Impact of occupational exposure to elemental mercury on some antioxidative enzymes among dental staff. *Toxicology and Industrial Health*. 2011 Oct;27(9):779-86. doi: 10.1177/0748233710397420.

Saquy PC. Identificação qualitativa de vapor de mercúrio captado de resíduo de amálgama de prata em diferentes meios de armazenagem [tese de livre docência] [internet]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto; 1996 [citado 30 abr 2022]. Disponível em: <http://www.forp.usp.br/restauradora/Teses/Paulold/Paulold.html>.

Saúde.gov.br [página da internet]. Ministério da Saúde. Anvisa proíbe mercúrio e pó para liga de amálgama usados na odontologia. Brasília; 2018. [citado 29 maio 2022]. Disponível em: <https://aps.saude.gov.br/noticia/4954#:~:text=A%20Anvisa%20proibiu%20por%20me.io,met%C3%A1lica%20usada%20em%20restaura%C3%A7%C3%B5es%20dent%C3%A1rias>.

Sawair FA, et al. Observance of proper mercury hygiene practices by Jordanian general dental practitioners. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. 2010;23(1):47–54. doi: 10.2478/v10001-010-0012-9.

Shirkhanloo H, et al. Identifying occupational and nonoccupational exposure to mercury in dental personnel. *Archives of Environmental and Occupational Health*. 2017 Mar;72(2):63-9. doi: 10.1080/19338244.2014.964391.

Silveira DT, Córdova FP. A pesquisa científica. In: Gerhardt TE, Silveira DT. *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora UFRGS; 2009. Cap. 2; p. 31-42.

Sletvold H, et al. Neuropsychological function and past exposure to metallic mercury in female dental workers. *Scandinavian Journal of Psychology*. 2012 Apr;53(2):136-43. doi: 10.1111/j.1467-9450.2011.00929.x.

Stone ME, et al. Mercury vapor levels in exhaust air from dental vacuum systems. *Dental Materials*. 2007 May;23(5):527-32. doi: 10.1016/j.dental.2006.03.011.

Stonehouse CA, Newman AP. Mercury vapour release from a dental aspirator. *British Dental Journal*. 2001 May 26;190(10):558-60. doi: 10.1038/sj.bdj.4801034.

Sutow EJ, et al. Effectiveness of wet and dry mercury vapour suppressant systems in a faculty of dentistry clinic. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2004 Aug;31(8):822-6. doi: 10.1111/j.1365-2842.2004.01302.x.

Svendsen K, et al. Historical exposure to mercury among Norwegian dental personnel. *Scandinavian Journal of Work, Environmental and Health*. 2010 May;36(3):231-41. doi: 10.5271/sjweh.2878.

Tezel H, et al. Blood mercury levels of dental students and dentists at a dental school. *British Dental Journal*. 2001 Oct 27;191(8):449-52. doi: 10.1038/sj.bdj.4801205.

Thygesen LC, et al. Hospital admissions for neurological and renal diseases among dentists and dental assistants occupationally exposed to mercury. *Occupational and Environmental Medicine*. 2011 Dec;68(12):895-901. doi: 10.1136/oem.2010.064063.

Trzcinka-Ochocka M, et al. Exposure to mercury vapors in dental workers in Poland. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. 2007;20(2):147-54. doi: 10.2478/v10001-007-0017-1.

UN.org [página da internet]. Sustainable developments goals. 2015 [citado 16 abr 2022]. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>.

Venkatesh A, et al. Occupational hazards in dentistry-a review. *Indian Journal of Public Health Research and Development*. 2019 Dec;10(12):2186-91. doi: 10.37506/v10/i12/2019/ijphrd/192325.

Wang T, et al. An investigation of modifying effects of single nucleotide polymorphisms in metabolism-related genes on the relationship between peripheral nerve function and mercury levels in urine and hair. *The Science of Total Environment*. 2012 Feb;15:417-8:32-8. doi: 10.1016/j.scitotenv.2011.12.019.

Warnick R, et al. Mercury vapour exposure during dental student training in amalgam removal. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2013 Oct;8(1):27. doi: 10.1186/1745-6673-8-27.

Warwick D, et al. Mercury vapor volatilization from particulate generated from dental amalgam removal with a high-speed dental drill – a significant source of exposure. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2019 Jul;14-22. doi: <https://doi.org/10.1186/s12995-019-0240-2>.

Woods JS, et al. The association between genetic polymorphisms of coproporphyrinogen oxidase and an atypical porphyrinogenic response to mercury exposure in humans. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 2005 Aug;206(2);113-20. doi: 10.1016/j.taap.2004.12.016.

WHO. International Programme on Chemical Safety (IPCS). "Inorganic mercury". *Environmental health criteria* 118. Geneva: World Health Organization; 1991.

WHO.int [homepage on the Internet]. Mercury and Health. Geneva; 2017 [citado 08 maio 2022]. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>.

WHO.int [página da internet]. Mercury in Health Care. Geneva; 2005. [citado 8 maio 2022]. Disponível em: https://www.who.int/docs/default-source/wash-documents/mercury-in-health-care.pdf?sfvrsn=11857b44_15.

Xu W, et al. Associations between mercury exposure with blood pressure and lipid levels: A cross-sectional study of dental professionals. *Environmental Research*. 2023;220:115229. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115229>.

