Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

"Exposição ocupacional ao mercúrio em trabalhadores do ambulatório odontológico de um Posto de Atendimento Médico"

por

Lêda Diva Freitas de Jesus

Dissertação apresentada com vistas à obtenção do título de Mestre em Ciências na área de Saúde Pública.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Maria de Fátima Ramos Moreira

Rio de Janeiro, março de 2011.

Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

Esta dissertação, intitulada

"Exposição ocupacional ao mercúrio em trabalhadores do ambulatório odontológico de um Posto de Atendimento Médico"

apresentada por

Lêda Diva Freitas de Jesus

foi avaliada pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.ª Dr.ª Rúbia Kuno

Prof. Dr. Josino Costa Moreira

Prof.ª Dr.ª Maria de Fátima Ramos Moreira – Orientadora

Dissertação defendida e aprovada em 17 de março de 2011.

Catalogação na fonte
Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica
Biblioteca de Saúde Pública

J58 Jesus, Leda Diva Freitas de
Exposição ocupacional ao mercúrio em trabalhadores do ambulatório odontológico de um Posto de Atendimento Médico. / Leda Diva Freitas de Jesus. Rio de Janeiro: s.n., 2011.
xix,128 f., il., tab.

Orientador: Moreira, Maria de Fátima Ramos
Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2011

1. Amálgama Dentário. 2. Mercúrio. 3. Exposição Ocupacional. 4. Odontologia. I. Título.

CDD - 22.ed. – 615.925663

DEDICATÓRIA

A Manoel e Leda, meus pais (in memoriam), que ficariam felizes e orgulhosos.
A Bianca e Cristina, minhas filhas, e a Derildo, meu marido, pela compreensão e apoio.

AGRADECIMENTOS

À Prof.ª Dr.ª Maria de Fátima Ramos Moreira, minha orientadora, pela oportunidade que me deu e pelo muito que me ensinou.

Ao Prof. Dr. Josino Costa Moreira pela participação nas bancas de qualificação do projeto e de defesa da dissertação.

À Prof.ª Dr.ª Mônica Maria Bastos Paoliello pela participação na banca de qualificação do projeto, assim como pelas valiosas sugestões apresentadas.

À Profª Rúbia Kuno pela participação na banca de defesa da dissertação.

Aos funcionários do setor de metais do laboratório de toxicologia do CESTEH, Fernanda Baptista, Fernanda Kelly, Regina Gomes, Renato Borges e Sayonara Azevedo, pelo trabalho fundamental de análise das amostras.

À Secretaria Municipal de Saúde e Defesa Civil do Rio de Janeiro, pela autorização para o desenvolvimento do estudo em uma de suas unidades.

Ao diretor do Posto de Atendimento Médico (PAM) onde o estudo foi desenvolvido, pela autorização concedida.

À coordenadora do serviço odontológico do PAM onde o trabalho foi desenvolvido, pelo apoio dado durante todo o estudo.

Aos colegas cirurgiões-dentistas, técnicos em saúde bucal e auxiliares em saúde bucal que aceitaram participar do estudo.

Aos professores do curso de mestrado em saúde pública da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca / Fundação Oswaldo Cruz, pelos ensinamentos.

Aos colegas do curso de mestrado, pela convivência agradável, especialmente Marden Samir Santa Marinha, pela parceria nos artigos e trabalhos para congressos, e Nei Santos Duarte, pelo auxílio nas questões relacionadas à informática.

Aos funcionários da secretaria de gestão acadêmica e da biblioteca da Escola Nacional de Saúde Pública, assim como aos funcionários da secretaria e da biblioteca do CESTEH, pelo apoio institucional.

A todas as pessoas que me auxiliaram de alguma forma.

À Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca / Fundação Oswaldo Cruz, por ter-me aberto a porta para o mundo da ciência e pelo auxílio financeiro.

A todos, o meu muito obrigada.

“É melhor tentar e falhar do que preocupar-se e ver a vida passar. É melhor tentar, ainda que em vão, que sentar-se fazendo nada até o final. Eu prefiro na chuva caminhar, que em tristes dias em casa esconder-me. Prefiro ser feliz, embora louco, que em conformidade viver...”.

(Martin Luther King)

SUMÁRIO

PÁG

1 INTRODUÇÃO 1
2 OBJETIVOS 3
2.1 Geral 3
2.2 Específicos 3
3 JUSTIFICATIVA 4
4 MERCÚRIO 6
4.1 Características 6
4.2 Principais usos e aplicações 7
4.3 Fontes de contaminação 8
4.3.1 Ar 8
4.32. Solo 9
4.3.3 Água 9
4.4 Vias de exposição 10
4.4.1 Respiratória 10
4.4.2 Oral 10
4.4.3 Dérmica 10
4.5 Exposição ocupacional 10
4.6 Toxicocinética 11
4.6.1 Mercúrio metálico 12
4.6.1.1 Absorção 12
4.6.1.1.1 Por inalação 12
4.6.1.1.2 Oral 12
4.6.1.1.3 Dérmica 13
4.6.1.2 Distribuição 13
4.6.1.2.1 Por inalação 14
4.6.1.2.2 Oral 14
4.6.1.2.3 Dérmica 14
4.6.1.3 Metabolismo 14
4.6.1.4 Eliminação e excreção 15
4.6.2 Sais inorgânicos de mercúrio 16

. 4.6.2.1 Absorção 16
4.6.2.2 Distribuição 16
4.6.2.3 Eliminação 16
4.6.3 Compostos orgânicos de mercúrio 16
4.6.3.1 Absorção 16
4.6.3.2 Distribuição 17
4.6.3.3 Eliminação 17
4.7 Toxicodinâmica 17
4.8 O mercúrio metálico e a odontologia 20
5 AMÁLGAMA DENTÁRIO 22
5.1 Características 22
5.2 Usos e aplicações 25
5.3 O amálgama e o meio ambiente 27
6 TOXICOVIGILÂNCIA 30
6.1 Avaliação da exposição ambiental 32
6.2 Avaliação biológica 32
6.2.1 Urina 32
6.2.2 Sangue 32
6.2.3 Cabelo 33
6.2.4 Respiração 33
6.3 Avaliação da exposição ocupacional 33
6.3.1 Limites de exposição ocupacional 34
7 MATERIAL E MÉTODOS 39
7.1 Tipo de estudo 39
7.2 Questão de estudo 39
7.3 Local de estudo 39
7.4 População de estudo 40
7.4.1 Critérios de seleção da população 40
7.4.1.1 Inclusão 40
7.4.1.2 Exclusão 40
7.4.2 Aspectos éticos 40
7.5 Experimental 41
7.5.1 Coleta de dados 41

7.5.1.1 Pré-teste 43
7.5.2 Instrumental 44
7.5.3 Descontaminação do material 44
7.5.4 Reagentes e soluções 45
7.5.5 Preparação das amostras 45
7.5.6 Coleta de amostras biológicas e ambientais 46
7.5.6.1 Coleta e conservação de amostras em humanos 46
7.5.6.2 Coleta e conservação de amostras ambientais 47
7.5.6.2.1 Coleta ativa de ar 47
7.5.6.2.2 Coleta passiva de ar 48
7,5,7 Saúde, trabalho e ambiente 50
7.5.8 Análise estatística 51
8 RESULTADOS E DISCUSSÃO 52
8.1 Descrição do local de estudo 52
8.2 Descrição da população de estudo 57
8.3 Caracterização da população de estudo 59
8.3.1 PAM 59
8.3.2 Consultórios particulares 60
8.4 Características de morbidade 61
8.4.1 Testes CAGE, Q16 e dados de morbidade 62
8.4.1.1 PAM 62
8.4.1.1.1 Cirurgiões-dentistas 62
8.4.1.1.2 Auxiliares 63
8.4.1.2 Consultórios particulares 63
8.4.2 Sintomatologia observada 64
8.4.2.1 Sintomas neuropsíquicos 64
8.4.2.2 Sintomas relacionados ao aparelho reprodutor feminino 66
8.4.2.3 Sintomas dermatológicos 67
8.4.2.4 Sintomas gastrintestinais 68
8.5 Amostras de urina 68
8.5.1 PAM 69
8.5.2 Grupo controle 70
8.6 Coleta ativa de ar por meio de impingers 71

8.6.1 PAM 71
8.6.2 Grupo controle 72
8.7 Coleta passiva de ar por meio de amostradores tipo emblema 75
8.8 Significância estatística 79
8.8.1 Hipóteses 79
8.8.1.1 Urina 80
8.8.1.1.1 Teste Levene 80
8.8.1.1.2 Teste *t* de Student 81
8.8.1.2 Impinger 82
8.8.1.2.1 Teste Levene 82
8.8.1.2.2 Teste *t* de Student 82
8.8.1.3 Amostradores passivos 82
8.8.2 Correlação entre variáveis 83
8.8.2.1 Coeficiente de Correlação de Spearman 84
8.8.2.1.1 Hg-Urina X Hg-Impinger 84
8.8.2.1.2 Hg-Urina X Sexo 85
8.8.2.1.3 Hg-Urina X Tempo de exposição 85
8.9 Manipulação, armazenamento e descarte do mercúrio 86
8.10 Manipulação, armazenamento e descarte dos resíduos de amálgama 88
8.11 Biossegurança 92
9 CONCLUSÕES 99
REFERÊNCIAS 101
ANEXOS 118

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

		PÁG
Figura 1	Amálgama em cápsulas	23
Figura 2	Amalgamador capsular	23
Figura 3	Balança para Hg e limalha	24
Figura 4	Gral e pistilo	24
Figura 5	Remoção de excesso de Hg	24
Figura 6	Amalgamador volumétrico	25
Figura 7	Potes Dappen de vidro, nylon e silicone	25
Figura 8	A mesma arcada dentária: Antes – com obturações de amálgama de prata; Depois – com obturações de resina fotopolimerizável	27
Figura 9	Sistema de captura de Hg em efluentes líquidos e petróleo desenvolvido no COPPE/UFRJ	29
Figura 10	Sistema de captura de Hg em efluentes líquidos e petróleo desenvolvido no COPPE/UFRJ	29
Figura 11	Sistema de coleta ativa de ar	48
Figura 12	Coleta ativa de ar no PAM com uso de impingers	48
Figura 13	Conjunto completo de amostrador passivo para Hg.....	49
Figura 14	Amostradores passivos / dosímetros tipo emblema para Hg inorgânico ...	50
Figura 15	Amostradores passivos / dosímetros tipo emblema para Hg inorgânico ...	50
Figura 16	Método OSHA ID 140.....	50
Figura 17	Corredor ao longo dos consultórios	53
Figura 18	Sala de apoio	53
Figura 19	Consultório odontológico no PAM	53
Figura 20	Almoxarifado da odontologia	56
Figura 21	Almoxarifado da odontologia	56
Figura 22	Almoxarifado da odontologia	56
Figura 23	Teste *t* de Student para [Hg] entre amostras de urina dos CDs do PAM e CDs do grupo controle	81
Figura 24	Teste *t* de Student para [Hg] entre amostras de ar coletadas por impingers no PAM e nos consultórios dos CDs do grupo controle	82
Figura 25	Resíduos de amálgama	89

Figura 26 Pote de plástico contendo água onde eram imersos os resíduos de amálgama do PAM 89
Figura 27 Separação dos componentes dos resíduos de amálgama de prata no laboratório de gerenciamento de resíduos odontológicos 90
Figura 28 EPI - luvas de látex descartáveis, touca descartável, jaleco de mangas compridas, máscara, óculos de proteção 93
Figura 29 Sugador tipo “ponta da Suécia” 97
Figura 30 Sugador tipo “ponta da Suécia” 97
Figura 31 Máscara com filtro especial 97
Figura 32 Máscara com filtro 97
Figura 33 Aspirador de aerossóis 97
Figura 34 Aspirador de aerossóis 97
Figura 35 Purificador de ar para consultório odontológico 98
Figura 36 Purificador de ar para consultório odontológico 98

LISTA DE TABELAS

PÁG

Tabela 1 NR-7: Parâmetros para controle biológico da exposição ocupacional a agentes químicos 35

Tabela 2 NR-15: limite de tolerância e grau de insalubridade para exposição ocupacional ao Hg 35

Tabela 3 Limites de Exposição Ocupacional ao Hg segundo a ACGIH / 2009 36

Tabela 4 Limites de Exposição Ocupacional ao Hg, segundo instituição regulamentadora 38

Tabela 5 Concentração de vapor de Hg emanada durante os procedimentos relacionados a obturações de amálgama dentário 38

Tabela 6 Distribuição da população estudada segundo função, especialidade e exposição ao Hg 58

Tabela 7 Distribuição da população estudada, segundo sexo 60

Tabela 8 Distribuição da população estudada, segundo média de idade 60

Tabela 9 Distribuição da população estudada, segundo estado civil 61

Tabela 10 Distribuição da população estudada, segundo tempo de exercício da profissão 61

Tabela 11 Distribuição das características profissionais na população estudada 61

Tabela 12 Prevalência de morbidade geral na população estudada 64

Tabela 13 Concentração de Hg nas amostras de urina, em µg Hg L^{-1}, segundo a função dos participantes e exposição ao Hg 70

Tabela 14 Dados descritivos da concentração de Hg nas amostras de urina da população estudada 71

Tabela 15 Concentração de Hg nas amostras de ar coletadas com impingers, em µg m^{-3}, segundo o local de coleta 74

Tabela 16 Dados descritivos da concentração de Hg nas amostras de ar dos ambientes estudados coletadas por impingers 74

Tabela 17 Concentração de Hg nas amostras de ar coletadas com amostradores passivos, em µg Hg m^{-3}, segundo a função dos participantes 75

Tabela 18 Dados descritivos da concentração de Hg nas amostras de ar dos ambientes estudados coletadas por amostradores passivos 76

Tabela 19 Concentração ambiental de Hg em µg m^{-3}, segundo o tempo real de coleta com impingers e estimativa do tempo médio ponderado (TLV – TWA) 78
Tabela 20 Concentração média ambiental de Hg em µg m^{-3}, segundo o tempo real de coleta com impingers e estimativa do tempo médio ponderado (TLV – TWA) 78

LISTA DE SÍMBOLOS

[Hg]	Concentração de mercúrio
µg L^{-1}	Micrograma por litro
µg m^{-3}	Micrograma por metro cúbico
Ag	Prata
C	Carbono
F	Teste Levene
H_0	Hipótese nula
H_1	Hipótese alternativa
H_2SO_4	Ácido sulfúrico
HCl	Ácido clorídrico
Hg	Mercúrio
Hg^0	Mercúrio metálico ou elementar
Hg^+	Íon mercuroso
Hg^{2+}	Íon mercúrico / divalente
Hg-I	Concentração de mercúrio nos impingers
Hg-P	Concentração de mercúrio nos amostradores passivos
Hg-U	Concentração de mercúrio na urina
HNO_3 ……..	Ácido nítrico
$KMnO_4$	Permanganato de Potássio
mL	Mililitro
$NaBH_4$	Borohidreto de sódio
NAG	N-acetyl-β-glucosaminasidase
NaOH	Hidróxido de sódio
ppm	Parte por milhão
Sn	Estanho
t ……	Teste *t* de Student
ρ	Coeficiente de Correlação de Spearman

LISTA DE ABREVIATURAS

a.C	Antes de Cristo
ASB	Auxiliar em Saúde Bucal
CEO	Centro de Especialidades Odontológicas
CD	Cirurgião(ã)-Dentista
DORT	Distúrbio Osteomuscular Relacionado ao Trabalho
EAS	Estabelecimento Assistencial de saúde
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IBE	Índice Biológico de Exposição
IBMP	Índice Biológico Máximo Permitido
GL	grau de liberdade
LEO	Limite de Exposição Ocupacional
LTB	Limite de Tolerância Biológica
MA	Monitoramento ambiental
MB	Monitoramento biológico
PAM	Posto de Atendimento Médico
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PGRSS	Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RSS	Resíduos dos Serviços de Saúde
SNC	Sistema nervoso central
SPSS ……	Statistical Package for the Social Sciences
TSB	Técnico(a) em Saúde Bucal
TLV	Valor Limite de Exposição ou Valor Limite de Tolerância
TLV-C	Valor-Teto ou Limite de Tolerância
TLV-STEL	Limite de Curta Exposição
TWA	Média Ponderada pelo Tempo
UTS	Unidades de Tratamento de Saúde
VR	Valor de Referência

LISTA DE SIGLAS

ACGIH ……	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
ADA ……	American Dental Association
ANSI ……	American National Standards Institute
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ARPANSA	Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency
ATSDR ……	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
CE	Comissão Europeia
CEE	Comunidade Econômica Europeia
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CESTEH	Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana
CFO	Conselho Federal de Odontologia
CICAD	Concise International Chemical Assessment
COMLURB	Companhia de Limpeza Urbana
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPPE/UFRJ ..	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro
CRO-RJ	Conselho Regional de Odontologia do Rio de Janeiro
ENSP	Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca
EUA	Estados Unidos da América
FDA …….	U.S. Food and Drug Administration
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
HSE …….	Health and Safety Executive
IAOMT ……	International Academy of Oral Medicine and Toxicology
KDHE ……..	Kansas Department of Health & Environment
LAGRO	Laboratório de Gerenciamento de Resíduos Odontológicos
MDA	Medical Devices Agency
MS	Ministério da Saúde
TEM	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Normas Regulamentadoras da Associação Brasileira de Normas Técnicas
NIOSH …….	National Institute for Occupational Safety and Health
NR	Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego

OEHHA ……... Office Environmental Health Hazard Assessment

OMS …… Organização Mundial de Saúde

OSHA …….. Occupational Safety and Health Administration

OSPAR …… Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic Comission

PNUMA ..... Programa das Nações Unidas para p Meio Ambiente

SCOEL …… Scientific Committee on Occupational Exposure Limit Values

SESC ..... Serviço Social do Comércio

SMSDC/RJ ..... Secretaria Municipal de Saúde e Defesa Civil

SS ..... Secretaria de Saúde

UNEP ..... United Nations Environmental Programme

US EPA ……. U.S. Environmental Protection Agency

RESUMO

O mercúrio, metal tóxico para os seres vivos e o meio ambiente, representa cerca de 50% do amálgama dentário, material restaurador amplamente utilizado na odontologia. A armazenagem e o descarte inadequados das sobras de amálgama são apontados pela literatura científica e pela OMS como fonte de contaminação ambiental por mercúrio, pois, mais de sete mil toneladas do metal são despejadas anualmente no meio ambiente na forma desse composto. O objetivo deste trabalho foi avaliar a exposição ocupacional ao mercúrio na odontologia. Comparou-se um grupo de cirurgiões-dentistas expostos ao mercúrio pelo manuseio do amálgama em um Posto de Atendimento Médico (PAM) da cidade do Rio de Janeiro e outro grupo que, em consultórios particulares, exerce exclusivamente especialidades que não requerem o uso do metal. Os trabalhadores auxiliares do PAM também foram avaliados. Coletaram-se amostras de ar do ambiente (forma ativa com impingers e passiva com dosímetros) e de urina dos participantes, nas quais a concentração de mercúrio foi determinada por espectrometria de absorção atômica com vapor frio. Determinou-se uma concentração média de mercúrio na urina, em $\mu g\ L^{-1}$, de 1,79 ± 0,68 para os dentistas expostos, de 0,92 ± 0,33 para o grupo não exposto ocupacionalmente e de 1,7 ± 0,77 para os auxiliares. Verificou-se uma concentração média de mercúrio no ar coletada com impingers, em $\mu g\ m^{-3}$, de 0,35 ± 0,04 para os consultórios "expostos" e de 0,19 ± 0,05 para o ambiente de trabalho do grupo controle. Dentre as amostras coletadas por dosímetro, uma referente ao PAM apresentou concentração de 2,30 ± 0,13 $\mu g\ m^{-3}$, enquanto todas as demais estavam iguais ou abaixo do limite de detecção da metodologia. Embora todos os resultados tenham sido abaixo dos valores limites estabelecidos pela legislação brasileira, o teste *t* de Student mostrou diferença estatisticamente significativa entre as amostras de urina ($p = 0,038$; IC 95%) e as de ar coletadas com impingers ($p = 0,038$; IC 95%) dos dois grupos. O coeficiente de correlação de Spearman mostrou associação positiva entre os níveis de mercúrio nos impingers e na urina tanto do grupo exposto ($\rho = 0,129$) quanto do controle ($\rho = 0,761$), entre concentração de mercúrio na urina e sexo do grupo exposto ($\rho = 0,754$) e do controle ($\rho = 1$), bem como entre concentração de mercúrio na urina e tempo de exercício da profissão do grupo exposto ($\rho = 0,629$) e do não exposto ($\rho = 0,354$). Considerou-se como escassa a existência de cirurgiões-dentistas totalmente livres da exposição ao mercúrio. Concluiu-se que a manipulação do amálgama, mesmo em pequena quantidade, resultou em contaminação ambiental e biológica pelo mercúrio, a qual pode ter sido potencializada pela ventilação inadequada do local, descarte inadequado dos resíduos de amálgama e das cápsulas de amálgama vazias, bem como pelo uso incompleto de EPIs. Apesar das deficiências estruturais e falhas no gerenciamento de seus resíduos, a organização do trabalho no PAM oferecia boas condições aos trabalhadores. Recomendou-se a não utilização do amálgama e a implantação de medidas minimizadoras da exposição ocupacional e da contaminação ambiental proveniente do mercúrio presente no amálgama.

Palavras-chave: 1. Amálgama dentário. 2. Mercúrio. 3. Exposição ocupacional. 4. Cirurgião-dentista. 5. Odontologia

ABSTRACT

Mercury is a toxic metal for the living beings and the environment and it corresponds to about 50% of dental amalgam, which is a restoring material widely used in dentistry. The inadequate storage and disposal of amalgam wastes are pointed out by scientific literature and by the World Health Organization (WHO) as a source of environmental contamination by mercury on account of the annual disposal of over seven thousand tons of the metal in that compound form. The aim of this work was to evaluate the occupational exposure to mercury in dentistry. A group of dentists that were often exposed to mercury due to the handling of amalgam in a Community Health Center in Rio de Janeiro, Brazil, was compared to another group of dentists that work exclusively in private offices and whose specialties do not involve the use of dental amalgam. The assistants at the Community Health Center were also evaluated. Air samples were collected (actively with impingers and passively with dosimeters), as well as urine samples from the participants, in which the mercury concentration was determined by cold vapor atomic absorption spectrometry. The average mercury concentration in the urine of the exposed dentists was, in $\mu g\ L^{-1}$, at 1.79 ± 0.68, at 0.92 ± 0.33 for control group and at 1.7 ± 0.77 in the assistants. The average concentration of mercury in the air collected with impinger, in $\mu g\ m^{-3}$, was at 0.35 ± 0.04 in the "exposed" offices and at 0.19 ± 0.05 in the work environment of the group that was occupationally unexposed to mercury. Among the samples that were collected by means of a dosimeter, one of them presented mercury concentration at 2,30 ± 0,13 µg m-3, whilst the remaining samples concentrations were equal or under the detection limit of the methodology. Although all the results presented are under the limit values established by the Brazilian legislation, the Student's t Test showed a difference statistically significant between the urine samples ($p = 0.038$; IC 95%) and the air samples collected with impingers ($p = 0.038$; IC 95%) from both groups. The Spearman's coefficient showed a positive correlation between the mercury levels in the impingers and in the urine of both the exposed group ($\rho = 0.129$) and in control ($\rho = 0.761$); between the mercury concentration in urine and gender of the exposed group ($\rho = 0.754$) and in control ($\rho = 1$); and mercury concentration in urine and exposure time ($\rho = 0.629$) for the exposed group and ($\rho = 0.354$) for the unexposed group). The number of dentists completely free of mercury exposure was considered scarce. In conclusion, handling of amalgam, even in small quantities, resulted in biological and environmental contamination by mercury which may have been intensified by local inadequate ventilation, inappropriate disposal of amalgam wastes and empty amalgam capsules, as well as incomplete use of IPE. Despite its structural deficiencies and problems with the management of wastes, the work organization at the Community Health Center provided good work conditions to the professionals. It was recommended that the dentists avoid using amalgam and measures should be taken in order to minimize occupational exposure and environmental contamination by mercury contained in amalgam.

Key words: 1. Dental amalgam. 2. Mercury. 3. Occupational exposure. 4. Dentist. 5. Dentistry

1 INTRODUÇÃO

Há mais de quatrocentos anos, Paracelso – médico, alquimista, físico e astrólogo suíço – afirmava que, dependendo da dose, todas as substâncias são tóxicas. Atualmente, é sabido que todos os agentes químicos podem causar dano físico ou, até mesmo, morte. Portanto, nenhum pode ser considerado inofensivo, devendo ser utilizados de acordo com princípios de segurança [1]. Dentre esses agentes químicos, um dos mais utilizados pelo homem é o mercúrio (Hg). O reconhecimento do potencial tóxico do Hg para os indivíduos expostos ocupacionalmente fez com que este metal fosse a primeira substância química a ser submetida a uma legislação para controle da exposição em ambiente laboral, estando, também, na lista elaborada pela US EPA que relaciona os poluentes atmosféricos de maior risco para a saúde humana [2]. No Brasil, a exposição a substâncias químicas é regulamentada por limites de exposição estabelecidos por Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego (NRs) e da Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBRs) que classificam o Hg como substância perigosa para a saúde humana e para o meio ambiente e com grau máximo de insalubridade para o trabalhador [3, 4, 5, 6].

Dentre as formas em que o Hg se apresenta, a metálica ou elementar é a mais danosa para a saúde ocupacional devido à sua capacidade de volatilização em temperaturas a partir de 12°C. O vapor liberado é inodoro e incolor, sendo inalado desapercebidamente. Dessa forma, a maior parte da exposição humana a quantidades biologicamente significativas de Hg elementar tem origem ocupacional, estando os indivíduos que trabalham em locais onde o mercúrio metálico é utilizado expostos a níveis muito mais elevados do que a população em geral [2, 7].

Os cirurgiões-dentistas (CDs) expõem-se diariamente ao risco de contaminação por Hg devido à utilização deste metal na confecção do amálgama dentário, também conhecido como amálgama de prata ou, simplesmente, amálgama. Este produto, devido às suas características físicas e mecânicas, é, até os dias atuais, um dos materiais mais utilizados na odontologia [4,8, 9, 10]. A exposição dos CDs pode ocorrer através do contato do metal com a pele, porém, a principal rota de exposição é pela inalação dos vapores dispersos no ar [11, 12, 13]. Segundo a IAOMT, a concentração de Hg a que se expõem os CDs é muito superior aos valores estabelecidos como seguros pelas agências que regulam os riscos referentes à saúde ocupacional [14].

Nos últimos anos, o descarte inadequado de resíduos de serviços de saúde (RSS), como o amálgama dentário, tem assumido grande importância na produção de danos ambientais capazes de colocar em risco e comprometer os recursos naturais e a qualidade de vida das atuais e futuras gerações [15]. A armazenagem e o descarte inadequados das sobras de amálgama nos consultórios odontológicos também são fatores apontados pela literatura científica como importante fonte de contaminação ocupacional e ambiental por mercúrio [8, 12, 16]. Segundo a OMS, os RSS, onde se incluem os derivados do amálgama, constituem um potencial reservatório de contaminação biológica e química, tanto para o paciente quanto para o profissional e a população em geral [15, 17, 18].

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar a exposição ocupacional ao mercúrio em trabalhadores do ambulatório odontológico de um Posto de Atendimento Médico (PAM), administrado pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

2.2 ESPECÍFICOS

- Determinar a concentração de Hg na urina dos cirurgiões-dentistas, técnicos em saúde bucal e auxiliares em saúde bucal;
- Determinar a concentração de Hg no ar dos consultórios odontológicos, usando amostradores ativos e passivos;
- Comparar os níveis urinários de Hg do grupo de cirurgiões-dentistas que trabalha no PAM com cirurgiões-dentistas que só atuam em seus consultórios, considerado grupo não exposto;
- Investigar a existência de relação entre os níveis de contaminação do ar dos consultórios e o indicador biológico de exposição nos profissionais investigados;
- Verificar as formas de manipulação e armazenamento do mercúrio no ambiente de trabalho dos cirurgiões-dentistas;
- Verificar as formas de manipulação, armazenamento e descarte dos resíduos de amálgama dental;
- Identificar possíveis fontes de contaminação no ambiente odontológico que contribuam para o desenvolvimento da contaminação por mercúrio nos profissionais investigados.

3 JUSTIFICATIVA

O mercúrio é, comprovadamente, um metal nocivo aos seres vivos e ao meio ambiente, sendo a exposição ocupacional uma das formas de contaminação por este metal [11, 19, 20, 21, 22, 23]. Em fevereiro de 2011, o Conselho Federal de Odontologia (CFO) apresentava 232 608 cirurgiões-dentistas em seu cadastro. Desse total, 27 792 estavam registrados no Conselho Regional de Odontologia do Rio de Janeiro (CRO-RJ), havendo 14 794 profissionais estabelecidos na Cidade do Rio de Janeiro [24]. Muitos desses CDs trabalham no serviço público de saúde, onde, apesar das inovações tecnológicas – como o amalgamador elétrico e o amálgama em cápsulas – e do uso rotineiro de "Equipamentos de Proteção Individual" (EPI), o ambiente de trabalho ainda oferece riscos à saúde dos trabalhadores. Um desses riscos é a contaminação proveniente da utilização do mercúrio metálico no preparo do amálgama, material restaurador com características especiais, tais como baixo custo, resistência, durabilidade e fácil manuseio. Justamente por essas características, esta liga é o produto mais utilizado no serviço odontológico da rede pública de saúde do país. Além disso, o Hg presente nos resíduos de amálgama descartados contribui para a contaminação do meio ambiente [4, 8, 12, 25, 26], fato confirmado pela OMS quando diz que, anualmente, mais de sete mil toneladas de Hg são despejadas no meio ambiente na forma desse composto [17].

Apesar do reconhecimento dos riscos de contaminação por Hg ao qual estão expostos os CDs, nos últimos sessenta anos foram publicados na literatura científica mundial menos de cem relatos documentados sobre contaminação por Hg relacionada ao amálgama dentário [9], sendo muitos deles sobre os riscos que as obturações com este material oferecem aos pacientes [6, 8, 9, 27, 28, 29].

O estudo do impacto dos metais na saúde humana e no ambiente é determinante para a prevenção de contaminações de origem ocupacional. No entanto, nos países em desenvolvimento, entre eles o Brasil, os riscos são pouco avaliados e controlados. Além disso, as normas brasileiras que regulamentam a exposição ocupacional foram elaboradas em 1978 e revisadas na década de noventa do século passado, baseadas em normas internacionais da época. Desde então, devido ao crescimento da contaminação ambiental e da apresentação de estudos mostrando que não existem valores de exposição 100% seguros, houve mudanças na legislação internacional com redução dos valores-limites, mudanças essas que não foram acompanhadas pela legislação brasileira.

Diante do exposto, verifica-se a importância da avaliação dos níveis de contaminação por mercúrio dos cirurgiões-dentistas e do ar do ambiente onde trabalham, além da busca pela identificação de possíveis falhas no manuseio deste metal e de outras possíveis fontes de contaminação. Considerando-se que a exposição ocupacional, com consequente contaminação pelo Hg, produz efeitos deletérios à saúde - efeitos estes que podem levar à limitação das atividades econômicas e sociais dos indivíduos atingidos, resultando em redução da qualidade de vida dos mesmos - e que os resíduos de Hg contidos no amálgama são potenciais fontes de contaminação do meio-ambiente, torna-se evidente a necessidade de realizar um estudo para avaliação da exposição ocupacional de cirurgiões-dentistas ao mercúrio.

A escolha do PAM para a pesquisa foi baseada na existência na unidade de um Centro de Especialidades Odontológicas (CEO), referência no serviço odontológico da rede pública do Rio de Janeiro, tanto no atendimento aos pacientes quanto nas condições de trabalho dos profissionais da odontologia. A relevância da escolha deste local residiu no fato de que, por ser um centro de referência, os resultados obtidos com a avaliação da exposição ocupacional ao mercúrio, certamente nortearão futuras reflexões sobre a segurança no trabalho dos odontólogos, incluindo o descarte e a disposição final dos resíduos de amálgama. Os dados obtidos através desse estudo contribuirão para a elaboração de estratégias que visem à proteção/promoção da saúde desses profissionais e à preservação do meio-ambiente, além de fornecerem informações para futuras pesquisas sobre esse assunto.

4 MERCÚRIO

4.1 CARACTERÍSTICAS

O mercúrio ocorre naturalmente no meio ambiente e existe em uma variedade de formas. Em temperatura ambiente encontra-se como metal líquido, branco-prateado, recebendo a denominação de mercúrio "elementar" ou "metálico" e sendo representado como Hg ou Hg^0. É um elemento amplamente distribuído, porém em baixas concentrações, em toda crosta terrestre. Raramente é encontrado em sua forma pura na natureza, existindo mais comumente em associação com outros elementos, principalmente o enxofre com quem, na forma de sulfeto de mercúrio (HgS), forma o minério cinábrio. Pode ser produzido por fontes naturais ou artificiais. As fontes naturais são o vulcanismo, a desgaseificação da crosta terrestre e a erosão. As fontes antropogênicas derivam da utilização do Hg pelo homem, em atividades tais como mineração, garimpo de ouro, processos industriais, queima de combustíveis fósseis (principalmente carvão), incineração de produtos químicos, médicos e de resíduos, produção de cimento e amálgama dentário. A sua baixa pressão de vapor (0,0002 mm Hg L^{-1}) torna-o extremamente volátil, sofrendo vaporização em temperaturas acima de 12°C e liberando vapor metálico inodoro e incolor que não pode ser detectado facilmente por meios simples, sendo inalado sem que a pessoa perceba [2, 7, 9, 12, 19, 22, 25].

Diferentemente dos metais essenciais à vida, o Hg não faz parte da constituição normal do organismo dos seres vivos e tampouco desempenha funções nutricionais ou bioquímicas [20, 23]. Dessa maneira, sob qualquer forma em que se apresente, sua absorção repetida, mesmo em baixas concentrações, representa um grave risco para o homem e os seres vivos em geral [20, 21]. Como tem efeito cumulativo, torna-se assim, uma causa de perturbação crônica e progressiva das funções metabólicas e celulares dos indivíduos que, como os CDs, a ele estão expostos [23].

A toxicidade do Hg é influenciada por vários fatores, tais como forma, dose e duração da exposição, via de exposição, idade ou fase de desenvolvimento no útero materno, nutrição, exposição a outras substâncias tóxicas e qualquer outro tipo de agressão ao sistema nervoso central (SNC)[2,30].

Na natureza, o mercúrio é encontrado em três formas[19, 25, 31, 32, 33]:

- Metálica ou elementar (Hg^0);

- Forma iônica ou inorgânica – sais de Hg derivados dos íons mercuroso (Hg^{+}) e mercúrico (Hg^{2+});
- Compostos orgânicos – resultantes de ação de microorganismos aquáticos sobre as formas metálicas e inorgânicas (metilmercúrio, acetato de etilmercúrio, cloreto de etilmercúrio, fosfato de etilmercúrio, diciandimida de metilmercúrio e vários outros compostos).