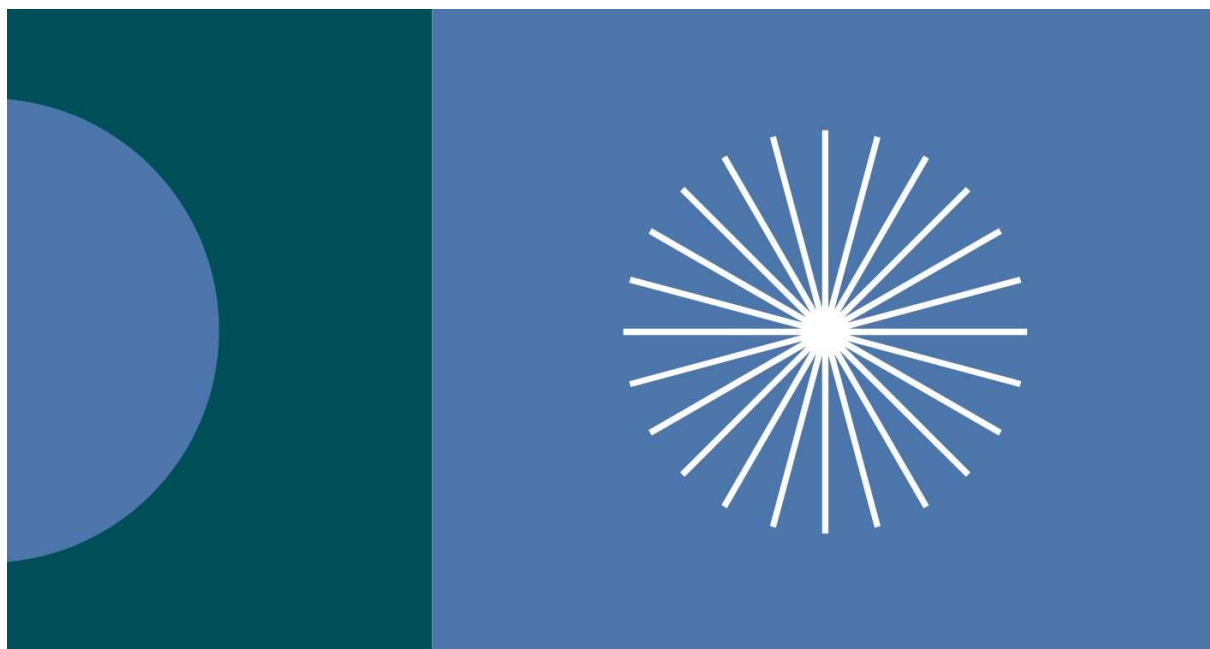
Yazdaniana M, et al. Evaluation of kidney function and oxidative stress biomarkers in prolonged occupational exposure with mercury in dentists. *Gene Reports*. 2020;19:100627. doi: <https://doi.org/10.1016/j.genrep.2020.100627>.

Yilmaz H, et al. Exposure to mercury among dental health workers in Turkey: Correlation with amalgam work and own fillings. *Toxicology and Industrial Health*. 2015 Oct;31(10):951–54. doi: 10.1177/0748233713484652.

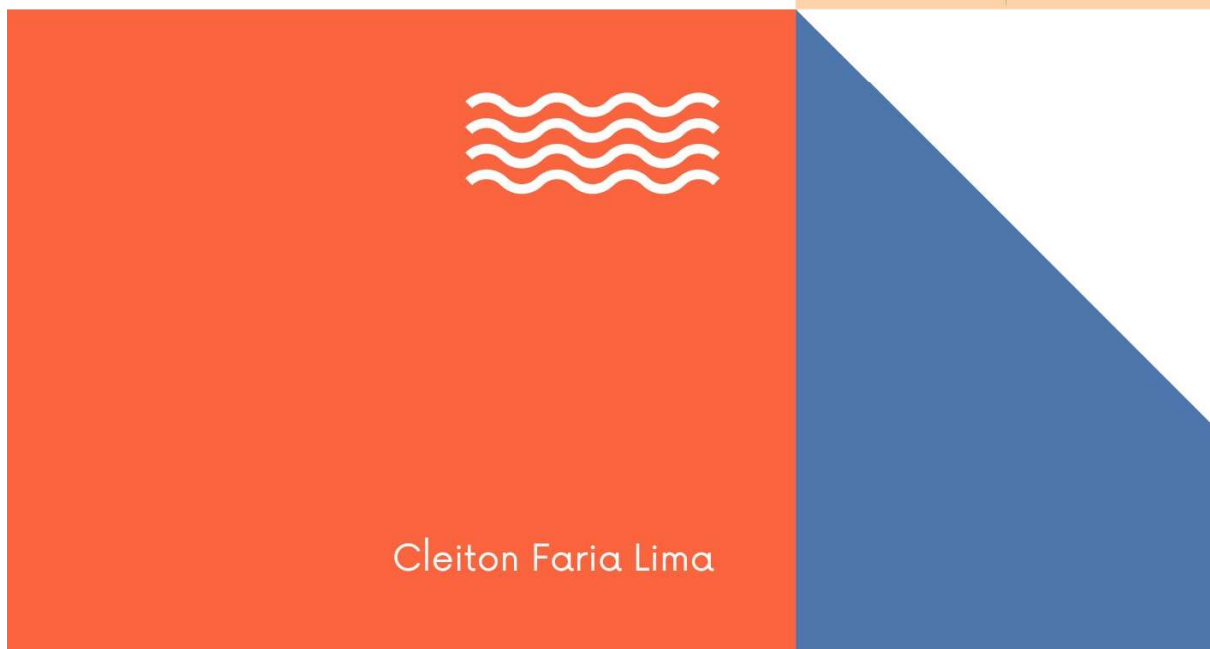
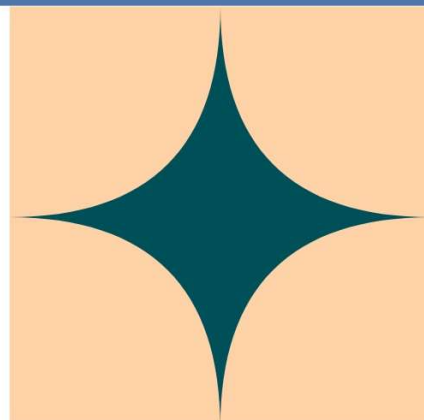
Yuvaraj A, et al. Knowledge and awareness of mercury spill management among dental students. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*. 2020;11(SPL3):514-21. doi: <https://doi.org/10.26452/ijrps.v11iSPL3.2975>.

Zwicker JD, et al. Longitudinal analysis of the association between removal of dental amalgam, urine mercury and 14 self-reported health symptoms. *Environmental Health*. 2014 Nov;13:95. doi: 10.1186/1476-069X-13-95.

APÊNDICE A – Produto Educacional



**ASPECTOS
OCUPACIONAIS
DO AMÁLGAMA
DENTÁRIO**



Cleiton Faria Lima



Aspectos ocupacionais do amálgama dentário © 2024 by Cleiton Faria Lima; Luiz Eugênio Nigro Mazzilli is licensed under CC BY-NC 4.0. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Sobre o Material



Aspectos Ocupacionais do Amálgama Dentário

Aluno: Cleiton Faria Lima
Orientador: Prof. Dr. Luiz Eugênio Nigro Mazzilli

Produto Educacional apresentado no Programa
Mestrado Profissional Interunidades
Formação Interdisciplinar em Saúde
(FO/FSP/EE/IP-USP)

Brasil, Jan. 2024

04

Mercúrio e amálgama. Você sabia?