Compostos inorgânicos de Hg ocorrem quando este metal combina com outros elementos, tais como o cloro (Cl), enxofre (S) ou oxigênio (O). Estes compostos também são chamados de sais de mercúrio. A maioria dos compostos inorgânicos de Hg é em forma de pó ou cristais brancos, com exceção do sulfeto de Hg (também conhecido como cinábrio), que é vermelho, tornando-se preto após exposição à luz. Os compostos inorgânicos são empregados na fabricação de fungicidas, cosméticos, desinfetantes, antibactericidas, conservantes, tinta e corante de tatuagem, entre outros.

Quando o Hg combina com o carbono (C) ou com substâncias que contêm C, os compostos formados são chamados de compostos orgânicos ou compostos organomercuriais. Estes compostos orgânicos são divididos em grupos alquila (cadeia de C) e aril (anéis aromáticos). Embora todos os compostos de Hg sejam tóxicos, os componentes alquila de cadeia pequena são os mais perigosos. Existem muitos compostos organomercuriais, porém o mais comum no ambiente é o metilmercúrio (também conhecido como monometilmercúrio). Microorganismos (bactérias, fitoplânctons no oceano e fungos) convertem o mercúrio inorgânico em metilmercúrio que, nesta forma química, pode penetrar na água ou no solo onde permanece por um longo período de tempo, além de penetrar e se acumular na cadeia alimentar. Peixes e plantas contaminados, ao servirem de alimentos para os homens, provocam a contaminação destes indivíduos.

4.2 PRINCIPAIS USOS E APLICAÇÕES

O cinábrio sempre foi muito valorizado pelo homem devido à sua coloração vermelho dourada. O homem primitivo o utilizava para desenhar nas paredes das cavernas onde habitava, nos objetos de argila e em pinturas faciais. Não existem registros de quando o Hg líquido começou a ser extraído do cinábrio pelo processo de ustulação, mas sabe-se que há 500 anos a.C. este metal já era utilizado para formação de amálgamas, tendo sido também utilizado em unguentos e elixires pelos antigos gregos, chineses e hindus. No final da Idade

Média, devido à sua natureza líquida, ainda não era classificado como metal e, somente a partir do final do século XVIII, suas propriedades físico-químicas foram descobertas, passando a ser utilizado em medicamentos. Porém, no século XIX, foram realizados vários estudos que negaram seus efeitos terapêuticos e atribuíram efeitos tóxicos[2, 21].

Nos dias atuais, o Hg na forma elementar ou metálica e inorgânica é amplamente empregado na fabricação de produtos usados rotineiramente, tais como válvulas, baterias, interruptores, lâmpadas, agrotóxicos, cosméticos, tintas, barômetros, catalisadores e muitos outros. Nos serviços de saúde, esse metal encontra uso em termômetros clínicos e de estufas, em esfingnomanômetros e no amálgama dentário[2, 7, 12, 21, 25].

4.3 FONTES DE CONTAMINAÇÃO

Por ser um elemento natural da crosta terrestre e, também, por sua utilização industrial e doméstica, o Hg é um elemento muito comum no ambiente, onde circula segundo um ciclo biogeoquímico nos três principais componentes do planeta: atmosfera, hidrosfera e litosfera [21, 34].

4.3.1 Ar

Existem na atmosfera várias formas químicas de Hg e este fator influencia grandemente o seu transporte. A maioria das emissões para o ar (cerca de 95%) é em forma de vapor de Hg elementar, o restante das emissões são produzidas como Hg gasoso inorgânico, iônico (como o cloreto de mercúrio) ou partículas consolidadas. Estima-se que, atualmente, os níveis atmosféricos de Hg sejam de 3 a 5 vezes maiores do que o existente no período pré-industrial [7, 22, 22, 35].

O mercúrio elementar na forma de vapor permanece na atmosfera de 6 dias a 2 anos, podendo, durante esse tempo, percorrer grandes distâncias (160 a 1 600 quilômetros), enquanto que, sob outras formas, pode ligar-se a partículas mais pesadas e, assim, se depositar perto da fonte emissora. Na atmosfera, o Hg^0 pode ser oxidado pelo ozônio transformando-se em compostos inorgânicos (mercuroso: Hg^+ e mercúrico: Hg^{2+}). O vapor de Hg presente na atmosfera é, eventualmente, convertido para a forma solúvel e retorna à superfície terrestre

nas águas da chuva, o que gera uma importante via para deposição de Hg^0 no solo e no sistema aquático [12, 21, 22, 33, 36].

Uma vez depositado, o mercúrio inorgânico pode ser reduzido novamente à forma de vapor e retornar à atmosfera ou então ser metilado pelos microorganismos presentes no solo e nos sedimentos aquáticos convertendo-se em compostos orgânicos, sendo o metilmercúrio o mais comum e perigoso deles. Na forma de metilmercúrio, pode se acumular nos organismos (bioacumulação) e se concentrar nas cadeias alimentares (bioamplificação), especialmente na cadeia alimentar aquática (peixes e mamíferos marinhos) e, mediante a forma de alimentos, chegar ao homem [20, 21, 22, 37].

4.3.2 Solo

São várias as fontes potenciais de contaminação do solo por Hg. Entre elas, pode-se destacar o uso de derivados do metal na agricultura e o descarte no lixo sólido urbano de produtos industriais e domésticos que contêm Hg (especialmente lâmpadas). Mesmo na ordem de traços, o Hg persiste no solo por longos períodos, tendo como consequência a incorporação desse metal à cadeia alimentar. Além disso, dependendo das condições do solo (potencial de oxirredução, pH, drenagem e tipo de solo, entre outros fatores), o Hg pode passar para as águas subterrâneas, embora essa mobilidade para camadas mais profundas ocorra em pequena escala [19, 20, 21].

4.3.3 Água

A contaminação da água se deve aos despejos industriais contendo Hg e à lixiviação e erosão dos solos contaminados que transferem o metal para os sistemas aquáticos. A água é uma importante fonte de contaminação da atmosfera, pois, parte do Hg nela contido retorna à atmosfera sob a forma de vapor [20, 21, 35].

Fatores físicos e químicos como temperatura, pH, potencial de oxidação, concentração de bactérias presentes no meio, tipo de sedimento, afinidades químicas com os materiais orgânicos e a tensão do oxigênio influenciam a metilação do Hg no meio aquático. Entretanto, sob qualquer forma, o Hg se deposita no fundo permanecendo nos sedimentos por um longo

tempo e, embora confinado, pode permanecer ativo para metilação por cerca de cem anos, mesmo que a fonte emissora tenha sido eliminada [19, 21, 22].

4.4 VIAS DE EXPOSIÇÃO

4.4.1 Respiratória

A forma de vapor faz com que a principal via de exposição humana seja a respiratória. Por ser inodoro e incolor é inalado sem que a pessoa perceba. A substância penetra pelas vias respiratórias superiores (boca e nariz) e atinge os pulmões. É a principal rota de contaminação em trabalhadores expostos [19, 20, 21, 22, 33].

4.4.2 Oral

Geralmente, ocorre por ingestão de alimentos contaminados, más condições de higiene ou devido ao Hg existente nas obturações de amálgama. Pode haver deglutição de partículas oriundas das vias aéreas e que são transportadas para a faringe pela tosse ou espirro. É a principal via de contaminação da população em geral, não exposta ocupacionalmente ao mercúrio.

4.4.3 Dérmica

Ocorre pelo contato do metal com a pele, especialmente quando está presente na composição de medicamentos de uso tópico. A via cutânea oferece um risco menor de contaminação quando comparado às demais, com exceção de casos em que há uma ferida na pele. Dos compostos mercuriais, o metilmercúrio é o mais tóxico nesse tipo de exposição, visto ser a forma melhor absorvida pela pele.

4.5 EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL

Devido à sua capacidade de volatilização em temperaturas acima de 12°C, a forma metálica do Hg é a que representa o maior problema na saúde ocupacional. Dessa maneira, a maior parte da exposição humana a quantidades biologicamente significativas de Hg elementar ocorre no ambiente de trabalho. Logo, indivíduos que trabalham em locais onde o metal é utilizado, estão expostos a níveis muito mais elevados do que a população em geral. No Brasil, as principais atividades ocupacionais com risco de exposição ao Hg são o garimpo do ouro, a indústria de produtos químicos, elétricos, automotores e de construção e a odontologia [2, 7, 11].

A odontologia é uma profissão que apresenta um grande risco para a saúde de quem a pratica, pois o mercúrio metálico compõe cerca de 50% do amálgama dentário, material utilizado em larga escala na restauração das funções anatômicas e funcionais dos dentes posteriores. A exposição dos CDs pode ocorrer através do contato do metal com a pele, porém, a principal rota de exposição é por inalação dos vapores dispersos no ar decorrentes de higiene e ventilação inadequadas do ambiente de trabalho, falhas na refrigeração durante a remoção de restaurações de amálgama, além do derramamento acidental de gotas de Hg nos consultórios. Tendo em vista que o Hg é quatorze vezes mais denso que a água, uma pequena gota contém quantidade suficiente deste elemento para saturar o ar de um consultório padrão.

A presença de fontes geradoras de calor como estufas e autoclaves, no mesmo ambiente onde o amálgama é manipulado ou utilizado, contribui para uma volatilização mais rápida do Hg, aumentando também as possibilidades de contaminação dos profissionais, os quais podem, em decorrência dessa exposição crônica a baixas concentrações, desenvolver uma doença chamada micromercurialismo, cujos sintomas são tremores nos dedos, lábios e pálpebras, queda de produtividade, aumento de fadiga, irritabilidade, perda de memória, perda de autoconfiança, astenia muscular, depressão e sono agitado [4, 9, 11,18].

4.6 TOXICOCINÉTICA

Consiste no estudo do movimento dos agentes químicos dentro dos sistemas biológicos durante os processos de absorção, distribuição e eliminação. É essencial para interpretar adequadamente a relação dose-resposta no processo de avaliação de risco e para fornecer uma estimativa da quantidade de substância tóxica que alcança o órgão-alvo [19, 34].

Não se conhece nenhuma função fisiológica benéfica do Hg no organismo humano. Sob qualquer forma em que se apresente, é tóxico para o homem e para os seres vivos em

geral. Tem efeito cumulativo e, embora possa ser encontrado em quase todos os tecidos, tende a se concentrar no cérebro, fígado e, principalmente, nos rins. Dependendo da forma físico-química em que se apresenta (metálico, compostos orgânicos e inorgânicos), possui distintos processos cinéticos e efeitos tóxicos [2, 21, 22].

Os dados disponíveis sobre o mercúrio indicam que todas as formas possuem metabolismo semelhante para os humanos e animais. Depois de absorvido, passa ao sangue e se distribui entre o plasma e os eritrócitos, onde se combina com proteínas que o transportarão pelo organismo. Interfere no metabolismo e função celular devido à sua capacidade de inativar as sulfidrilas das enzimas celulares nos microssomas e mitocôndrias. Concentra-se nos rins, cérebro, fígado, sangue, medula óssea, parede intestinal, parte superior do aparelho respiratório, mucosa bucal, glândulas salivares, ossos e pulmões. Age como toxina protoplasmática em todo o organismo [19, 20, 21].

4.6.1 Mercúrio metálico

4.6.1.1 Absorção

4.6.1.1.1 Por inalação

Devido à sua capacidade de volatilização, a principal via de absorção do mercúrio metálico é por inalação, o que provoca alta concentração deste metal nos pulmões, local de absorção da maior parte - cerca de 80% - do que foi inalado, ação facilitada pela ampla extensão da superfície alveolar (cerca de 80 a 90 m^2 no adulto). Por sua natureza lipofílica, o mercúrio metálico se difunde rapidamente através das membranas alveolares para a corrente sanguínea.

4.6.1.1.2 Oral

O mercúrio metálico ingerido em pequenas quantidades não produz sintomas de contaminação, pois a absorção por via oral é insignificante (inferior a 0,01% da dose ingerida). Mesmo em doses maciças, não ocorrem efeitos neurológicos. No entanto, a

absorção pode ser aumentada em casos onde o indivíduo apresenta alguma ulceração no trato gastrintestinal [2, 20, 21, 38].

4.6.1.1.3 Dérmica

A absorção dérmica representa um risco muito menor aos profissionais expostos em relação à inalação. Estima-se que a absorção do vapor de Hg por via dérmica corresponda à cerca de 2,2% da quantidade absorvida pelos pulmões. Assim sendo, a absorção dos vapores de Hg por via cutânea, não contribui significativamente para a carga corpórea da substância. Contudo, o contato do mercúrio metálico líquido com alguma ferida existente na pele pode determinar um aumento da concentração biológica do metal [2, 19, 20].

Injeção subcutânea de mercúrio metálico pode causar um abscesso local e formação de granuloma associado com absorção sistêmica prolongada, o que exige a remoção local do metal. Os efeitos da migração do Hg a partir do tecido subcutâneo para a circulação sistêmica não são conhecidos [2, 19, 38].

4.6.1.2 Distribuição

Nos eritrócitos, ocorre oxidação do Hg^0, o qual é transformado à sua forma divalente pelo peróxido de hidrogênio catalase. Neste sítio, o elemento metálico se liga a proteínas (albuminas e globulinas) que ajudarão a sua penetração em outros tecidos do organismo e, consequentemente, na sua distribuição por todo o corpo, ação facilitada pela natureza lipofílica do mercúrio metálico. Distribui-se por vários tecidos e atinge níveis máximos no prazo de 24 horas, exceto no cérebro, onde os níveis máximos são alcançados dentro de 2 ou 3 dias [2, 20, 21].

Como a oxidação ocorre lentamente, uma grande quantidade de Hg ainda na forma metálica consegue alcançar e atravessar as barreiras hemato-encefálica e placentária. Chegando a esses locais, o Hg^0 é oxidado, passando então a ter dificuldade de atravessar novamente as barreiras, o que resulta em grande acumulação de Hg no cérebro e no feto, respectivamente. O sistema nervoso central (SNC) é a parte do organismo mais vulnerável à toxicidade do mercúrio metálico, mas os sistemas renal e pulmonar também são suscetíveis à sua ação tóxica [2, 20, 21, 33].

4.6.1.2.1 Por inalação

Após a exposição ao vapor de Hg, a distribuição pelo corpo se dá em diferentes estados físicos e químicos. Nos eritrócitos, é oxidado à sua forma divalente, se fixa a proteínas (albuminas e globulinas), penetrando em outros tecidos do organismo. A acumulação nos órgãos sugere que o mercúrio metálico pode chegar facilmente a outros tecidos a partir do sangue [20, 21].

O rim é o principal órgão de deposição do mercúrio metálico. A concentração nos rins é sempre maior do que em outros tecidos devido à presença nestes órgãos da metalotioneína, proteína transportadora de metais pelo organismo, a qual tem sua síntese estimulada pela presença de compostos mercuriais. O aumento da síntese de metalotioneína pode estar associado à proteção renal devido ao sequestro do Hg por estas proteínas, processo que contribui para a bioacumulação do metal nestes órgãos. A pele, o cabelo, o fígado, as glândulas salivares, os testículos e os intestinos também mostram presença do Hg, porém em menor quantidade. Os níveis de mercúrio nos pulmões caem rapidamente, o que não ocorre com os outros órgãos [2, 19, 20].

A idade influencia na distribuição da substância após exposição ao seu vapor. Neonatos apresentam maiores concentrações no cérebro, pulmões e coração quando comparados a adultos sujeitos ao mesmo nível de exposição [20, 21].

4.6.1.2.2 Oral

Dados sobre a distribuição do mercúrio metálico ingerido são limitados. Sua distribuição, em muitos aspectos, lembra a dos sais de mercúrio [20, 21].

4.6.1.2.3 Dérmica

Não existem informações sobre distribuição de mercúrio metálico através de absorção dérmica [20, 21].

4.6.1.3 Metabolismo

Depois de absorvido, o mercúrio metálico entra em um ciclo de oxidação-redução. É oxidado ao cátion divalente (Hg^{++}) pelo peróxido de hidrogênio-catalase nos eritrócitos e pulmões. Acredita-se que a taxa de oxidação seja dependente da concentração de catalase no tecido, da produção endógena de peróxido de hidrogênio e da disponibilidade de Hg no local de oxidação.

A oxidação pode ocorrer também no cérebro, fígado e, provavelmente, em outros tecidos em menor proporção [20]. No cérebro, o mercúrio metálico oxidado fica retido porque é mais difícil para a forma divalente atravessar a barreira hemato-encefálica. Formas não oxidadas podem atingir o cérebro porque a oxidação do mercúrio metálico no pulmão é um processo lento. Também é sugerida a possibilidade de ocorrer oxidação na placenta e no feto, embora a extensão desse processo não seja conhecida [20, 21].

4.6.1.4 Eliminação e Excreção

A excreção do Hg ocorre nos sistemas biliar e salivar. É influenciada pelo tempo de meia-vida do metal nos compartimentos fisiológicos (3 dias no sangue, 21 dias na cabeça, 64 dias nos rins e 1 ano no cérebro). A exposição simultânea a outros metais, o uso de alguns tipos de antibióticos e a ingestão de etanol em bebidas alcoólicas também podem influenciar a excreção do mercúrio elementar [2, 20, 21].

Após exposição aos vapores de Hg, o metal, na forma de Hg^{2+}, é eliminado na urina, havendo pouca quantidade eliminada pela expiração. Uma vez que a absorção pelo trato gastrintestinal é mínima, cerca de 90% da dose ingerida por via digestiva tende a ser eliminada pelas fezes. Há eliminação em pequenas quantidades, através do suor, cabelo, saliva e lágrimas. Em contato com a pele, é eliminado, quase totalmente, por descamação das células epidérmicas, havendo uma porção mínima que é lenta e difusamente liberada na corrente sanguínea e nos pulmões [19, 20, 21].

Em casos de exposição ocupacional crônica, os intervalos entre as jornadas de trabalho de oito horas diárias, não são suficientes para permitir a eliminação de quantidades significativas do metal, o qual vai se acumulando no organismo com as exposições repetidas [40]. Pode haver um período de seis a dez meses de acumulação nos rins antes da excreção na urina. A partir de então, este fluido biológico passa a apresentar níveis elevados do metal. A excreção pode continuar por meses após a interrupção da exposição [2, 20, 38].

4.6.2 Sais inorgânicos de mercúrio

4.6.2.1 Absorção

Dentre os compostos inorgânicos, o mais comum é o cloreto de mercúrio ($HgCl_2$). Estes compostos são corrosivos e, em baixas concentrações, são absorvidos por via gástrica, sendo esta a via de absorção mais frequente. A absorção pela pele também é importante e causa irritações graves. Ocasionalmente, a absorção dos compostos inorgânicos pode ocorrer por via inalatória. Depois de absorvidos, estes compostos passam para o sangue sendo transportado no plasma e eritrócitos, ligando-se a proteínas plasmáticas e grupos sulfidrílicos [20, 21, 34].

4.6.2.2 Distribuição

O transporte do mercúrio inorgânico é feito pelo plasma. A distribuição se dá de forma variável, de acordo com a dose e o tempo de exposição. Geralmente, a maior parte do Hg inorgânico absorvido é depositada nos rins, com a concentração restante se distribuindo entre outros órgãos como fígado, trato gastrintestinal, pele, baço e testículos. Os sais inorgânicos de Hg, pouco lipossolúveis, praticamente não atravessam a barreira hemato-encefálica, pois, ao contrário do mercúrio metálico, não são capazes de fazê-lo sozinhos [19, 20, 21].

4.6.2.3 Eliminação

A eliminação destes compostos se efetua, principalmente, através das fezes e, secundariamente, pela urina. A meia-vida é de 42 dias para 80% do total absorvido, mas para os 20% restantes, esse tempo é desconhecido [19, 20, 21].

4.6.3 Compostos orgânicos de mercúrio

4.6.3.1 Absorção

Esses compostos ingressam facilmente no organismo pelas vias respiratória, digestiva e dérmica. Quando presentes nos alimentos e na água são absorvidos praticamente em sua totalidade por via digestiva. Uma vez absorvidos, se unem a outras substâncias orgânicas. O composto organomercurial mais nocivo para o ser humano é o metilmercúrio [19, 20, 21].

4.6.3.2 Distribuição

No sangue, se concentram em grande quantidade nos eritrócitos (90%). Daí passam a acumular-se no cérebro e nos demais órgãos do corpo, mas mantendo sempre uma concentração elevada no sangue. No caso do metilmercúrio, o fígado (50%) e o cérebro (10%) acumulam a maior parte do conteúdo corporal deste composto [19, 20, 21].

Devido à sua lipossolubilidade, atravessam com facilidade as membranas biológicas, passando inclusive, pela barreira hemato-encefálica e pela placenta. Uma grande quantidade deste Hg absorvido em forma de composto orgânico sofre um processo de desmetilação que dá origem a uma alta concentração de mercúrio inorgânico nos rins e no fígado [19, 20, 21].

4.6.3.3 Eliminação

A eliminação destes compostos se efetua, principalmente, através das fezes e, secundariamente, pela urina. A meia-vida em populações expostas é de 100 a 190 dias [2, 20, 21].

4.7 TOXICODINÂMICA

Consiste no estudo dos efeitos bioquímicos, morfológicos e fisiológicos do agente químico ou do seu produto de biotransformação no órgão-alvo [25]. Relaciona a dose interna (quantidade de substância liberada no sítio de ação em condições efetivas de agir) à resposta do órgão-alvo [19, 20].

O Hg tem grande afinidade com grupos sulfidrilas - SH -, integrante da estrutura ou da função da maioria das enzimas, o que confere a este metal a capacidade de interferir em diferentes momentos metabólicos. Sua principal ação tóxica se deve à ligação com grupos ativos da enzima monoaminooxidase (MAO), resultando no acúmulo de serotonina endógena e diminuição do ácido 5-hidroxindolacético, com manifestações de distúrbios neurais [39].

Acredita-se que este seja o principal mecanismo da atividade biológica do Hg. Em menor proporção, a ligação também pode acontecer com outros grupamentos, tais como carboxilas (COOH) e aminas (NH_2) [21, 23].

A exposição crônica (doses baixas e repetidas por longo tempo) ao Hg elementar provoca o aumento da excreção urinária de diversas proteínas, tais como a β-galactosidase, N-acetyl-β-glucosaminasidase (NAG), transferrina, β2-microglobulina e albumina, podendo haver utilização de algumas delas, principalmente a NAG, como biomarcador da função renal [7]. Normalmente, essas alterações diminuem em poucos meses após a interrupção da exposição [19].

Os efeitos neurológicos são atribuídos ao íon de mercúrio divalente formado por oxidação no tecido cerebral. Presume-se que o mecanismo de ação esteja associado às interferências em grupos funcionais enzimáticos através da ligação com grupos sulfidrilas. Alguns estudos relatam a ocorrência de degeneração esponjosa do córtex cerebral, descrevendo-a como uma sequela tardia de uma exposição severa ocorrida no passado. Tem sido sugerido que os neurônios são altamente sensíveis ao mercúrio por causa de seu baixo conteúdo de glutationa endógena ou sua atividade redox da glutationa ineficiente [2, 7, 19].

A função pulmonar pode ser prejudicada, havendo diminuição da capacidade respiratória, edema (alveolar e intersticial), pneumonia, fibrose e descamação do epitélio brônquico. A obstrução dos brônquios pode acarretar acúmulo de muco, resultando em dilatação alveolar, enfisema, pneumotórax e, até mesmo, morte. Sabe-se que o etanol inibe a oxidação do Hg elementar para Hg inorgânico no sangue devido à interação com a catalase, resultando em diminuição da absorção pulmonar e, consequentemente, do teor sanguíneo [2, 7, 19, 23].

Através de alterações no estado de tióis intracelulares, o mercúrio pode provocar estresse oxidativo, peroxidação lipídica, disfunção mitocondrial, e alterações no metabolismo da heme [2, 19].

O mercúrio pode interferir na homeostase do cálcio mitocondrial que, por sua vez, pode exarcebar o estresse oxidativo provocado pelo Hg nas células renais, resultando em alterações bioquímicas, tais como diminuição da excreção urinária de certos eicosanóides e glisosaminoglicanos, bem como diminuição do pH urinário. A exposição ao mercúrio pode, ainda, provocar citotoxicidade tubular, caracterizada por maior eliminação de antígenos e enzimas tubulares na urina. Acredita-se que os danos às células epitelais decorram do aumento da formação de radiciais livres e de peroxidação lípídica [2, 7, 19].

Com relação à reprodutividade, não existem conclusões definitivas sobre o efeito do Hg. Estudo em humanos mostrou que a exposição ao vapor de Hg não causa infertilidade ou má-formação embrionária após exposição paterna. No entanto, estudos *in vitro* têm demonstrado que os espermatozóides podem ser afetados adversamente pelo metal. Acredita-se que a exposição feminina pode resultar em falhas na reprodução (aborto espontâneo, natimorto ou má-formação congênita), além de distúrbios menstruais [2, 7, 19].

Entre os efeitos hematológicos, destaca-se o aumento da produção de α2-macroglobulina e ceruloplasmina (proteína α globulina ativa no armazenamento e transporte do cobre) [2, 19].

Os efeitos no sistema imunológico ainda não estão bem esclarecidos. Observou-se *in vitro* que o Hg atua estimulando a formação de linfócitos T, ligando-se, inicialmente, à membrana do linfócito e, posteriormente, sendo absorvido pelo núcleo da célula. Acredita-se que este mecanismo esteja associado a síndromes genéricas com presença de acrodinia [2, 19].

Há pouca informação sobre o potencial genotóxico e cancerígeno do mercúrio elementar, não havendo estudos epidemiológicos fornecendo evidências definitivas sobre este tema [2, 7, 19].

A exposição crônica ao mercúrio elementar afeta especialmente o SNC, podendo resultar em uma doença chamada “hidrargirismo” ou “mercurialismo”. Embora não seja o primeiro sintoma, o tremor nos dedos, nas pálpebras, nos lábios e na língua é o efeito mais característico dessa contaminação [2, 7, 19, 20, 23].

Inicialmente, surge um quadro de sinais e sintomas não específicos que é denominado síndrome “astênico-vegetativa” ou “micromercurialismo”. A síndrome é identificada por neurastenia, hipertrofia de tireoide, aumento da captação de iodo radioativo pela tireoide, pulso fraco, taquicardia, dermografismo, gengivite, alterações hematopoiéticas e aumento da eliminação urinária de mercúrio. Progressivamente, pode haver o desenvolvimento de uma síndrome comportamental denominada “eretismo”, na qual o paciente apresenta um quadro neuropsíquico e motor cuja sintomatologia inclui insônia, timidez, nervosismo, náuseas, perda de memória, tremor, humor instável, ansiedade, sonolência e depressão. Os casos mais graves podem apresentar delírio, alucinações, melancolia suicida e psicose maníaco-depressiva [19, 20, 21].

A síndrome de eretismo costuma se manifestar em indivíduos expostos ocupacionalmente há mais de um ano a concentrações ambientais a partir de 40 μg m^{-3}, porém existem relatos de diagnóstico dessa síndrome em trabalhadores expostos a valores ambientais (10 μg Hg m^{-3}) e biológicos (50 mg Hg g^{-1} de creatinina na urina) considerados seguros [33].

A exposição crônica ao vapor de mercúrio metálico pode gerar uma mancha cinza-marrom ou amarelada sobre a superfície anterior do cristalino, estrutura do globo ocular. Também são descritos graves danos aos rins que derivam em insuficiência renal [20].

Os casos de contaminação crônica por sais inorgânicos de Hg não são frequentes. Normalmente, se apresentam como quadros associados à contaminação por vapores de mercúrio metálico e apresentam sintomas neuropsíquicos similares aos provocados por esta forma de Hg. Os órgãos mais afetados são os rins, podendo ser acometidos por nefrite. Podem ocorrer ainda manifestações bucais (gengivite, sialorréia e aparecimento de linhas escuras na gengiva) e cutâneas (hipersensibilidade, eritema, dermatite esfoliativa e ulceração). A contaminação crônica por sais inorgânicos de Hg é caracterizada pela presença da tríade estomatite, tremor e eretismo [19, 20, 21].

Os compostos organomercuriais produzem as mesmas manifestações, em casos agudos e crônicos, especialmente no SNC.

4.8 O MERCÚRIO METÁLICO E A ODONTOLOGIA

A odontologia é uma profissão que apresenta um grande risco de contaminação química para a saúde de quem a pratica, pois o mercúrio metálico é um dos principais componentes do amálgama dentário [13], havendo liberação de vapor de Hg durante todo o processo de manipulação desse composto [4, 8, 14, 42].

A principal rota de exposição dos profissionais da odontologia é pela inalação dos vapores de Hg dispersos no ar, os quais são decorrentes de higiene e ventilação inadequadas do ambiente de trabalho, falhas na refrigeração durante a remoção de restaurações de amálgama, além do derramamento acidental de gotas do metal nos consultórios, havendo ainda a possibilidade de contato do metal com a pele [11, 12, 13]. Pelo fato do Hg ser quatorze vezes mais denso que a água, uma pequena gota contém quantidade suficiente deste elemento para saturar o ar de um consultório padrão de nove metros quadrados [9, 43].

A presença de fontes geradoras de calor como estufas e autoclaves, no mesmo ambiente onde o amálgama é manipulado ou utilizado contribui para uma volatilização mais rápida do Hg, aumentando também a possibilidade de contaminação desses profissionais [4,8]. Segundo estimativa da ADA [44], um em cada dez consultórios odontológicos excede 25 µg Hg m^{-3}, nível máximo para exposição ocupacional recomendado pela ACGIH [9, 10, 18]. Pesquisas da

OSHA mostraram que 6-16% dos consultórios americanos apresentavam concentração de Hg superior a 50 μg m^{-3} [32].

A contaminação por Hg produz efeitos deletérios à saúde, efeitos estes que podem levar à limitação das atividades econômicas e sociais dos indivíduos atingidos, resultando em redução da qualidade de vida dos mesmos. Apesar do reconhecimento desse risco no trabalho dos cirurgiões-dentistas e demais profissionais que lidam com o amálgama, nos últimos 60 anos foram publicados na literatura científica mundial menos de cem relatos documentados sobre contaminação por Hg relacionada ao amálgama dentário [9], sendo muitos deles sobre os riscos que as obturações com este material oferecem aos pacientes [6, 8, 27, 28, 29].

5 AMÁLGAMA DENTÁRIO

5.1 CARACTERÍSTICAS

Liga é a mistura de, no mínimo, dois metais, já a amálgama é a liga metálica em que um dos componentes se encontra no estado líquido. Amálgama dentário é uma liga de prata (Ag), estanho (Sn), mercúrio (Hg) e outros metais na qual o Hg representa entre 43 e 54% da composição [10].

A especificação Nº 1 do ANSI/ADA para ligas metálicas (ISSO 1559), inclui os requisitos para a composição do amálgama dentário. Essa especificação determina que as ligas contenham, no mínimo, 65% de prata (por sua propriedade de resistência mecânica, manutenção do brilho e resistência à oxidação do material) e, no máximo, 29% de estanho (por facilitar a amalgamação da liga com o Hg na temperatura ambiente e auxiliar na redução da expansão da prata durante o processo de polimerização). Quantidades não especificadas de outros elementos como cobre, zinco, ouro, índio e platina são permitidas em concentrações menores do que o conteúdo de Ag e Sn. Esses metais são incluídos na liga para, entre outros objetivos, aumentar a resistência à corrosão e diminuir o escoamento da massa de amálgama cristalizada. Tem crescido o interesse pelos amálgamas contendo de 10 a 15% de índio, pois a adição deste elemento diminui a quantidade de Hg necessária para a trituração, aumentando o molhamento e, principalmente, diminuindo a quantidade de vapor de Hg liberado durante e após a polimerização do produto [9, 10]. O pó da liga pode ser fornecido na forma de partículas irregulares (denominadas limalhas), partículas esféricas, comprimidos e pastilhas.

Clinicamente, o processo de amalgamação consiste na liberação de uma porção de Hg que se encontra envolto por uma membrana plástica, dentro de uma cápsula que contém, também, o pó da liga. Pode haver a presença de um pistilo de plástico para facilitar a amalgamação. A tampa da cápsula pode ser com rosca ou sem rosca, neste caso o fechamento se dá sob ligeira pressão (figura 1). Para a trituração, a cápsula é encaixada na haste de um aparelho chamado amalgamador, onde os componentes são misturados mecanicamente por um período de tempo que pode variar de acordo com o tipo de liga e de amalgamador. (figura 2). A relação mercúrio/liga recomendada para a maioria das ligas modernas em forma de limalha é de 1/1, ou seja, 50% de mercúrio. Para as ligas esféricas, a quantidade de Hg recomendada é de aproximadamente 42%, pois as partículas esféricas têm uma menor relação

superfície/volume, necessitando de menor quantidade do metal para umedecer completamente todas as partículas [9, 10, 42, 45].

Figura 1: Amálgama em cápsulas => Foto à esquerda: cápsulas fechadas; Foto central: cápsula aberta, mostrando a limalha e o Hg selado em um filme plástico. Foto à direita: o amálgama já manipulado e o pistilo de plástico para ajudar na trituração.
Fonte: World Work Dentistry Dedicated, 2010 [46]; Lacerda, 2000 [47].

Figura 2: Amalgamador capsular
Fonte: Tray Shopping, 2010 [48].

Entretanto, até alguns anos atrás, a limalha e o Hg eram dosados através de pesagem em balança (Figura 3) e triturados manualmente utilizando-se um gral e um pistilo de vidro (mais comum) ou de porcelana (Figura 4). Para se conseguir uma mistura plástica e lisa de amálgama era necessário utilizar uma quantidade de Hg consideravelmente maior àquela desejável nas restaurações finais, o que interferia negativamente nas propriedades físicas e mecânicas do produto. Para reduzir essa quantidade excedente de Hg, eram empregadas algumas técnicas de manipulação como colocar a mistura em um pano de linho, camurça ou mesmo em uma gaze e espremê-la até que todo o excesso fosse eliminado (Figura 5) ou ainda remover a camada superficial, rica em Hg, após a inserção de cada incremento na cavidade, durante o processo de restauração [9, 10, 45].

Figura 3: Balança para Hg e limalha.
Fonte: Dental Muller, 2009 [49].

Figura 4: Gral e pistilo: à esquerda, porcelana; à direita, vidro.
Fonte: Casa Americana, 2011 [50].

Figura 5: Remoção de excesso de Hg
Fonte: Marculino, 2009 [51].

Um sistema de amalgamação intermediário, entre o gral com pistilo e o amalgamador capsular, é composto pelo amalgamador volumétrico ou dosador. Neste tipo de aparelho, existem dois compartimentos separados: um destinado ao depósito de limalha e outro para o Hg. Na lateral do aparelho, há um botão dosador que, após ser girado para trás e trazido de volta à posição inicial tantas vezes quanto forem necessárias para obtenção da quantidade de amálgama desejada, despeja a limalha e o mercúrio simultaneamente em uma cápsula reutilizável. Nesta cápsula, os dois elementos são submetidos à vibração a fim de serem triturados e, assim, formarem a pasta restauradora (Figura 6). Até hoje este tipo de aparelho continua a ser vendido, podendo ser encontrado em vários consultórios odontológicos.