05

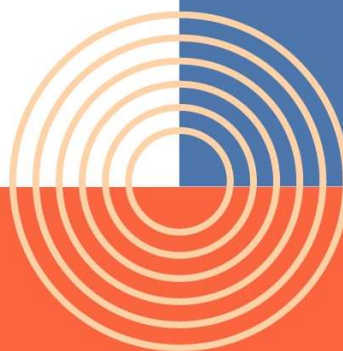
Possíveis situações de exposição

08

**Medidas que podem ajudar na
prevenção**

11

Referências



SUMÁRIO



MERCÚRIO E AMÁLGAMA. VOCÊ SABIA?

O mercúrio metálico tem alta volatilidade a temperatura ambiente e seu vapor é incolor e inodoro.

A exposição ocupacional ao vapor do mercúrio pode trazer sérias consequências à saúde. O mercúrio (Hg) é classificado como o 3º elemento químico de maior preocupação.

O mercúrio metálico é uma substância química de alta toxicidade e alta volatilidade a temperatura ambiente. Seu vapor não tem cor e não tem cheiro, o que torna impossível sua detecção sem equipamentos específicos. O amálgama dentário possui mercúrio em sua composição.

Se inalado em altas quantidades, pode trazer efeitos à saúde imediatos ou a curto prazo, e se inalado em pequenas quantidades, mas por períodos prolongados, pode ocasionar sintomas de intoxicação crônica.

Alguns dos efeitos à saúde da inalação do vapor do mercúrio podem ser: toxicidade aos nervos, comprometimento dos sistemas digestivo e imune, afetar pulmões e rins, distúrbios comportamentais, tremores, insônia, perda de memória, efeitos neuromusculares, dores de cabeça e disfunções motoras.

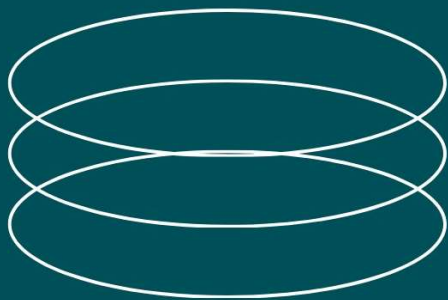
Os procedimentos de colocação ou de remoção do amálgama em um paciente, assim como todas as fases de preparo e manuseio deste material, são potenciais momentos de exposição.

Desta forma, o uso do amálgama encapsulado e a eventual necessidade de cuidados e/ou intervenções em restaurações de amálgama requerem uma atenção e cuidado.

Situações de exposição ao vapor do mercúrio

A identificação das possíveis situações em que a exposição pode ocorrer é crucial para se pensar as medidas preventivas. A seguir, são citadas algumas dessas situações.

preparação do amálgama;
manipulação do amálgama;
inserção/condensação do amálgama;



POSSÍVEIS SITUAÇÕES DE

EXPOSIÇÃO

remoção do excesso de mercúrio da massa de amálgama;
derramamentos de gotas de amálgama;
polimento do amálgama;

eliminação de sobras de amálgama em locais como lixo, cuspideira e pias;
remoção do amálgama;
falhas no sistema de sucção quando da remoção de restaurações antigas;

POSSÍVEIS SITUAÇÕES DE

EXPOSIÇÃO

amalgamadores com vazamento (em países onde o uso é permitido);

condensadores ultrassônicos contaminados com resíduos de amálgama;

amalgamadores com defeito;

substituição de restaurações de amálgama por outro material;

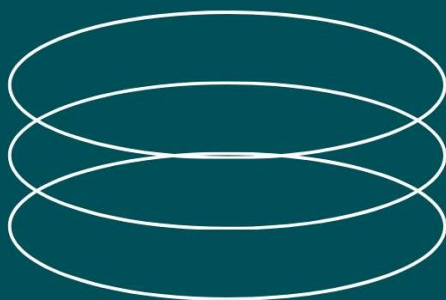
esterilização a seco de instrumentos contaminados com amálgama;

presença de fontes de calor, como estufas e autoclaves, no mesmo ambiente ou próximo de onde o amálgama é manipulado;

superfície de trabalho e assoalhos contaminados com amálgamas resultantes de derramamentos;

falhas na refrigeração de alta e baixa rotação durante a remoção de restaurações de amálgama;

dispensadores dos resíduos de amálgama/mercúrio com defeito;



armazenamento aberto de cápsulas usadas;

vazamento de cápsulas de amálgama durante o armazenamento;

POSSÍVEIS SITUAÇÕES DE

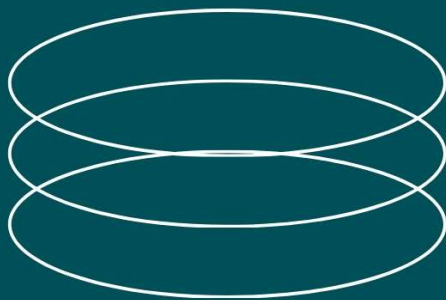
EXPOSIÇÃO

emissões por amalgamadores contaminados;

emissões de mercúrio de extratores/aspiradores de saliva;

emissões provenientes da contaminação por partículas de amálgama dentro e ao longo do consultório;

sobras de amálgama armazenadas inadequadamente nos consultórios;



não cumprimento das normas sanitárias como lavagem e limpeza do equipamento;

contato do resto de amálgama com a porção da parede interna do frasco de armazenagem de resíduo de amálgama que não está coberta por líquido.

Medidas que podem auxiliar na prevenção

Medidas preventivas podem ser tomadas para eliminar ou reduzir a exposição ao vapor do mercúrio do amálgama. A seguir, são citadas algumas dessas medidas.