Figura 6: Amalgamador volumétrico.
Fonte: Tray Shopping, 2010 [48]

Em todos os processos, após a trituração, a pasta de amálgama é colocada em um pote de vidro, nylon ou silicone denominado "Dappen" (Figura 7), o qual permanece sobre a bandeja de instrumental para que o CD tenha fácil acesso ao material durante a fase de inserção do mesmo no dente a ser restaurado.

Figura 7: Potes Dappen de vidro, nylon e silicone.
Fonte: Dental Ourense, 2010 [52]; Dental Flex, 2010 [53];Indusbello, 2010 [54].

5.2 USOS E APLICAÇÕES

O amálgama de prata é comumente utilizado em obturações diretas permanentes em dentes posteriores, como base para grandes restaurações e para a confecção de núcleos precursores de coroas metálicas (figura 10) [8, 9, 10, 45]. Devido a características como resistência à corrosão e ao atrito, capacidade de autovedamento marginal com o decorrer do tempo, durabilidade, fácil manuseio e baixo custo, o amálgama é, até a atualidade, um dos materiais mais utilizados na odontologia [8, 9, 10, 45, 55]. No entanto, possui algumas limitações tais como presença de mercúrio (material sabidamente tóxico), estética deficiente e ausência de união à estrutura dental, o que, em cavidades amplas com pouca estrutura dental remanescente, pode

representar um risco de posterior fratura da mesma, ao contrário dos materiais restauradores adesivos que reforçam essa estrutura [56].

No final do século XX, a preocupação com a toxicidade do Hg levou ao lançamento de ligas metálicas em que há substituição do mercúrio pelo gálio, metal que é líquido em temperatura um pouco acima da temperatura ambiente (29,8°C), no mercado de materiais dentários. Obturações feitas com este tipo de liga apresentam algumas características similares às confeccionadas com Hg tais como resistência à compressão, tração diametral e microinfiltração, boa retenção mecânica nos preparos cavitários e fácil manuseio. No entanto, são vulneráveis à corrosão e possuem grande expansão durante a polimerização [55, 57]. A especificação nº 1 da ADA considera aceitável que, nas primeiras 24 horas, os amálgamas dentários tenham uma alteração dimensional de ± 20 μm cm^{-1}, visto que, em média, esse é o tempo necessário para que a reação de polimerização dos amálgamas não contaminados se complete [26, 57, 58]. Porém, estudos com a liga de gálio mostraram que este tipo de material tem uma reação de cristalização diferente e mais prolongada do que aquela com o Hg em sua composição [57]. Em alguns casos, cita-se uma expansão de 27,38 μm cm^{-1} após a polimerização [58], sendo este fator apontado como responsável por rachaduras e fraturas nas coroas dentárias. Com base nestas características negativas, o uso de ligas de gálio tornou-se contraindicado, mesmo em preparos cavitários conservadores [57, 58], onde o contorno das cavidades engloba apenas os tecidos comprometidos, sem adoção de extensão preventiva e respeitando as estruturas de reforço dos dentes tais como pontes de esmalte, vertentes e cúspides [59].

Com a evolução da odontologia adesiva, as resinas compostas tornaram-se uma alternativa ao amálgama de Ag por devolverem aos dentes posteriores não só sua capacidade funcional, mas, também, por permitir sua caracterização estética, visto que as resinas compostas são de cor clara, ao contrário do amálgama [26, 56] (figura 8). Contudo, mesmo com toda melhoria na qualidade, as resinas compostas apresentam algumas limitações tais como a contração durante a polimerização, resiliência dos materiais e coeficiente de expansão térmica linear diferente daquele das estruturas dentárias, propiciando, assim, falhas no selamento marginal que, por sua vez, permitem a infiltração de cáries [55], fazendo com que a vida útil das obturações com resina composta corresponda à metade dos 10-12 anos de durabilidade daquelas feitas com amálgama [60]. Além disso, embora tenham se tornado menos onerosas para os profissionais, o seu custo ainda faz com que as resinas compostas fotopolimerizáveis sejam inacessíveis para uma grande parcela da população, especialmente para quem depende

do serviço público de saúde, onde o amálgama, por todas as características já citadas, é o material restaurador mais utilizado [26].

Portanto, apesar da reconhecida toxicidade do mercúrio metálico, com a proibição ou limitação do seu uso em alguns países e do aumento da procura por materiais de melhor estética, o amálgama ocupa, ainda hoje, um lugar de destaque dentro da odontologia restauradora.

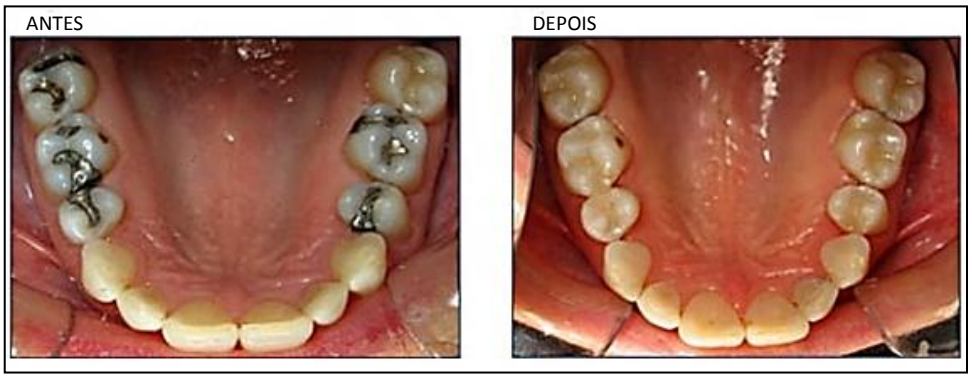


Figura 8: A mesma arcada dentária: ANTES - com obturações de amálgama de prata; DEPOIS - com obturações de resina composta fotopolimerizável.
Fonte: Life Smiles Dental Care, 2010 [61].

5.3 O AMÁLGAMA E O MEIO AMBIENTE

O armazenamento inadequado das sobras de amálgama nos consultórios odontológicos também é um aspecto amplamente apontado na literatura científica como importante fonte de contaminação ocupacional e ambiental por vapor de Hg [8, 12, 16]. Outro fator a ser considerado é o descarte de forma inapropriada dos resíduos de amálgama que, juntamente com os demais RSS, tem assumido grande importância na produção de passivos ambientais capazes de colocar em risco e comprometer os recursos naturais e a qualidade de vida das atuais e futuras gerações [15]. Segundo a OMS, os RSS, incluindo os derivados do amálgama dentário, constituem um potencial reservatório de contaminação biológica e química, tanto para o paciente quanto para o profissional e a população em geral [15, 17, 18].

Pécora (2003) fez cálculos estimando a quantidade de Hg descartado no meio ambiente na forma de amálgama dentário. O autor baseou-se na suposição de que para cada obturação são preparadas, em média, 2 gramas de amálgama, havendo uma sobra de 30% (0,6 gramas) do que é amalgamado. Este resíduo é resultante do excesso manipulado, bem como das raspas produzidas pela escultura do amálgama. Como cerca de 50% do amálgama é

composto de mercúrio metálico, para cada obturação há o descarte de 0,3 gramas de Hg. Usando esse valor como referência e supondo que um CD clínico confeccione 30 obturações de amálgama por mês, chegou-se a valores impactantes. Esse CD produziria 18 gramas de resíduos de amálgama por mês e 216 gramas por ano, o que significa 9 gramas de Hg mensais e 108 gramas de Hg descartados no meio ambiente em um ano. Extrapolando esse valor para mil CDs clínicos, o resultado é alarmante, são 216 000 gramas de resíduos de amálgama por ano, ou seja, 108 000 gramas ou 108 quilos de mercúrio descartados. Projetando este valor para 10 anos, serão 1 080 quilos (1,08 toneladas) de mercúrio despejados no meio ambiente como resíduos de obturações de amálgama confeccionadas por apenas mil cirurgiões-dentistas [12].

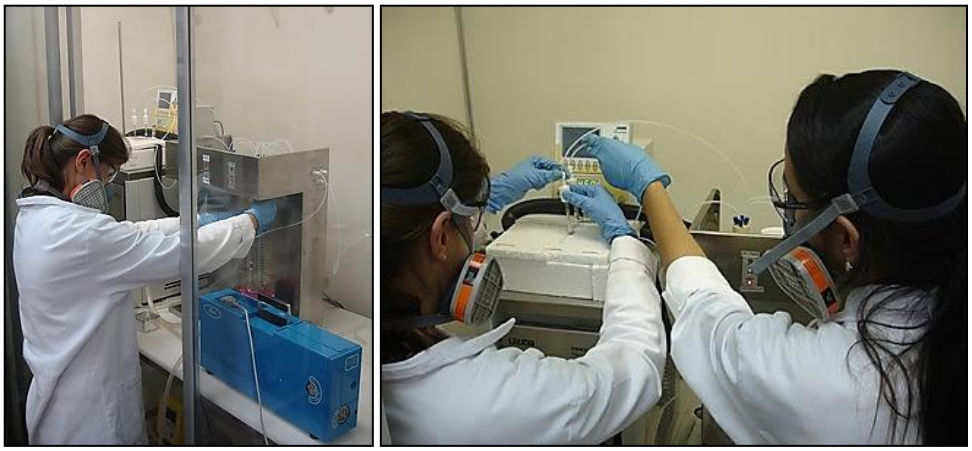
Devido aos avanços conseguidos na qualidade das resinas fotopolimerizáveis, tem aumentado a demanda por substituição de obturações de amálgama por este material de melhor estética. Embora essa troca tenha promovido uma redução na utilização do Hg na odontologia, também tem contribuído para aumentar a contaminação ambiental por este metal. A remoção das antigas obturações gera resíduos que, depois de serem captados por sugadores e bombas a vácuo ou de simplesmente escorrerem pelo ralo da cuspideira dos consultórios, são despejados na rede de esgoto, indo até às estações de tratamento ou diretamente para os rios e oceanos contaminando o meio ambiente [8], pois, apesar de misturado à liga, o Hg contido no amálgama pode ser liberado através de reações químicas naturais, calor, agitação e mudanças de pH que ocorrem no ambiente [8, 62].

Um estudo sobre o Hg feito pela OSPAR relatou que, anualmente, é despejada, em esgotos, ar ou solo, a impressionante marca de 7,41 mil toneladas deste metal como composto do amálgama dentário. Segundo este mesmo relatório, o mercúrio contido no amálgama, juntamente com outros tipos de RSS, são responsáveis por cerca de 53% das emissões mundiais deste metal [17].

No Brasil, a ANVISA através da RDC Nº 306, de 07/12/2004, e o Conselho Nacional do Meio Ambiente, através da Resolução CONAMA Nº 358, de 29/04/2005, assumiram o papel de orientar, definir regras e regular a conduta dos diferentes agentes em relação à geração e ao manejo dos RSS. Em 2006, a ANVISA elaborou um manual de gerenciamento de RSS, entre eles, os de amálgama, com o objetivo de fomentar a priorização da não geração, a minimização da geração e o reaproveitamento dos resíduos, a fim de evitar os efeitos negativos sobre a saúde pública e o meio ambiente [15, 62, 63, 64].

Os estudos recentes sobre o amálgama dentário têm buscado uma melhor forma de manipular o Hg a fim de evitar a contaminação do consultório e do meio ambiente em geral [6,

[8, 12, 16, 62]. Usualmente, recomenda-se o armazenamento dos resíduos de amálgama em recipientes bem tampados contendo água, solução fixadora de radiografias ou glicerina em seu interior, sendo esta última substância considerada a mais eficiente na contenção dos vapores de Hg provenientes dos resíduos [16]. Posteriormente, estes resíduos devem ser encaminhados para reciclagem [15]. Existe, ainda, um equipamento desenvolvido por pesquisadores do COPPE/UFRJ, capaz de remover Hg de efluentes líquidos e do petróleo sem deixar resíduos tóxicos, evitando o passivo ambiental (figuras 9 e 10). Nesse sistema, o Hg passa por uma coluna com adsorvente, um sólido à base de fosfato, que capta e fixa o metal em sua estrutura sem deixar resíduos, evitando a recontaminação e a eventual geração de material tóxico. Este método de controle de emissões de Hg, futuramente, poderá ser adaptado aos consultórios odontológicos evitando, assim, o impacto ambiental gerado pelo Hg presente nos resíduos de amálgama que são despejados na rede de esgoto [65].



Figuras 9 e 10: Sistema de captura de Hg em efluentes líquidos e petróleo desenvolvido no COPPE/UFRJ.
Fonte: Planeta COPPE, 2010 [65].

6 TOXICOVIGILÂNCIA

De acordo com a NR-9, são considerados agentes químicos:

> as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão [66].

Para controlar o risco de contaminação por substâncias químicas, é necessário adotar uma série de procedimentos, baseados em informações científicas disponíveis e julgamentos técnicos que permitam identificar, quantificar e avaliar os riscos à saúde humana, ao meio ambiente e a outros bens [4]. A avaliação de riscos envolve os processos de identificação de perigos, **avaliação da exposição**, avaliação dose-resposta e caracterização dos riscos. Os dados fornecidos pela avaliação de riscos são úteis para identificação das falhas no serviço que precisam ser corrigidas bem como para escolher a melhor alternativa à situação que se apresenta [30, 67, 68].

A **avaliação da exposição** é a etapa da avaliação de risco onde se faz o controle da exposição ocupacional a materiais tóxicos como o mercúrio. Nesta etapa, são feitos os monitoramentos ambiental e biológico, cujos resultados contribuem para o diagnóstico da situação associada à contaminação e a implantação de medidas corretivas [1, 7, 20, 64].

Segundo o NIOSH e a OSHA, monitoramento ambiental (MA) é a "avaliação do contaminante no ambiente para estimar a exposição e o risco à saúde, através de comparação dos resultados com referências apropriadas". Consiste na avaliação periódica do nível de concentração da substância química presente no ar do ambiente laboral, comparando os resultados obtidos com os limites de exposição ocupacional de referência. O MA contribui para a manutenção dos níveis de exposição em valores considerados seguros, pois, através dele, é possível conhecer os níveis de exposição e suas variações ao longo do tempo, identificar as fontes específicas de contaminação e avaliar se as estratégias de controle adotadas são eficazes, assim como obter dados sobre as relações exposição/efeito e exposição/resposta [21, 34].

Não é possível estimar a quantidade total de toxicantes absorvida pelo homem ou pela biota apenas com o monitoramento ambiental. Como a toxicidade de uma substância não está relacionada somente às condições de exposição, mas também à toxicocinética e à toxicodinâmica dessa substância, é indispensável monitorar o seu comportamento e as

interações ocorridas entre esse toxicante e o sistema biológico a fim de proteger a saúde humana e o meio ambiente [7, 21, 25, 34, 69, 70].

Monitoramento biológico (MB) é definido pelo PNUMA e pela OMS como a "medição e quantificação de substâncias químicas, ou de seus metabólitos, em tecidos, secreções, excreções, ar expirado ou em quaisquer combinações, conduzidas para avaliar exposições e riscos à saúde, comparadas com referências apropriadas", que são os Índices Biológicos de Exposição (IBE) [68]. IBE são valores guia de orientação para avaliação dos resultados do MB, indicando uma concentração abaixo da qual quase nenhum trabalhador deveria apresentar efeitos adversos à saúde, sendo empregados na avaliação de riscos potenciais à saúde ocupacional[71].

O MB é considerado, por alguns autores da escola higienista-industrial americana, como uma prática de prevenção ambiental secundária, à qual se recorre quando outras falham, com o objetivo de reduzir a absorção dos tóxicos e a natureza dos seus efeitos. Porém, como concentração ou risco zero é praticamente utópico nas exposições ambiental e ocupacional, o MB é considerado um instrumento confiável para a demonstração de riscos ocupacionais, como o oferecido pela atividade odontológica [68].

A avaliação da exposição pode ser feita através da utilização de indicadores biológicos de exposição, também chamados de biomarcadores, parâmetros que refletem o comportamento e as interações ocorridas entre o toxicante e o sistema biológico por apresentarem sensibilidade e especificidade para esta interação, permitindo, assim, estabelecer um vínculo causal entre a presença do xenobiótico e a alteração dela decorrente [19, 67, 68, 70]. São classificados em três tipos [72]:

- de exposição ou dose interna - confirmação ou estimativa da exposição individual ou de um grupo a uma determinada substância;
- de efeito - registro de alterações pré-clínicas ou efeitos adversos à saúde;
- de suscetibilidade - avaliação da intensidade da resposta apresentada pelos indivíduos expostos.

Na avaliação dos riscos da exposição aos compostos mercuriais é necessário distinguir a diferença entre os riscos decorrentes da exposição ocupacional e os da exposição ambiental, uma vez que a abordagem depende das condições de exposição, pois estas condições irão influenciar na cinética do elemento, escolha do indicador biológico específico para a situação investigada, bem como nos valores de referência para análise dos resultados [20, 67]. Os dados

obtidos com as avaliações ambiental e biológica são úteis para auxiliar na tomada de decisões e resolver problemas relacionados à exposição [64].

6.1 AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO AMBIENTAL

Os indicadores biológicos da exposição ambiental ao Hg são o Hg no sangue e no cabelo. O cabelo é a matriz biológica adequada para avaliação de exposição ambiental ao mercúrio metálico e ao metilmercúrio, especialmente em indivíduos sem histórico de contato profissional com o metal. Também fornece dados sobre a exposição ao metilmercúrio derivada de alimentos contaminados pelo metal [2, 20, 21, 38].

6.2 AVALIAÇÃO BIOLÓGICA

O marcador biológico empregado na exposição ao Hg é o próprio Hg presente em fluidos biológicos (sangue, urina, leite materno), no cabelo ou respiração. No entanto, a maioria desses testes não permite identificar a forma química do metal à qual a pessoa foi exposta [2, 19, 34].

6.2.1. Urina

Biomarcador indicado para testar a exposição crônica ao vapor de Hg metálico e às formas inorgânicas, pois a concentração do metal neste fluido biológico tem relação direta com a concentração ambiental à qual o indivíduo foi exposto. No entanto, o nível mais confiável de correlação entre exposição e excreção urinária só pode ser obtido após um ano de exposição contínua a níveis constantes de Hg no ar, fator que deve ser levado em consideração na análise dos dados. É indicada para a vigilância da exposição ocupacional a ambas as formas, sendo de fácil coleta [2, 21, 38].

6.2.2 Sangue

É um bom indicador biológico quando se deseja conhecer o grau de exposição recente tanto ao mercúrio metálico quanto ao inorgânico e ao orgânico. Só é considerado útil se as amostras forem tomadas dentro de poucos dias após a exposição. Isso ocorre devido à curta meia-vida do Hg no sangue (3 dias), período após o qual a quantidade do metal neste fluido biológico é reduzida à metade em virtude da sua rápida penetração nos tecidos do organismo. Assim, níveis de Hg no sangue são mais elevados em exposições recentes do que após longo período de exposição. Vários meses depois da exposição, os níveis sanguíneos são muito menores. A dieta e a exposição ocupacional influenciam as concentrações mercuriais no sangue, o que o qualifica como biomarcador de exposições ocupacional e ambiental recentes [2, 21, 38].

6.2.3 Cabelo

É um indicador biológico de longa exposição ao metilmercúrio, uma vez que o Hg é incorporado ao cabelo e se mantém inalterado. Se o cabelo for suficientemente longo e forem utilizados métodos cuidadosos de exame, pode mostrar se a exposição ocorreu há muitos meses ou mesmo há mais de um ano. No entanto, não é possível afirmar se a concentração existente no cabelo tem origem endógena ou exógena, por isso o cabelo não é utilizado para medição da contaminação por exposição ocupacional. Através da análise de cabelo materno pode-se estimar uma provável exposição do feto ao metilmercúrio[2, 20, 38].

6.2.4 Respiração

Depois de curto prazo de exposição, o Hg metálico pode ser detectado na respiração, que só ocorre de forma significativa apenas por poucos dias após a exposição. Por isso, não é um método normalmente utilizado [20].

6.3 AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL

O controle e a prevenção da exposição ocupacional aos compostos mercuriais em consultórios odontológicos devem ser feitos pela apuração simultânea de medidas de ordens técnica e médica. Entre as técnicas, aquelas de maior significância são a avaliação permanente

das concentrações de vapores e/ou poeiras de Hg e seus compostos no ar dos ambientes de trabalho, assim como a obediência aos limites sugeridos ou adotados. Também é imprescindível a observância de cuidados para evitar o acúmulo de Hg em rachaduras, cantos de mesa ou piso do local de trabalho, bem como manipular o metal em locais fechados somente se houver um sistema adequado de exaustão e fazê-lo distante da cadeira odontológica. A medida médica empregada é o exame médico periódico do profissional exposto [21].

6.3.1 Limites de exposição ocupacional

Sabendo-se que o grau de toxicidade de agentes químicos presentes no ar depende, entre outros fatores, da sua concentração, da via e do tempo de exposição e que, muitas vezes, é impossível evitar a exposição a essas substâncias no ambiente de trabalho, foram estabelecidos valores-limites para a exposição ocupacional a substâncias químicas, entre elas o mercúrio. O objetivo desses limites é manter as concentrações ambientais em níveis, abaixo dos quais, o risco de agravo à saúde do trabalhador seja minimizado, tendo sido obtidos a partir do estudo das relações dose-efeito e dose-resposta para a exposição humana ao Hg e seus compostos[4, 20, 40]. As unidades de medida de concentração empregadas na caracterização dos limites de exposição são **mg m^{-3}** e **µg m^{-3}**, variando de acordo com cada agência regulamentadora. Então, para comparação dos valores recomendados com os resultados obtidos no estudo, este trabalho fez uma padronização, adotando a unidade **µg m^{-3}**.

No Brasil, em 1978, o Ministério do Trabalho elaborou normas regulamentadoras da exposição ocupacional a produtos tóxicos, dentre eles o mercúrio: as NRs nº 7 e nº 15. A NR-7 (tabela 1) identifica os agentes químicos nocivos à saúde humana e estabelece parâmetros para controle biológico da exposição ocupacional a esses produtos através da análise do indicador biológico adequado [66].

Segundo a NR-7, limite de exposição ocupacional consiste no "valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites de exposição". Nas situações em que os resultados se encontram acima do limite de exposição ocupacional (LEO), torna-se necessária a implantação de medidas de controle e/ou modificação. Estes limites levam em conta a concentração da substância, a utilização de equipamentos de proteção individual (EPI) e as medidas de higiene industrial [20, 21, 34, 66].

A NR-7 estabelece 5 µg Hg g^{-1} de creatinina (que corresponde a aproximadamente 6 µg Hg L^{-1} de urina) como o valor de referência de normalidade (VR), ou seja, um valor possível de ser encontrado em populações não expostas ocupacionalmente. Convencionalmente, o VR equivale à metade do valor estabelecido como limite para exposição ocupacional. Para a CE, a faixa de 0,1 a 6,9 µg Hg L^{-1} de urina é considerada como referência para a população em geral, não exposta ocupacionalmente ao Hg [73].

Com relação à exposição ocupacional, a NR-7 estabelece o índice biológico máximo permitido (IBMP) de 35 µg Hg g^{-1} de creatinina (que corresponde a aproximadamente 42 µg Hg L^{-1} de urina), valor máximo do IBE que, supostamente, não oferece riscos de danos à saúde da maioria das pessoas ocupacionalmente expostas e que, se ultrapassado, caracteriza a exposição excessiva. Este mesmo valor, aproximadamente 42 µg Hg L^{-1} de urina, também é recomendado pela ACGIH como seguro para trabalhadores expostos ao Hg.

O ajuste do VR e do IBMP, citados em "g Hg g^{-1} de creatinina", para a unidade "µg Hg L^{-1} de urina", foi feito a partir da multiplicação dos mesmos pelo valor médio da creatinina na urina (1,2 g creatinina L^{-1}) recomendado pelo MTE [74].

Tabela 1: NR-7: Parâmetros para controle biológico da exposição ocupacional a agentes químicos

Ag Químico	**Indicador biológico**	**VR**	**IBMP**
Hg inorgânico	Urina	Até 5 µg g^{-1} de creatinina (6 µg L^{-1} de urina)	35 µg g^{-1} de creatinina (42 µg L^{-1} de urina)
	Sangue		15 µg L^{-1}

Fonte: Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. PCMSO; 1978

A NR-15 (tabela 2) estabelece limites de tolerância para atividades e operações insalubres e também classifica o grau desta insalubridade. Segundo a norma, entende-se por limite de tolerância a "concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada à natureza e ao tempo de exposição ao agente que não causará dano à saúde do trabalhador durante sua vida laboral". Nas normas brasileiras, não existe divisão de classificação entre compostos alquil e aril, com exceção do mercúrio orgânico. Dessa forma, o limite de exposição é estabelecido para o mercúrio total, sem especificar a forma química do elemento. Também não há alusão à jornada de trabalho diária, referindo-se, apenas, ao total de horas trabalhadas em uma semana [66].

Tabela 2: NR-15: limite de tolerância e grau de insalubridade para exposição ocupacional ao Hg

Até 48 h semanais	40 µg m^{-3}
Grau de insalubridade	máximo

Fonte: Brasil. MTE. PCMSO; 1978.

Os limites mais utilizados como padrões para avaliação da exposição ocupacional são os estabelecidos pela ACGIH (tabela 3), organização americana que trata da higiene, da saúde ambiental e ocupacional e da segurança industrial, desenvolvendo e publicando pesquisas e limites recomendados de exposição ocupacional denominados TLVs - Threshold Limit Values (Valores Limites de Exposição ou Valores Limites de Tolerância ou, simplesmente, Limites de Tolerância) [71].

TLV refere-se à concentração de substâncias químicas dispersas no ar que representam condições às quais, supõe-se, que a maioria dos trabalhadores possa ser exposta continuamente sem efeitos adversos à saúde. Os TLVs do Hg são expressos em mg m^{-3} porque a exposição ocupacional se dá ao vapor dessa substância química, sendo estabelecidos em partes de vapor por volume do ar contaminado.

Existem três categorias de limites de exposição [71]:

- TLV-TWA - concentração média, ponderada pelo tempo, relativa a uma jornada de trabalho de 8 horas/dia e 40/semana em que, acredita-se, um indivíduo possa se expor a um agente químico sem sofrer danos à sua saúde. A média é determinada por amostragem do contaminante ao longo do período.
- TLV-STEL - concentração máxima a qual indivíduos podem ser expostos por um curto período (15 minutos), por apenas quatro vezes ao dia ao longo da jornada, e com intervalos de pelo menos 1 hora entre as exposições. O limite diário (TLV-TWA) também não pode ser excedido. Este índice é recomendado para substâncias que produzem efeitos tóxicos agudos quando em altas concentrações, mesmo em curtas exposições.
- TLV-C - concentração que não deve ser ultrapassada em momento algum durante a jornada de trabalho, mesmo que por um instante apenas. É recomendado para monitoramento de substâncias cuja ação tóxica é rápida, não sendo este o caso da exposição ocupacional ao Hg, onde os efeitos demoram a se manifestar.

Tabela 3 - Limites de Exposição Ocupacional ao Hg, segundo a ACGIH / 2009.

TLVs	**Compostos Alquil Hg**	**Hg metálico e formas inorgânicas**	**Compostos orgânicos**
TWA	10 µg m^{-3}	25 µg m^{-3}	10 µg m^{-3}
STEL	30 µg m^{-3}		

Fonte: ACGIH, 2009

Apesar dos limites de exposição ao Hg considerados seguros, manter as concentrações ambientais do metal em níveis recomendados, ou abaixo deles, não significa que não haverá riscos para a saúde dos trabalhadores, significa somente que o risco está mantido em níveis mínimos. A própria ACGIH afirma que os valores por ela recomendados não representam uma linha divisória entre condições seguras e perigosas, eximindo-os da condição de padrões reguladores ou de consenso e não assumindo nenhuma responsabilidade pelo seu uso [71].

Estudos recentes sobre a relação exposição-resposta entre vapor de mercúrio inalado e efeitos adversos na saúde, comprovaram o aparecimento de efeitos sutis no sistema nervoso central e nos rins de trabalhadores expostos a níveis atmosféricos prolongados de 20 – 30 µg m^{-3} ou níveis urinários de 42,9 - 50,05 µg L^{-1}. Há, ainda, algumas publicações que afirmam que exposições ocupacionais a concentrações ambientais superiores a 10 µg Hg m^{-3} já são capazes de provocar mercurialismo, com surgimento de tremores musculares e de alterações de comportamento. Com base nesses dados, a US EPA determinou uma concentração de referência de 30 µg m^{-3} para a população geral e de 20 µg m^{-3} para exposições ocupacionais [20, 21, 22] (tabela 4). Contudo, embora tenha estabelecido parâmetros, a US EPA também declara que nenhuma quantidade de exposição ao Hg é totalmente segura, afirmação corroborada pela OMS que estabeleceu a concentração de 25 µg m^{-3} como risco mínimo aceitável para uma jornada de trabalho de 40 horas semanais e o TLV-STEL de 50 µg m^{-3} (tabela 4)[75].

Nos Estados Unidos existem, ainda, outras agências federais que editam e aplicam regulamentações sobre segurança e saúde ocupacional para empresas e indústrias instaladas no país. São a OSHA, que determina um limite de 50 µg m^{-3} para a exposição ocupacional ao Hg, recomendando nunca exceder o nível de 100 µg m^{-3}, nem mesmo instantaneamente, e o NIOSH, que determina como seguro o limite TWA de 50 µg m^{-3} para exposição ao Hg (tabela 4) [14].

Na Europa, a proteção aos trabalhadores contra riscos químicos é regulada pela CE, através do SCOEL, que estabelece limites de exposição ocupacional a agentes químicos, bem como valores-limites biológicos. Para o Hg e compostos inorgânicos divalentes de mercúrio metálico, incluindo o óxido mercúrico e o cloreto mercúrico, é preconizado um limite de exposição de 20 µg Hg m^{-3} por um período de 8 horas/dia e 40 horas/semana (tabela 4) [76].

Assim como a ACGIH, que reconhece a existência de variação na resposta biológica a uma determinada substância química, independentemente da concentração dessa substância no ambiente, vários autores argumentam que, ao estabelecerem limites de exposição, as normas regulamentadoras não levam em consideração fatores que deixam os indivíduos mais suscetíveis aos efeitos da exposição, tais como fontes adicionais de exposição, a possibilidade

de uma diminuição da resistência devido a baixos níveis de selênio e zinco na dieta, a existência de doenças crônicas e de condições especiais (crianças, mulheres grávidas e pessoas idosas) que fragilizam o sistema imunológico e ainda a predisposição genética[2, 30].

É importante citar a IAOMT, a qual afirma que o risco real decorrente da manipulação do amálgama na rotina de trabalho odontológico excede os valores STEL de 100 µg m^{-3} e 50 µg m^{-3} propostos pela OSHA e OMS, respectivamente. Segundo a IAOMT, as concentrações de Hg emanadas são de cerca de 1000 µg m^{-3} durante a remoção de obturações de amálgama, de 100-460 µg m^{-3} com a água usada no resfriamento durante a remoção, de 500-900 µg m^{-3} durante o polimento da obturação e de 15-40 µg m^{-3} com a água que é sugada. Esta situação ocorre na zona de respiração imediata do CD e não apenas na área operatória, o que torna essencial a adoção de procedimentos que minimizem o risco para o profissional da odontologia (tabela 5) [14].

Tabela 4: Limites de Exposição Ocupacional ao Hg, segundo instituição regulamentadora

TLV (µg m^{-3})	**Agências Regulamentadoras**						
	MTE	**US EPA**	**OMS**	**ACGIH**	**OSHA**	**NIOSH**	**CE**
TWA	40	20	25	25	50	50	20
STEL			50		100		

Fonte: Brasil. MTE. PCMSO, 1978; IAOMT, 2008; CE, 2009; ACGIH, 2009.

Tabela 5: Concentração de vapor de Hg emanada durante os procedimentos relacionados a obturações de amálgama dentário

Procedimento	**Concentração**
Remoção de obturações de amálgama	1000 µg m^{-3}
Polimento de obturações de amálgama	500-900 µg m^{-3}
Com a água usada no resfriamento	100-460 µg m^{-3}
Com a água que é sugada	15-40 µg m^{-3}

Fonte: IAOMT, 2008.

7 MATERIAIS E MÉTODOS

7.1 TIPO DE ESTUDO

Trata-se de um estudo seccional quantitativo descritivo, desenvolvido com uma população definida de trabalhadores da odontologia, os quais formavam três grupos: CDs expostos ocupacionalmente ao Hg, CDs não expostos ocupacionalmente ao metal e auxiliares odontológicos, também expostos. As coletas (ambiental e biológica) ocorreram no período compreendido entre agosto e setembro de 2010. Cada indivíduo participante teve suas respectivas amostras coletadas na mesma ocasião.

Buscou-se aferir a frequência de contaminação por Hg nos três grupos, comparar as concentrações relativas aos dois grupos de CDs e identificar possíveis associações entre as variáveis manipulação de amálgama dentário e contaminação por Hg. A medida de frequência utilizada foi a prevalência pontual. A variância das amostras foi analisada pelo teste de Levene, a significância estatística dos resultados encontrados foi testada pelo Teste *t* de Student para duas amostras independentes e a correlação entre as variáveis foi testada pelo Coeficiente de Correlação de Spearman, indicado para variáveis não paramétricas [77, 78, 79], todos os testes estimados com confiança de 95%.

7.2 QUESTÃO DE ESTUDO

Tendo em vista a conhecida capacidade de dispersão e contaminação do Hg, este trabalho norteou-se pela seguinte questão: o mercúrio metálico, quando componente do amálgama dentário, leva à contaminação do ambiente de trabalho odontológico e dos trabalhadores que circulam no local onde este material restaurador é manipulado?

7.3 LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi realizado em um PAM da Cidade do Rio de Janeiro, escolhido por ser um dos CEOs da SMSDC/RJ, referência no serviço odontológico da rede pública da cidade. O

trabalho com os CDs não expostos ocupacionalmente ao Hg foi desenvolvido no consultório particular de cada um deles.

7.4 POPULAÇÃO DE ESTUDO

7.4.1 Critérios de seleção da população

7.4.1.1 Inclusão

- Concordância em participar do estudo através da assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido;
- Cirurgiões-dentistas que trabalhavam no ambulatório odontológico de um PAM administrado pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, local onde diariamente são confeccionadas obturações de amálgama, expondo os profissionais ao Hg;
- Cirurgiões-dentistas que exerciam especialidades nas quais não havia utilização de Hg, não estando expostos ao risco de contaminação;
- Trabalhadores do quadro auxiliar do ambulatório odontológico do PAM administrado pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, expostos ocupacionalmente ao Hg.

7.4.1.2 Exclusão

- Indivíduos que não concordaram em participar;
- Profissionais que residiam próximo a fontes de emissão de Hg e indivíduos que exerciam outra atividade onde havia contato com o metal, pois a contaminação também poderia advir da exposição aos vapores decorrentes dessas situações, levando a um enviesamento dos resultados obtidos.