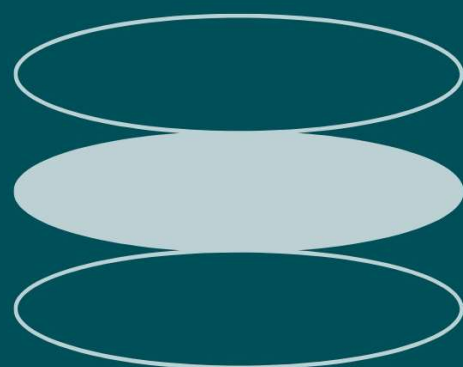
spray de água (refrigeração do instrumento rotatório) e sucção de alta potência devem ser usados na remoção de amálgama e no acabamento de restaurações novas;

MEDIDAS QUE PODEM AJUDAR NA

PREVENÇÃO À EXPOSIÇÃO

armazenar resíduos de amálgama em recipientes inquebráveis, hermeticamente fechados, contendo água, solução fixadora radiológica ou glicerina em seu interior, suficiente para cobrir os resíduos. Evite que o resíduo do amálgama encoste na parede seca do recipiente;

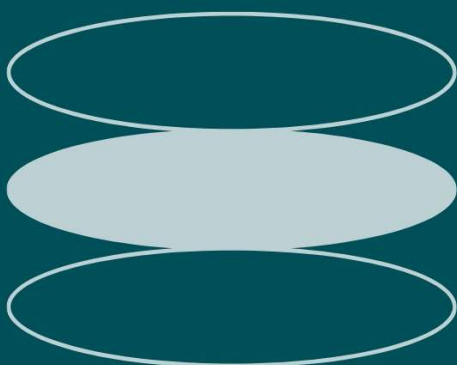
a renovação do ar ambiente do consultório com ar externo é uma medida simples e importante: quanto mais arejado for o ambiente, melhor;



não eliminar sobras de amálgama em lixo comum, cuspidreira ou pia;

ao confeccionar nova restauração de amálgama, aguardar ao menos 48h para realizar o polimento;

os pisos devem ser revestidos com material lavável e impermeável, que possibilite os processos de descontaminação e/ou limpeza, sem a presença de trincas, ou descontinuidades;



MEDIDAS QUE PODEM AJUDAR NA

PREVENÇÃO À EXPOSIÇÃO

caso a área de trabalho seja climatizada, substitua os filtros do ar-condicionado periodicamente;

muita atenção no manuseio do amálgama para evitar derramamentos;

não utilizar aspirador de pó para limpar derramamento de amálgama;

não utilizar produtos de limpeza comuns para limpar derramamento de amálgama;

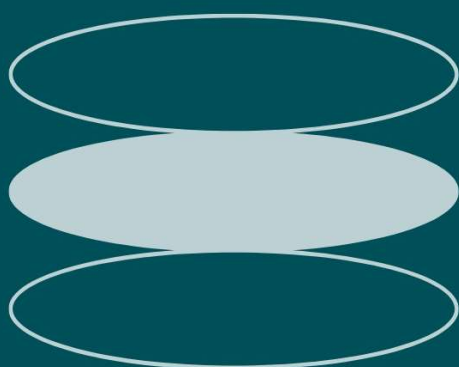
o instrumental usado na manipulação do mercúrio deve ser bem limpo antes do processo de esterilização;

MEDIDAS QUE PODEM AJUDAR NA

PREVENÇÃO À EXPOSIÇÃO

manter o ambiente sempre limpo, de acordo com as normas sanitárias;

proceder a remoção de restaurações utilizando instrumentos rotatórios de "carbide" em bom estado de corte e com adequada irrigação (refrigeração) perfazendo secções que facilitem sua remoção em pedaços e não por desgaste total da restauração;



a eventual remoção do amálgama de um paciente deve ser realizada somente em caso de real necessidade em benefício para a saúde.

REFERÊNCIAS

American Dental Association. Dental Mercury hygiene recommendations. JADA. 2003 nov;vol.134. doi: 10.14219/jada.archive.2003.0081.

ATSDR.cdc.gov [homepage on the Internet]. ATSDR's Substance Priority List.; 2020. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/spl/index.html>.

Babi D, Vasjari M, Celo V, Korovesi M. Some results on Hg content in hair in different populations in Albania. *The Science of the Total Environment*. 2000;259:55-60. doi: 10.1016/S0048-9697(00)00549-0.

Bennadi D, Kashinath KR, Kshetrimayum N, Reddy V. Occupational Hazards in Dentistry. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014 may/June;5(3). Disponível em: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84901245521&origin=inward&txGid=a058e40e45d0fcbdda692ad8d5a86eda>.

Bjørklund G, Hilt B, Dadar M, Lindh U, Aaseth J. Neurotoxic effects of mercury exposure in dental personnel. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*. 2019;124:568-574. doi: <https://doi.org/10.1111/bcpt.13199>.

De Jesus LF, Marinha MS, Moreira FR. Amálgama dentário: fonte de contaminação por mercúrio para a Odontologia e para o meio ambiente. *Cad. Saúde Colet*. 2010;18(4):509-15. Disponível em: http://www.cadernos.iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2010_4/artigos/CSC_v18n4_509-515.pdf.

De Oliveira CM, Nishiyama P, Gasparetto A, Machinski Junior M. Assessment of occupational exposure of dental professionals to mercury in dental offices of a public primary health care in Maringá, Paraná State, Brazil. *Acta Scientiarum. Health Sciences*. 2012;v34;Special Edition;p.233-238. doi: 10.4025/actascihealthsci.v34ispec.13428.

Grigoletto JC, Oliveira AS, Muñoz SIS, Alberguini LBA, Takayanagi AMM. Exposição ocupacional por uso de mercúrio em odontologia: uma revisão bibliográfica. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2008;13(2):533-542. doi: 10.1590/S1413-81232008000200029.

Hu H. Exposure to metals. *Occupational and Environmental Medicine*. 2000 dec; v.27;n4. doi: 10.1016/S0095-4543(05)70185-8.

Iavicoli I, et al. Biomonitoring of titanium, mercury, platinum, rhodium and palladium in dental health care workers. *Occupational Medicine*. 2004 november;54:564-566. doi: 10.1093/occmed/kqh109.

Jafari AJ, Esrafil A, Moradi Y, Mahmoudi N. Mercury level in biological samples of dentists in Iran: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*. 2020;18:1655-1669. doi: 10.1007/s40201-020-00558-w.

Kametani CK, Vicco F, Calixto-Junior C, Carvalho Neto FS, Campos EA, Pizzatto E. Contaminação mercurial: risco ocupacional ao cirurgião-dentista. *Rev Sul-Bras Odontol*. 2009 Dec;6(4):430-4. doi: <https://doi.org/10.21726/rsbo.v6i4.1250>.