7.4.2 Aspectos éticos

Respeitando a Resolução Nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde que trata dos "quatro referenciais básicos da bioética: autonomia, não maleficência, beneficência e justiça, entre outros, e visa assegurar os direitos e deveres que dizem respeito à comunidade científica, aos sujeitos da pesquisa e ao Estado", antes do início dos trabalhos de coleta, este estudo passou pelas seguintes fases:

- Submissão do projeto de pesquisa aos CEPs da ENSP/FIOCRUZ (CAAE: 0012.0.031.000-10) e da SMSDC/RJ (CAAE: 0019.0.314.031-10), recebendo aprovação dos mesmos;
- Explanação aos participantes sobre o teor da pesquisa e sua relevância para a odontologia, sobre a importância, mas não obrigatoriedade da participação de cada um, acerca da instituição subsidiadora do estudo, como seria o processo de avaliação, sobre a segurança e o sigilo dos resultados;
- Recebimento e assinatura de duas vias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO A), por todos que concordaram em participar do estudo. Uma via ficou com o investigado, enquanto a outra, sob a posse da coordenadora do projeto;
- Codificação dos dados obtidos, de forma a impossibilitar a identificação dos participantes;
- Armazenamento dos resultados, protegidos por senha, no computador da coordenadora do projeto. Após o prazo de cinco anos, todos os registros da pesquisa (questionários e arquivos virtuais) que se encontram na posse da coordenadora serão destruídos.

7.5 EXPERIMENTAL

7.5.1 Coleta de dados

Um questionário foi aplicado, visando conhecimento das variáveis socioeconômicas, outras possíveis fontes de exposição ao Hg e efeitos à saúde dos profissionais, assim como variáveis de confundimento. Foram incluídas as questões dos questionários CAGE e Q16, ambos padronizados internacionalmente, adaptados para a realidade latina e já utilizados em pesquisas sobre contaminação por Hg em odontologia [47]. Apesar de não serem instrumentos

de diagnóstico, auxiliam na identificação dos indivíduos que, possivelmente, apresentam a questão pesquisada.

- **CAGE** - resulta das palavras-chaves contidas em cada uma das quatro questões. As questões devem ser respondidas como sim ou não e respostas como "de vez em quando" são consideradas como sim. Sua finalidade é identificar indivíduos que apresentam problemas relacionados ao uso abusivo de bebidas alcoólicas. Considera-se um indivíduo como possível portador de problemas relacionados ao álcool se assinalar sim para duas questões [80, 81, 82].

  1) **C -** *Cut-down* => Alguma vez o sr(a) sentiu que deveria diminuir a quantidade de bebida alcoólica ou parar de beber?
  2) **A –** *Annoyed* => As pessoas o(a) aborrecem porque criticam o seu modo de tomar bebida alcoólica?
  3) **G -** *Guilt* => O(A) senhor(a) se sente chateado(a) consigo mesmo(a) pela maneira como costuma tomar bebida alcoólica?
  4) **E -** *Eye-opener* => O sr(a) costuma beber pela manhã para diminuir o nervosismo ou a ressaca?

- **Q16** - composto por 16 questões que buscam identificar indivíduos com possíveis sintomas neuropsíquicos relacionados à contaminação por substâncias neurotóxicas. Considera-se como suspeito de contaminação o sujeito que assinalar sim para três questões [47, 83].

  1) O(A) sr(a) esquece facilmente das coisas?
  2) Os seus familiares e/ou amigos têm falado que o(a) sr(a) está esquecido?
  3) Frequentemente o(a) sr(a) esquece de realizar atividades que considera importantes (como desligar o fogão ou trancar a porta, etc)?
  4) É difícil entender as notícias, programas e novelas que o(a) sr(a) assiste na TV ou escuta no rádio?
  5) O(A) sr(a) tem frequentemente dificuldade para se concentrar?
  6) O(A) sr(a) se sente frequentemente irritado sem motivo ?
  7) O(A) sr(a) se sente frequentemente abatido ou triste sem motivo?
  8) O(A) sr(a) precisa fazer anotações sobre atividades que sabe que deve realizar?
  9) O(A) sr(a) se sente excessivamente cansado?

10) O(A) sr(a) sente, às vezes, como se houvesse uma “pressão” sobre peito?
11) O(A) sr(a) tem a sensação de que vai cair ao estar de pé ou caminhando?
12) O(A) sr(a) sente frequentemente pontadas dolorosas, dormência ou formigamento em alguma parte do corpo?
13) O(A) sr(a) tem dificuldades para abotoar ou desabotoar botões?
14) O(A) sr(a) sente que tem perdido forças nos seus braços ou nas suas pernas?
15) Quando o(a) sr(a) acorda durante o sono, tem dificuldades de voltar a dormir?
16) O seu interesse sexual vem diminuindo?

No questionário aplicado ao pessoal do quadro auxiliar, foram excluídas as questões relativas ao atendimento aos pacientes e mantidas aquelas que envolviam dados sociodemográficos, hábitos de vida e histórico de saúde.

Para os CDs, o questionário foi composto por 72 questões, sendo 47 fechadas, 5 abertas e 20 mistas. Para os demais trabalhadores, o questionário continha 68 questões, sendo 46 fechadas, 4 abertas e 18 mistas (ANEXO B). Como o número de participantes era conhecido, os questionários foram impressos em quantidade equivalente. Após preenchimento pelos sujeitos da pesquisa, cada questionário foi acondicionado em um envelope lacrado e mantido sob a guarda da coordenadora do trabalho, única pessoa que teve acesso às respostas dadas e à identificação dos participantes. Em todos os casos, o questionário foi autopreenchido.

7.5.1.1 Pré-teste

Com o objetivo de identificar possíveis erros na formulação das questões que justificassem uma modificação da redação, alteração do formato ou mesmo exclusão da versão final, foi aplicada uma versão preliminar do questionário em um grupo de CDs que exercem a sua profissão em ambiente e contexto semelhantes aos da pesquisa real.

O primeiro pré-teste foi realizado em uma policlínica militar do Rio de Janeiro, onde trabalhavam 10 CDs. Deste grupo, oito profissionais aceitaram participar do estudo e dois se recusaram. Do total de 73 questões apresentadas, quatro não forneceram as respostas

esperadas, mostrando necessidade de reformulação da pergunta em duas delas e da resposta nas outras duas.

Após reformulação das questões, o questionário foi novamente testado em um grupo de cinco CDs de PAMs variados e diferentes daquele onde seria realizado o estudo. Dessa vez todas as questões mostraram-se compreensíveis e respondidas satisfatoriamente pelos profissionais participantes.

7.5.2 Instrumental

Para a determinação do Hg nos indicadores biológico e ambiental empregou-se a técnica de espectrometria de absorção atômica com vapor frio, utilizando-se o acessório MHS-20 acoplado ao espectrômetro 5100 com corretor de fundo Zeeman (ambos Perkin Elmer). O comprimento de onda da lâmpada de catodo oco (Perkin Elmer) para mercúrio foi de 253,7nm, enquanto que a largura da fenda foi de 0,7nm. As metodologias para a determinação do Hg em fluidos biológicos e amostras ambientais seguiram os protocolos já estabelecidos pelo Setor de Metais, com as leituras realizadas em altura de pico.

O sistema de coleta ativa de ar constituiu-se de uma bomba de amostragem de fluxo universal com vazão igual a 2 L min^{-1}, marca SKC, modelo 224-PCXR4, suporte para filtro, filtro de éster celulose Millipore (Bedford, MA, USA) com 37mm de diâmetro e poro de 0,8 μm. À bomba, foram acoplados dois tubos de vidro denominados "impingers", interconectados entre si e à bomba por uma mangueira de silicone de cerca de 25 cm de comprimento, os quais continham um meio químico de coleta, uma solução de $KMnO_4$ 5% (m/v).

O sistema de coleta passiva de ar foi constituído de amostradores passivos, marca SKC, modelo nº 520. Estes dispositivos continham uma cápsula com o material sorvente Anasorb C300 (SKC, PA, USA) em seu interior.

7.5.3 Descontaminação do material

Todos os instrumentos, vidrarias e utensílios plásticos, antes de serem utilizados no preparo de soluções, coleta de amostras e análise das mesmas, foram submetidos ao seguinte processo de descontaminação:

1) Lavagem abundante em água corrente;
2) Imersão em solução detergente EXTRAN® 5% da marca Merck, por período igual ou superior a 24 horas;
3) Lavagem abundante em água corrente;
4) Imersão em solução de ácido nítrico 10% (v/v) por período igual ou superior a 48 horas;
5) Lavagem abundante em água deionizada;
6) Secagem em estufa ajustada para temperatura de 40°C.

7.5.4 Reagentes e soluções

Todos os reagentes utilizados foram, pelo menos, de grau analítico (P.A.) e de origem Merck, enquanto que a água utilizada na descontaminação do material e preparo das soluções analíticas e amostras foi previamente purificada pelos sistemas Milli-RO, modelo RIOS, acoplado ao Milli-Q, modelo Academic (Millipore Corporation, GA, USA).

O meio de coleta químico foi preparado com $KMnO_4$ em meio de ácido clorídrico (HCl), de modo a se obter uma solução de $KMnO_4$ 5% (m/v) em HCl 1% (v/v).

Uma solução estoque de 1000 µg L^{-1} foi preparada a partir da solução concentrada de 1000 µg mL^{-1} de mercúrio. As soluções analíticas do metal eram preparadas diariamente por volumes adequados da solução estoque em 10 mL de uma mistura contendo ácido nítrico e ácido sulfúrico 15 g L^{-1} (m/v), acrescida de quantidades apropriadas da solução oxidante $KMnO_4$ 5% (m/v) e do antiespumante octanol. Para a leitura das soluções de calibração e amostras foi utilizada uma solução redutora preparada com $NaBH_4$ 3% (m/v) e NaOH 1% (m/v).

A exatidão dos resultados foi acompanhada através da análise, em cada série de amostras, dos materiais de referência do Programa Interlaboratorial de Control de Calidad, realizado pelo Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Barcelona, Espanha) e financiado pelo Ministerio de Trabajo e Inmigración do Gobierno de España para a determinação de mercúrio em urina.

7.5.5 Preparação das amostras

As amostras de urina e das soluções dos impingers não passaram por processo de digestão, apenas solubilização após transferência de 1 mL de cada amostra diretamente para os frascos de reação, contendo a mistura de ácido nítrico e sulfúrico 15 g L^{-1} (m/v), acrescida de $KMnO_4$ 5% (m/v) e octanol. Já as cápsulas sorventes dos amostradores passivos foram submetidas ao processo de digestão recomendado pelo fabricante. Após remoção cuidadosa da cápsula e transferência do sorvente Anasorb C300 para um béquer, foram adicionados HCl e HNO_3 e deixado em repouso até a solubilização total (cerca de 30 minutos). Em seguida, houve a transferência da solução para um balão volumétrico e adição de água deionizada até o volume final. Da mesma forma, também foi transferido 1 mL da solução de amostra para o frasco de reação.

7.5.6 Coleta de amostras biológicas e ambientais

No PAM, as amostras ambientais foram coletadas nas salas onde, no momento, estavam sendo realizados atendimentos a pacientes. Em virtude do potencial de dispersão do Hg, também foram coletadas amostras de ar na sala da cirurgia odontológica, a qual se encontrava separada das salas de atendimento restaurador, porém no mesmo corredor. Pelo mesmo motivo, foram coletadas amostras de urina do CD responsável pelo setor de cirurgia e do responsável pelo serviço radiológico. Coletou-se amostra de ar com impingers na sala do almoxarifado, devido à grande quantidade de Hg e de cápsulas de amálgama estocadas neste local.

A responsável pela chefia do serviço odontológico do PAM e o pessoal do quadro auxiliar (TSB, ASB e a secretária), embora não trabalhem diretamente com os pacientes, por força de suas funções circulam diariamente no ambiente onde o amálgama é manipulado, estando, portanto, expostos aos vapores de Hg. Por este motivo, também tiveram suas urinas coletadas.

Durante o período de coleta ativa de ar, todos os participantes do estudo, tanto os expostos quanto os não expostos ao Hg, se submeteram à coleta passiva de ar através do uso de amostradores passivos.

7.5.6.1 Coleta e conservação das amostras em humanos

Foram coletadas amostras de urina após, pelo menos, dois dias de exposição contínua, em frascos coletores descontaminados, com capacidade para 50 ml cada. No PAM, a urina foi coletada no primeiro período da jornada de trabalho, em um dos banheiros da unidade, longe dos consultórios e, portanto, sem risco de contaminação pelo Hg que pudesse haver no ambiente. Nos consultórios particulares, a coleta se deu no banheiro dos mesmos. Todos os frascos foram etiquetados com o código referente ao profissional e à data da coleta. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos em posição vertical e transportadas em gelo para o Laboratório de Toxicologia do CESTEH/ENSP/FIOCRUZ, onde permaneceram congeladas a uma temperatura de -20°C até a análise.

7.5.6.2 Coleta e conservação das amostras ambientais

Em uma planilha, foram anotados os seguintes dados: data, número do consultório, temperatura ambiente, umidade do ar, número e vazão da bomba, horário inicial e final da coleta. Posteriormente, estes dados foram utilizados no cálculo da concentração de Hg captada pela coleta de ar.

7.5.6.2.1 Coleta ativa de ar

Para avaliação do ar, em cada ambiente empregou-se o sistema ativo de coleta de ar, conjunto composto por uma bomba de amostragem de fluxo acoplada a dois impingers contendo, cada um, 15 ml de solução coletora. Os impingers, foram interconectados por uma mangueira de silicone de cerca de 25 cm de comprimento, havendo uma mangueira similar acoplando o segundo impinger a uma bomba de aspiração, a qual forçava a passagem do ar através do $KMnO_4$ (figura 11). Esta bomba foi calibrada para coletar um volume de 2 L min^{-1} de ar e colocada sobre a bancada, próxima ao amalgamador (fonte de emissão de Hg) e ao cirurgião-dentista (figura 12). Nos dias de coleta, permaneceu ligada durante todo o período de trabalho matutino no PAM e por, no mínimo, uma hora nos consultórios particulares.

Após a coleta, os impingers foram etiquetados com o código referente ao profissional, data da coleta e identificação do frasco inicial e final de passagem do ar. Os impingers foram acondicionados em caixas pretas, ao abrigo da luz, e transportados para o Laboratório de

Toxicologia do CESTEH/ENSP/FIOCRUZ, onde permaneceram em refrigeração, a uma temperatura de 5°C até a análise.

Figura 11: Sistema de coleta ativa de ar.

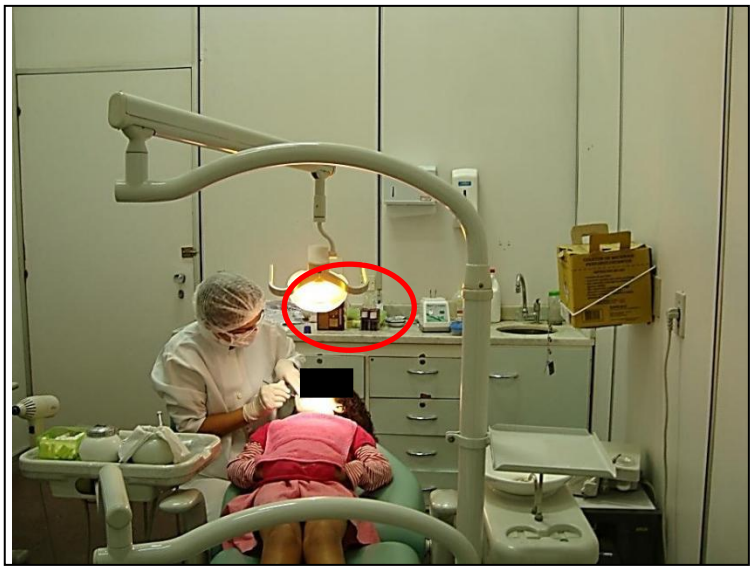


Figura 12: Coleta ativa de ar no PAM com uso de impingers

7.5.6.2.2 Coleta passiva de ar

Na tentativa de uma caracterização mais completa da qualidade do ar foram utilizados amostradores passivos, os quais continham uma cápsula com o material sorvente Anasorb C300 (SKC, PA, USA) em seu interior (figura 13). Este sorvente tem capacidade de fixar compostos gasosos ou vapores presentes no ambiente sem utilização de bomba de sucção para

forçar a passagem do ar a ser amostrado, não tendo seu funcionamento dependente de fontes de energia ou calibrações contínuas, o que os torna simples de montar e operar, além de terem custo reduzido. Seu uso em ambientes fechados é facilitado pelo fato de serem leves, de tamanho reduzido e não emitirem ruído, não interferindo, portanto, nas atividades desenvolvidas pelo indivíduo que está sendo investigado [84, 85].

O processo de amostragem envolve a absorção e subsequente permeação das moléculas do gás ou do vapor através do sorvente. Segundo o fabricante, o desempenho do amostrador passivo pode ser afetado pelos seguintes fatores:

- Temperatura ambiente - a taxa de amostragem varia se houver mudanças na temperatura ambiente, influenciando a taxa de difusão. Isto ocorre porque o coeficiente de difusão D é uma função da temperatura absoluta T na relação D x T 1,5.
- Velocidade do vento – se a velocidade do vento permanecer substancialmente constante e abaixo de 7,62 m min^{-1} pode haver uma queda de até 30% na taxa de amostragem. Se a velocidade do vento for acima 228,6 m min^{-1} há necessidade de uma blindagem especial, pois pode haver aumento irregular na taxa de amostragem. Isto ocorre porque a taxa de amostragem é função do comprimento do percurso de difusão e da área da seção transversal do amostrador.
- Pressão – o coeficiente de difusão é inversamente proporcional à pressão ambiente.
- Presença de outros gases – o Hg pode interagir com outros gases presentes no ambiente, inclusive o cloro, reduzindo a concentração de Hg elementar livre na atmosfera.