Krahalil B, Rahravi H, Ertas N. Examination of urinary mercury levels in dentists in Turkey. *Human & Experimental Toxicology*. 2005;24:383-388. doi: 10.1191/0960327105ht5410a.

Lacerda RASV, Câmara VM, Setta BXB, De Oliveira DF. Odontologia do trabalho - estudo de caso sobre exposição e efeitos do mercúrio sobre a saúde de profissionais da área. *Rev. bras. Odontol*. 2002 jul/ago;V.59;n4;pp.227-230.

REFERÊNCIAS

Leggat PA, Chohanadisai S, Kukiattrakoon B, Yapong B, Kedjarune U. Occupational hygiene practices of dentists in southern Thailand. *International Dental Journal*. 2001; v.51; n1. doi: 10.1002/j.1875-595X.2001.tb00811.x.

Lima GA, De Oliveira MHP, Saquy PC, Villa TCS. A segurança e os riscos do mercúrio utilizado no amálgama dental. *Rev. paul. Odontol*. 2004 jul/ago; V.26; n4, pp. 23-27.

Mirza AJ, Javaid MA, Siddiqui AA, Alam MK, Alhobeira HA. Do Dentists Practicing in Karachi Follow Mercury Hygiene Recommendations?. 2018 feb; *International Medical Journal*.v.25;n1,pp.36-38. Disponível em: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85040839806&origin=inward&txGid=dfdce5f6ccaa42eb8755306cdfa728a8>.

Nagpal N, Bettiol SS, Isham A, Hoang H, Crocombe LA. A Review of Mercury Exposure and Health of Dental Personnel. *Safety and Health at Work*. 2017;1e10. doi: 10.1016/j.shaw.2016.05.007.

Richardson GM. Inhalation of Mercury-Contaminated Particulate Matter by Dentists: An Overlooked Occupational Risk. *Human and Ecological Risk Assessment*. 2003;v.9;n6;1519-1531. doi: <https://doi.org/10.1080/10807030390251010>.

Ritchie KA, et al. Mercury vapour levels in dental practices and body mercury levels of dentists and controls. *British Dental Journal*. 2004 nov;v197;n10. doi: 10.1038/sj.bdj.4811831.

Roth DM, Zechlinski G, Martino-Roth MG. Avaliação da genotoxicidade em Cirurgiões-Dentistas da cidade de Pelotas-RS através do teste de micronúcleos em células esfoliadas da mucosa bucal. *Rev Fac Odontol Bauru*. 2002;10(4):209-14. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-59072007000300004&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt.

Sawair FA, Hassoneh Y, Jamleh AO, Al-Rabab'ah M. Observance of proper mercury hygiene practices by Jordanian general dental practitioners. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. 2010;23(1):47-54. doi: 10.2478/v10001-010-0012-9.

Sutow EJ, Hall GC, Maclean CA. Effectiveness of wet and dry mercury vapour suppressant systems in a faculty of dentistry clinic. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2004;31;822-826. doi: 10.1111/j.1365-2842.2004.01302.x.

Trzcinka-Ochocka M, Gazewski A, Brodzka R. Exposure to mercury vapors in dental workers in Poland. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. 2007;20(2):147-154. doi: 10.2478/v10001-007-0017-1.

Warnick R, O'Connor A, Lamey B. Mercury vapour exposure during dental student training in amalgam removal. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2013;8:27. doi: 10.1186/1745-6673-8-27.

Warwick D, Young D, Palmer J, Ermel RW. Mercury vapor volatilization from particulate generated from dental amalgam removal with a high-speed dental drill – a significant source of exposure. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2019;14:22. doi: <https://doi.org/10.1186/s12995-019-0240-2>.

WHO.int [homepage on the Internet]. Mercury in Health Care. In WHO, Department of Protection of the Human Environment.; 2005. Disponível em: https://www.who.int/docs/default-source/wash-documents/mercury-in-health-care.pdf?sfvrsn=11857b44_15.

World Health Organization (WHO). International Programme on Chemical Safety (IPCS). "Inorganic mercury". *Environmental health criteria* 118. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 1991, 168 p.

APÊNDICE B – Lista com os 86 artigos selecionados, em ordem alfabética

Aaseth J, Hilt B, Bjørklund G. Mercury exposure and health impacts in dental personnel. *Environmental Research*. 2018 July;v.164:p.65–69. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.02.019>.

Altunkaynak BZ, et al. Effect of mercury vapor inhalation on rat ovary: Stereology and histopathology. *J. Obstet. Gynaecol. Res*. 2016 april;v.42;n4: 410–416. doi: 10.1111/jog.12911.

Altunkaynak ME, et al. A stereological and histopathological study of the effects of exposure of male rat testes to mercury vapor. *Biotechnic & Histochemistry*. 2015;90:7,529-534. doi: 10.3109/10520295.2015.1024739.

Al-Zubaidi ES, Rabee AM. The risk of occupational exposure to mercury vapor in some public dental clinics of Baghdad city, Iraq. *Inhalation Toxicology*. 2017;29:9,397-403. doi: 10.1080/08958378.2017.1369601.

American Dental Association. Dental Mercury hygiene recommendations. *JADA*. 2003 nov;vol.134. doi: 10.14219/jada.archive.2003.0081.

Anglen J, et al. Occupational mercury exposure in association with prevalence of multiple sclerosis and tremor among US dentists. 2015 september; *JADA*;146(9). doi: 10.1016/j.adaj.2015.05.016.

Aydin N, et al. Neuropsychological effects of low mercury exposure in dental staff in Erzurum, Turkey. *International Dental Journal*. 2003;53;85-91. doi: 10.1111/j.1875-595X.2003.tb00664.x.

Babi D, Vasjari M, Celo V, Korovesi M. Some results on Hg content in hair in different populations in Albania. *The Science of the Total Environment*. 2000;259;55-60. doi: 10.1016/S0048-9697(00)00549-0.

Bennadi D, Kashinath KR, Kshetrimayum N, Reddy V. Occupational Hazards in Dentistry. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014 may/June;5(3). Disponível em: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84901245521&origin=inward&txGid=a058e40e45d0fcbdda692ad8d5a86eda>.

Bjørklund G, Hilt B, Dadar M, Lindh U, Aaseth J. Neurotoxic effects of mercury exposure in dental personnel. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*. 2019;124:568–574. doi: <https://doi.org/10.1111/bcpt.13199>.

Canto-Pereira LHM, et al. Visual impairment on dentists related to occupational mercury exposure. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 2005;19;517–522. doi: 10.1016/j.etap.2004.12.015.

Da Silva ICM, et al. Variação diária da exposição ao mercúrio entre assistentes e estagiários em um consultório dentário. *Rev. bras. odontol.* 2014 jan/jun;v.71:n.1,p.17-21. Disponível em: http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-72722014000100004.

De Jesus LF, Marinha MS, Moreira FR. Amálgama dentário: fonte de contaminação por mercúrio para a Odontologia e para o meio ambiente. *Cad. Saúde Colet.* 2010;18(4):509-15. Disponível em: http://www.cadernos.iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2010_4/artigos/CSC_v18n4_509-515.pdf.

De Jesus LF, Moreira FR. Impact of exposure to low levels of mercury on the health of dental workers. *Acta Scientiarum. Health Sciences.* 2016 July-Dec;v. 38,n. 2,p.219-229. doi: 10.4025/actascihealthsci.v38i2.28950.

De Oliveira CM, Nishiyama P, Gasparetto A, Machinski Junior M. Assessment of occupational exposure of dental professionals to mercury in dental offices of a public primary health care in Maringá, Paraná State, Brazil. *Acta Scientiarum. Health Sciences.* 2012;v34;Special Edition;p.233-238. doi: 10.4025/actascihealthsci.v34ispec.13428.

Decharat S, Phethuayluk P, Maneelok S, Thepaksorn P. Determination of Mercury Exposure among Dental Health Workers in Nakhon Si Thammarat Province, Thailand. *Journal of Toxicology.* 2014; doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/401012>.

Duncan A, O'Reilly DS, McDonald EB, Watkins TR, Taylor M. Thirty-five year review of a mercury monitoring service for Scottish dental practices. *British Dental Journal.* 2011. doi: 10.1038/sj.bdj.2011.49.

Echeverria D, et al. Chronic low-level mercury exposure, BDNF polymorphism, and associations with cognitive and motor function. *Neurotoxicology and Teratology.* 2005;27;781-796. doi: 10.1016/j.ntt.2005.08.001.

Echeverria D, et al. The association between a genetic polymorphism of coproporphyrinogen oxidase, dental mercury exposure and neurobehavioral response in humans. *Neurotoxicology and Teratology.* 2006;28;39-48. doi: 10.1016/j.ntt.2005.10.006.

Echeverria D. Mercury and dentists. *Occup Environ Med.* 2002;editorial. doi: 10.1136/oem.59.5.285.

Farahat SA, Rashed LA, Zawilla NH, Farouk SM. Effect of occupational exposure to elemental mercury in the amalgam on thymulin hormone production among dental staff. *Toxicology and Industrial Health.* 2009;25:159-167. doi: 10.1177/0748233709105270.

Faria MAM. Mercuralismo metálico crônico ocupacional. *Rev Saúde Pública.* 2003;37(1):116-27. doi: 10.1590/s0034-89102003000100017.

Franzblau A, et al. Low-level mercury exposure and peripheral nerve function. *NeuroToxicology*. 2012;299–306. doi: 10.1016/j.neuro.2012.02.009.

Gioda A, Hanke G, Elias-Boneta A, Jiménez-Velez B. A pilot study to determine mercury exposure through vapor and bound to PM10 in a dental school environment. *Toxicology and Industrial Health*. 2007;23:103-113. doi: 10.1177/0748233707078219.

Girgin C, et al. Mercury exposure, neopterin profile, and tryptophan degradation in dental technicians. *Pteridines*. 2022;33:32-38. doi: <https://doi.org/10.1515/pteridines-2022-0040>.

Goodrich JM, Basu N, Franzblau A, Dolinoy DC. Mercury Biomarkers and DNA Methylation Among Michigan Dental Professionals. *Environmental and Molecular Mutagenesis*. 2013b;54:195-203. doi: 10.1002/em.21763.

Goodrich JM, Chou HN, Gruninger SE, Franzblau A, Basu N. Exposures of dental professionals to elemental mercury and methylmercury. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2016; 26;78–85. doi: 10.1038/jes.2015.52.

Goodrich JM, et al. Glutathione enzyme and selenoprotein polymorphisms associate with mercury biomarker levels in Michigan dental professionals. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 2011;257;301-308. doi: 10.1016/j.taap.2011.09.014.

Goodrich JM, et al. Methylmercury and elemental mercury differentially associate with blood pressure among dental professionals. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2013a;216;195–201. doi: 10.1016/j.ijheh.2012.03.001.

Grigoletto JC, Oliveira AS, Muñoz SIS, Alberguini LBA, Takayanagui AMM. Exposição ocupacional por uso de mercúrio em odontologia: uma revisão bibliográfica. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2008;13(2):533-542. doi: 10.1590/S1413-81232008000200029.

Guzzi G, Pigatto PG, Ronchi A, Minoia C. Exposure to mercury among Norwegian dentists and dental healthcare personnel. *Scand J Work Environ Health*. 2010;36(5):430–431. doi: 10.5271/sjweh.2907.

Harakeh S, Sabra N, Kassak K, Doughan B, Sukhn C. Mercury and Arsenic Levels Among Lebanese Dentists: A Call for Action. *Bull. Environ. Contam. Toxicol*. 2003;70:629–635. doi: 10.1007/s00128-003-0031-3.

Harakeh S, Sabra N, Kassak K, Doughan B. Factors influencing total mercury levels among Lebanese dentists. *The Science of the Total Environment*. 2002;297;153–160. doi: 10.1016/S0048-9697(02)00131-6.

Heyer NJ, Echeverria D, Farin FM, Woods JS. The Association Between Serotonin Transporter Gene Promoter Polymorphism (5-HTTLPR), Self-Reported Symptoms, and Dental Mercury Exposure. *Journal of Toxicology and Environmental Health*. 2008;Part A, 71;1318-1326. doi: 10.1080/15287390802240850.

Heyer NJ, Echeverria D, Martin MD, Farin FM, Woods JS. Catechol O-Methyltransferase (COMT) VAL158MET Functional Polymorphism, Dental Mercury Exposure, and Self-Reported Symptoms and Mood. *J Toxicol Environ Health A*. 2009;72(9):599–609. doi: 10.1080/15287390802706405.

Heyer NJ, et al. Chronic Low-Level Mercury Exposure, BDNF Polymorphism, and Associations with Self-Reported Symptoms and Mood. *Toxicological sciences*. 2004;81:354–363. doi: 10.1093/toxsci/kfh220.

Hilt B, et al. Occurrence of cognitive symptoms in dental assistants with previous occupational exposure to metallic mercury. *NeuroToxicology*. 2009;30:1202-1206. doi: 10.1016/j.neuro.2009.04.012.

Horsted-Bindslev P. Amalgam toxicity-environmental and occupational hazards. *Journal of Dentistry*. 2004;32:359–365. doi:10.1016/j.jdent.2004.02.002.

Hu H. Exposure to metals. *Occupational and Environmental Medicine*. 2000 dec; v.27;n4. doi: 10.1016/S0095-4543(05)70185-8.

Iavicoli I, et al. Biomonitoring of titanium, mercury, platinum, rhodium and palladium in dental health care workers. *Occupational Medicine*. 2004 november;54:564–566. doi: 10.1093/occmed/kqh109.

Jafari AJ, Esrafil A, Moradi Y, Mahmoudi N. Mercury level in biological samples of dentists in Iran: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*. 2020;18:1655–1669. doi: 10.1007/s40201-020-00558-w.

Jamil N, et al. Use of Mercury in Dental Silver Amalgam: An Occupational and Environmental Assessment. *BioMed Research International*. 2016. doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/6126385>.

Jones L, Bunnell J, Stillman J. A 30-year follow-up of residual effects on New Zealand School Dental Nurses, from occupational mercury exposure. *Human & Experimental Toxicology*. 2007;26:367–374. doi: 10.1177/0960327107076824.

Joshi A, et al. The Relationship Between Amalgam Restorations and Mercury Levels in Male Dentists and Nondental Health Professionals. *Journal of Public Health Dentistry*. 2003;v.63,n.1. doi: 10.1111/j.1752-7325.2003.tb03474.x.

Kametani CK, Vicco F, Calixto-Junior C, Carvalho Neto FS, Campos EA, Pizzatto E. Contaminação mercurial: risco ocupacional ao cirurgião-dentista. *Rev Sul-Bras Odontol*. 2009 Dec;6(4):430-4. doi: <https://doi.org/10.21726/rsbo.v6i4.1250>.

Krahalil B, Rahravi H, Ertas N. Examination of urinary mercury levels in dentists in Turkey. *Human & Experimental Toxicology*. 2005;24:383-388. doi: 10.1191/0960327105ht541oa.

Lacerda RASV, Câmara VM, Setta BXB, De Oliveira DF. Odontologia do trabalho - estudo de caso sobre exposição e efeitos do mercúrio sobre a saúde de profissionais da área. *Rev. bras. Odontol.* 2002 jul/ago;V.59;n4;pp.227-230.

Leggat PA, Chowanadisai S, Kukiattrakoon B, Yapong B, Kedjarune U. Occupational hygiene practices of dentists in southern Thailand. *International Dental Journal.* 2001; v.51; n1. doi: 10.1002/j.1875-595X.2001.tb00811.x.

Lima GA, De Oliveira MHP, Saquy PC, Villa TCS. A segurança e os riscos do mercúrio utilizado no amálgama dental. *Rev. paul. Odontol.* 2004 jul/ago; V.26; n4, pp. 23-27.

Manyani A, Chaou H, Rhalem N, Soulaymani A, Bencheikh RS. Dental amalgam risks in dental staff: systematic review. *E3S Web of Conferences.* 2021; 319. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202131901001>.

Millán MAP, Correa FG. Determination of mercury in urine of Mexican dentists. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry.* 2002;v.254;n.2;305-309. doi: 10.1023/A:1021675900453.

Mirza AJ, Javaid MA, Siddiqui AA, Alam MK, Alhobeira HA. Do Dentists Practicing in Karachi Follow Mercury Hygiene Recommendations? 2018 feb; *International Medical Journal.* v.25;n1,pp.36-38. Disponível em: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85040839806&origin=inward&txGid=dfdce5f6ccea42eb8755306cdfa728a8>.

Morton J, Mason HJ, Ritchie KA, White M. Comparison of hair, nails and urine for biological monitoring of low level inorganic mercury exposure in dental workers. *Biomarkers.* 2004 jan/feb; v.9;n1; 47/55. doi: 10.1080/13547500410001670312.

Nagpal N, Bettiol SS, Isham A, Hoang H, Crocombe LA. A Review of Mercury Exposure and Health of Dental Personnel. *Safety and Health at Work.* 2017;1e10. doi: 10.1016/j.shaw.2016.05.007.

Neghab M, Choobineh A, Hassan Zadeh J, Ghaderi E. Symptoms of Intoxication in Dentists Associated with Exposure to Low Levels of Mercury. *Industrial Health.* 2011;49;249-254. doi: 10.2486/indhealth.MS1214.

Ngim C, Ngim AD. Health and safety in the dental clinic—Hygiene regulations for use of elemental mercury in the protection of rights, safety and well-being of the patients, workers and the environment. *Singapore Dental Journal.* 2013;34;19–24. doi: 10.1016/j.sdj.2013.11.004.

Oikawa T, Pinheiro MC, Vaz LBF, Toda KS. Avaliação dos teores de mercúrio na urina dos graduandos de odontologia. *Revista Paraense de Medicina.* 2007 julho-setembro;V.21(3). Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-59072007000300004&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt.

Olfert SM. Reproductive Outcomes among Dental Personnel: A Review of Selected Exposures. *J Can Dent Assoc.* 2006; 72(9):821–5. Disponível em: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-33751018536&origin=inward&txGid=c6acead5516067b422a852ab9e04f27c>.

Park RM, et al. Potential Occupational Risks for Neurodegenerative Diseases. *American Journal of Industrial Medicine.* 2005;48:63–77. doi: 10.1002/ajim.20178.

Richardson GM, et al. Mercury vapour (Hg⁰): Continuing toxicological uncertainties, and establishing a Canadian reference exposure level. *Regulatory Toxicology and Pharmacology.* 2009;53:32–38. doi: 10.1016/j.yrtph.2008.10.004.

Richardson GM. Inhalation of Mercury-Contaminated Particulate Matter by Dentists: An Overlooked Occupational Risk. *Human and Ecological Risk Assessment.* 2003;v.9;n6;1519-1531. doi: <https://doi.org/10.1080/10807030390251010>.

Ritchie KA, et al. Health and neuropsychological functioning of dentists exposed to mercury. *Occup Environ Med.* 2002;59:287-293. doi: 10.1136/oem.59.5.287.

Ritchie KA, et al. Mercury vapour levels in dental practices and body mercury levels of dentists and controls. *British Dental Journal.* 2004 nov;v197;n10. doi: 10.1038/sj.bdj.4811831.

Roberts HW, Leonard D, Osborne J. Potential health and environmental issues of mercurycontaminated amalgamators. 2001 january; *JADA*;v.132.

Rojas M, Seijas D, Agreda O, Rodriguez M. Biological monitoring of mercury exposure in individuals referred to a toxicological center in Venezuela. *Science of the Total Environment.* 2006;354;278-285. doi: 10.1016/j.scitotenv.2005.01.023.

Roth DM, Zechlinski G, Martino-Roth MG. Avaliação da genotoxicidade em Cirurgiões-Dentistas da cidade de Pelotas-RS através do teste de micronúcleos em células esfoliadas da mucosa bucal. *Rev Fac Odontol Bauru.* 2002;10(4):209-14. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-59072007000300004&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt.

Samir AM, Aref WM. Impact of occupational exposure to elemental mercury on some antioxidative enzymes among dental staff. *Toxicology and Industrial Health.* 2011;27(9);779-786. doi: 10.1177/0748233710397420.

Sawair FA, Hassoneh Y, Jamleh AO, Al-Rabab'ah M. Observance of proper mercury hygiene practices by Jordanian general dental practitioners. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health.* 2010;23(1):47–54. doi: 10.2478/v10001-010-0012-9.

Shirkhanloo H, Mehrjerdi MAF, Hassani H. Identifying occupational and nonoccupational exposure to mercury in dental personnel. *Archives of Environmental & Occupational Health.* 2017 Mar;72(2):63-69. doi: 10.1080/19338244.2014.964391.

Sletvold H, Svendsen K, ASS O, Syversen T, Hilt B. Neuropsychological function and past exposure to metallic mercury in female dental workers. *Scandinavian Journal of Psychology*. 2012;53;136-143. doi: 10.1111/j.1467-9450.2011.00929.x.

Stone ME, Cohen ME, Debban BA. Mercury vapor levels in exhaust air from dental vacuum systems. *Dental Materials*. 2007; 23; 527-532. doi: 10.1016/j.dental.2006.03.011.

Stonehouse CA, Newman AP. Mercury vapour release from a dental aspirator. *British Dental Journal*. 2001 may;v.190;n10;558–560. Disponível em: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0035954174&doi=10.1038%2fsj.bdj.4801034a&origin=inward&txGid=de7773e03475b35469e7074aa78695b0>.

Sutow EJ, Hall GC, Maclean CA. Effectiveness of wet and dry mercury vapour suppressant systems in a faculty of dentistry clinic. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2004;31;822–826. doi: 10.1111/j.1365-2842.2004.01302.x.

Svendsen K, Syversen T, Philos, Melø I, Hilt B. Historical exposure to mercury among Norwegian dental personnel. *Scand J Work Environ Health*. 2010;36(3):231–241. doi: 10.5271/sjweh.2878.

Tezel H, Ertas OS, Ozata F, Erakin C, Kayali A. Blood mercury levels of dental students and dentists at a dental school. *British Dental Journal*. 2001 october;v.191;n8. doi: 10.1038/sj.bdj.4801205a.

Thygesen LC, Flachs EM, Hanehøj K, Kjuus H, Juel K. Hospital admissions for neurological and renal diseases among dentists and dental assistants occupationally exposed to mercury. *Occup Environ Med*. 2011;68:895e901. doi: 10.1136/oem.2010.064063.

Trzcinka-Ochocka M, Gazewski A, Brodzka R. Exposure to mercury vapors in dental workers in Poland. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*. 2007;20(2):147-154. doi: 10.2478/v10001-007-0017-1.

Venkatesh A, Anuradha B, Mitthra S, Sanjana T. Occupational Hazards in Dentistry-A Review. *Indian Journal of Public Health Research & Development*. 2019 december; v10,n12. doi: 10.37506/v10/i12/2019/ijphrd/192325.

Wang T, et al. An investigation of modifying effects of single nucleotide polymorphisms in metabolism-related genes on the relationship between peripheral nerve function and mercury levels in urine and hair. *Sci Total Environ*. 2012 Feb;15:417-418:32-8. doi: 10.1016/j.scitotenv.2011.12.019.

Warnick R, O'Connor A, Lamey B. Mercury vapour exposure during dental student training in amalgam removal. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2013;8:27. doi: 10.1186/1745-6673-8-27.

Warwick D, Young D, Palmer J, Ermel RW. Mercury vapor volatilization from particulate generated from dental amalgam removal with a high-speed dental drill – a significant source of exposure. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2019;14-22. doi: <https://doi.org/10.1186/s12995-019-0240-2>.

Woods JS, et al. The association between genetic polymorphisms of coproporphyrinogen oxidase and an atypical porphyrinogenic response to mercury exposure in humans. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 2005;206;113-120. doi: 10.1016/j.taap.2004.12.016.

Xu W, et al. Associations between mercury exposure with blood pressure and lipid levels: A cross-sectional study of dental professionals. *Environmental Research*. 2023;220;115229. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115229>.

Yazdaniana M, Ghanizadehb G, Rastgooc S, Shokouh SMH. Evaluation of kidney function and oxidative stress biomarkers in prolonged occupational exposure with mercury in dentists. *Gene Reports*. 2020;19;100627. doi: <https://doi.org/10.1016/j.genrep.2020.100627>.

Yilmaz H, et al. Exposure to mercury among dental health workers in Turkey: Correlation with amalgam work and own fillings. *Toxicology and Industrial Health*. 2015;v.31(10);951-954. doi: 10.1177/0748233713484652.

Yuvaraj A, Kavitha S, Gayathri R. Knowledge and Awareness of Mercury Spill Management Among Dental Students. *Int. J. Res. Pharm. Sci*. 2020;11 (SPL3);514-521. doi: <https://doi.org/10.26452/ijrps.v11iSPL3.2975>.