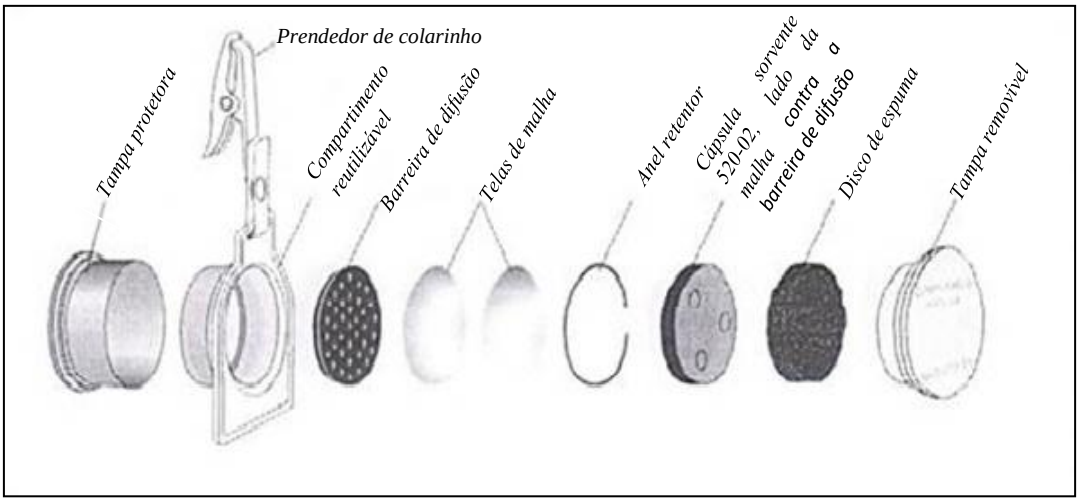


Figura 13: Conjunto completo de amostrador passivo para Hg
Fonte: SKC®/USA

Estes dispositivos são empregados, especialmente, na avaliação da exposição pessoal em ambiente de trabalho onde a concentração mercurial é elevada. Porém, alguns estudos já os utilizaram satisfatoriamente para monitorar alguns gases e vapores em baixas concentrações em ambientes abertos [84, 85]. Assim, foram utilizados amostradores passivos do tipo emblema com a função de capturar o Hg que chegava espontaneamente à zona de respiração dos sujeitos da pesquisa. Para isso, os aparelhos foram colocados na gola do jaleco dos profissionais, local onde permaneceram por período igual ao da coleta ativa de ar (figuras 14 e 15).

Figuras 14 e 15: Amostradores passivos / dosímetros tipo emblema para Hg inorgânico

Para o cálculo da concentração de Hg no sorvente, utilizou-se o método OSHA ID 140 (figura 16) [32]:

$$\text{Hg mg m}^{-3} = \frac{\text{massa de Hg (µg)} - \text{Hg branco (µg)}}{\text{Volume do amostrador (L)}}$$

Figura 16: Método OSHA ID 140

7.5.7 Saúde – trabalho – ambiente

A OPAS classifica a saúde do trabalhador e o ambiente de trabalho saudável como bens valiosos tanto para os indivíduos quanto para a coletividade e para o país. Além disso, reconhece a importância desses elementos para a melhoria da qualidade de vida dos indivíduos e da sociedade por contribuírem positivamente para a produtividade, qualidade dos produtos e para a motivação e satisfação no trabalho [86].

Neste estudo, durante o período de coleta de amostras, investigou-se a conformidade do ambiente e da organização do trabalho com as normas de biossegurança para ambientes

assistenciais de saúde, bem como a forma de manuseio, armazenamento e descarte do mercúrio e do amálgama. Para tal, utilizou-se o método observacional simples, associado a informações obtidas por meio do questionário e de conversas com os sujeitos da pesquisa.

7.5.8 Análise estatística

Na análise estatística dos resultados foram empregados os programas *SPSS 15.0 for Windows*® e *Microsoft Excel* 2010. Por meio destes *softwares* foram estabelecidas prevalências e testadas as relações entre as variáveis do trabalho, assim como construídos os respectivos gráficos e tabelas.

Todos os resultados obtidos estão dentro de um intervalo de confiança de 95%.

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Acerca da exposição ocupacional ao mercúrio, existe um consenso entre pesquisadores do assunto [11, 23], instituições de saúde internacionais [7, 20] e instituições governamentais [5, 19] sobre os riscos que a manipulação do amálgama de prata traz aos trabalhadores do setor odontológico, em especial aos cirurgiões-dentistas.

8.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

No PAM, cuja responsabilidade administrativa pertence à Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro através da SMSDC/RJ, trabalhavam servidores municipais, estaduais e federais, além de funcionários terceirizados encarregados dos serviços de manutenção e limpeza do estabelecimento. As consultas eram previamente agendadas.

A jornada de trabalho era de vinte horas semanais para os CDs e de oito horas diárias / quarenta horas semanais para os trabalhadores do quadro auxiliar. No entanto, o tempo real de exposição ao mercúrio era menor que o da jornada de trabalho, pois, devido à habilidade dos CDs na execução dos procedimentos e, ocasionalmente, pelo não comparecimento do paciente agendado, geralmente, os atendimentos se completavam antes do fim do turno de trabalho, após o que, os profissionais se retiravam do ambulatório para permitir a limpeza do local.

O ambiente (ANEXO C) era representado por um retângulo, cujas dimensões (comprimento X largura X altura), em metros, são 29 X 3,75 X 5,10. As paredes internas, que dividiam os consultórios, eram feitas de madeira compensada. Essas separações formavam 10 salas de 2,9 m X 2,8 m, havendo um corredor em comum de 0,95 m de largura ao longo dos 29 m do ambiente dos consultórios (figura 17).

Uma das salas funcionava como setor de apoio, sendo este o local de armazenamento do material de consumo e também a via de acesso ao corredor de entrada dos profissionais (Figura 18).

Cada uma das nove salas restantes eram utilizadas para atendimento odontológico e estavam equipadas com um consultório completo, formado por cadeira odontológica, equipo com bandeja, cuspideira, mocho e refletor (Figura 19). Também completavam o consultório, uma bancada com pia, armários e mesa para anotações, além de uma porta de acesso ao corredor por onde entravam os pacientes.

Figura 17: Corredor ao longo dos consultórios.

Figura 18: Sala de apoio

Figura 19: Consultório odontológico no PAM.

Em uma das extremidades do corredor encontrava-se a sala denominada CEO 6, destinada exclusivamente ao tratamento endodôntico dos pacientes (tratamento de canal), especialidade onde há necessidade de realização de tomadas radiográficas intraorais do dente durante o período em que o mesmo está sendo operado. Com o objetivo de proteger as áreas circunvizinhas contra a radiação ionizante, esta sala possuía paredes revestidas por chumbo. Durante o período de coleta, observou-se que a porta de comunicação com o corredor comum aos consultórios permanecia aberta em período integral.

A proteção com chumbo nas divisórias e portas obedecia às normas estabelecidas pelo Ministério da Saúde para Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002 [87, 88].

De acordo com a Portaria MS/SVS nº 453, de 01 de junho de 1998 - Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico - as salas onde se realizam os procedimentos radiológicos e a sala de comando devem ser classificadas como áreas controladas, sendo necessárias barreiras físicas com blindagem suficiente para garantir a manutenção de níveis de dose tão baixos quanto razoavelmente exequíveis, não ultrapassando os níveis de restrição de dose estabelecidos pelo regulamento [89].

Segundo instituições que tratam da proteção contra a radiação em odontologia, se as estruturas de construção convencionais não fornecerem blindagem adequada, como se supõe ser o caso do PAM, cujas divisórias eram de madeira compensada, a elas deve-se adicionar chumbo, gesso, concreto armado ou outro material adequado. Recomendam, ainda, que as policlínicas devam apresentar área específica para instalação de aparelhos de radiação ionizante [90, 91].

No entanto, alguns autores afirmam que em locais onde são utilizados somente aparelhos radiográficos intraorais não há necessidade de utilizar barita ou chumbo para a proteção das paredes e das portas do consultório, sendo igualmente dispensáveis o monitoramento de radiação pessoal, dosímetros de alarme pessoal ou outros dispositivos e medidas adicionais de segurança contra a radiação. Consideram indispensáveis apenas os EPIs, para o profissional e o paciente [92, 93].

Em todos os ambientes, o piso era de cimento polido misturado com tinta vermelha, conhecido como “vermelhão”. Não existe uma norma técnica para pisos em ambientes hospitalares. Não há um material considerado ideal para revestimentos hospitalares, pois todos têm vantagens e desvantagens, sendo preciso levar em consideração a atividade a ser desenvolvida no local e a frequência com que os mesmos serão higienizados [94]. De acordo com a RDC nº 50, os pisos em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), assim como o seu rejunte, não podem ter índice de absorção de água superior a 4% (individualmente ou depois de instalados no ambiente), devendo ser de fácil limpeza. Além disso, é vedada a utilização de cimento sem um aditivo antiabsorvente tanto nos pisos quanto nas paredes [88].

No ambiente investigado, o piso se enquadrava nas características ausência de juntas e facilidade de limpeza. Mas, a falta de informação sobre a utilização ou não de aditivo antiabsorvente na confecção do assoalho tornou impossível dizer se o mesmo era adequado às atividades ali desenvolvidas.

Nesse ambiente, não existia nenhuma janela ou basculante, sendo a ventilação feita, basicamente, através de portas:

- Uma na parede posterior da sala de apoio, pela qual os trabalhadores entravam no ambulatório;
- Portas individuais, uma para cada consultório, que davam acesso ao corredor de espera e pelas quais os pacientes adentravam nas salas de procedimento.

Este espaço era cercado por corredores, nos quais somente um, onde os pacientes aguardavam atendimento, possuía ventilação. Em todos os consultórios havia um aparelho de ar condicionado, localizado acima da porta de entrada dos pacientes. Este panorama contraria totalmente as normas para climatização em EAS preconizados pela ABNT, pela ANVISA e pelo MS [95], a saber:

- RDC - 50/2002 - ANVISA – Normas para projetos físicos de EASs [88].
- RE/ANVISA nº 9, de 16 de janeiro de 2003 - ANVISA – Orientação técnica elaborada por grupo técnico assessor sobre padrões referenciais de qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo [96].
- Portaria 3.523/88, de 28 de agosto de 1998 – Regulamento Técnico contendo medidas básicas referentes aos procedimentos de verificação visual do estado de limpeza, remoção de sujidades por métodos físicos e manutenção do estado de integridade e eficiência de todos os componentes dos sistemas de climatização, para garantir a Qualidade do Ar de Interiores e prevenção de riscos à saúde dos ocupantes de ambientes climatizados [97].
- ABNT NBR 7256 – Tratamento de ar em EAS – Requisitos para projeto e execução das instalações [98].

Segundo essas normas, para manter o ambiente clínico saudável, os EAS, onde se inclui o ambiente odontológico, devem possuir ventilação natural ou forçada para evitar o acúmulo de fungos, gases e vapores condensados, sendo que sua eliminação não deve causar danos ou prejuízos às áreas próximas. É recomendada a limpeza e a manutenção dos componentes do sistema de ar condicionado e a limpeza dos filtros, os quais devem ser substituídos por outros, limpos ou lavados, semanalmente. Também é recomendada a limpeza trimestral dos componentes dos aparelhos de ar condicionado, considerados como reservatórios, amplificadores e disseminadores de poluentes. O trabalho dos equipamentos de ar condicionado deve ser complementado por exaustores (para captura de poluentes) e por filtros (para remoção de contaminantes) que evitem a contaminação do ambiente externo [99].

O corredor utilizado como sala de espera para os pacientes também dava acesso às salas de cirurgia e radiologia (RX) odontológicas. No corredor localizado posteriormente aos

consultórios, pelo qual os trabalhadores do ambulatório têm acesso aos consultórios, se encontrava a sala da chefia odontológica, onde permaneciam a chefe e a secretária do setor.

Em um corredor paralelo ao dos consultórios, após um jardim, encontrava-se o almoxarifado, local de armazenamento dos produtos utilizados tanto no ambulatório quanto na emergência odontológica, entre eles o mercúrio metálico e as cápsulas de amálgama. Somente a chefe e a secretária da odontologia têm acesso a esse local, cuja porta permanece trancada por uma fechadura e um cadeado. Esta sala também não tem janela ou basculante e, por estar sempre fechada sem ninguém em seu interior, o aparelho de ar condicionado não é ligado, fazendo com que a temperatura no local seja mais elevada que nos outros ambientes, principalmente em dias quentes (Figuras 20, 21 e 22). Neste local, a desobediência às normas sobre climatização em EAS citadas anteriormente são ainda mais evidentes, visto haver grande quantidade de produtos químicos estocados sem ventilação ou temperatura adequados.

Figuras 20, 21 e 22: Almoxarifado da odontologia.

O PAM possuía um centro de esterilização para todos os instrumentos utilizados na unidade. Por este motivo, não havia estufas, autoclaves ou qualquer outro tipo de equipamento de esterilização a quente nos consultórios que pudessem potencializar a evaporação do Hg usado nas obturações de amálgama.

Os ambientes estudados apresentaram temperatura média de 24°C e umidade relativa do ar média de 51,2%, estando dentro dos padrões estabelecidos pela NBR nº 7256, que recomenda para áreas críticas, como o setor odontológico, manutenção da temperatura ambiente entre 21° e 24°C e umidade relativa do ar entre 40% e 60% [95].

Acerca dos consultórios particulares, como a cada participante correspondia um ambiente, as salas possuíam dimensões variadas, porém, nenhuma maior que nove metros quadrados. Foram, então, investigados nove consultórios em localidades diferentes: sete em edifícios comerciais e dois em casas transformadas em clínicas odontológicas do tipo I, conceituadas como estabelecimentos com, no máximo, três consultórios odontológicos, independentes entre si, com uma área de espera em comum, podendo ou não fazer uso de RX odontológico [87]. Além dos CDs investigados, nestas clínicas trabalhavam outros cirurgiões-dentistas de diversas especialidades.

Em nenhum dos consultórios do grupo controle havia amalgamador, o que confirmou a informação prestada pelos profissionais de que não havia manipulação de amálgama de prata e, consequentemente, de Hg no local. Contudo, assim como no PAM, todos os ambientes apresentaram ventilação inadequada, sendo a mesma feita, principalmente, por meio de aparelhos de ar condicionado. No caso das clínicas odontológicas, as portas das mesmas permaneciam fechadas em tempo quase integral por motivos de climatização e segurança, situação que dificulta a renovação do ar e leva ao acúmulo de poluentes químicos e biológicos no ar interno, inclusive no ambiente que estava sendo investigado [99].

8.2 DESCRIÇÃO DA POPULAÇÃO DE ESTUDO

Inicialmente, o projeto consistia de um estudo no qual haveria apenas comparação entre as concentrações de Hg na urina e no ar dos consultórios de um grupo de CDs expostos aos vapores de Hg pela utilização do amálgama na rotina de trabalho de um PAM e os níveis em outro grupo, formado por profissionais que trabalhavam em consultórios particulares onde se dedicavam exclusivamente a especialidades em que não havia utilização do metal, portanto, não expostos ocupacionalmente. Contudo, durante a fase de caracterização dos riscos no PAM, verificou-se que, devido ao ambiente de trabalho em comum, além dos responsáveis pelas confecções de obturações de amálgama, os demais CDs também estavam expostos aos vapores de Hg. De forma similar, os trabalhadores do quadro auxiliar, por circularem no ambiente, também estavam expostos à contaminação pelo metal. Por este motivo, decidiu-se pela inclusão de todos os trabalhadores do ambulatório odontológico, assim como fizeram Glina em uma unidade básica de saúde na cidade de São Paulo[43], Lacerda em uma unidade do SESC/RJ [47] e Ritchie e colaboradores em Glasgow, Escócia [100].

Outro fator que interferiu na composição da amostra foi a constatação, por meio da análise do questionário, da existência de uma participante residente nas proximidades de indústrias que empregam o Hg em seus processos produtivos. Então, por ser este um fator de confundimento, os resultados relacionados a esta participante foram excluídos do cálculo, já que não seria possível afirmar que a concentração de Hg detectada na urina, bem como os vários sintomas de distúrbios neuropsíquicos e dermatológicos apresentados por esta participante que, além de tudo, tem um filho com má formação congênita, eram provenientes do seu contato com o Hg presente no amálgama.

Também no grupo controle houve mudança no número de sujeitos, já que uma CD que havia se comprometido a participar do estudo não permitiu que a coleta de ar fosse feita de forma adequada, além de não ter preenchido o questionário. Assim, a população de estudo foi constituída por dezoito trabalhadores do ambulatório odontológico do PAM e nove cirurgiões-dentistas selecionados em consultórios particulares.

No PAM, o grupo investigado foi composto por treze CDs, uma técnica em saúde bucal (TSB), três auxiliares em saúde bucal (ASB) e uma secretária. Dentre esses CDs, somente sete eram responsáveis pelos serviços de dentística e odontopediatria, nos quais são feitas obturações de amálgama. Os demais profissionais respondiam pelos atendimentos de endodontia (1), cirurgia bucomaxilofacial (1), ortodontia (1), prótese (1) e radiologia (1), havendo, ainda, uma CD responsável pela chefia do serviço odontológico que, embora não trabalhasse diretamente com os pacientes, circulava diariamente pelo local. O grupo de CDs não expostos ocupacionalmente ao Hg foi formado por cinco ortodontistas, dois implantodontistas, um periodontista e um especialista em odontologia do trabalho. Todos os dados acima descritos podem ser encontrados na tabela 6.

Tabela 6: Distribuição da população estudada segundo função, especialidade e exposição ao Hg

Grupo Exposto	Grupo Controle
13 cirurgiões-dentistas (3 clínicos, 2 odontopediatras, 1 ortodontista, 2 periodontistas, 1 endodontista, 1 protesista, 1 cirurgião, 1 radiologista, 1 chefe) 1 técnica de saúde bucal 3 auxiliares de saúde bucal 1 secretária	9 cirurgiões-dentistas (5 ortodontistas, 2 implantodontistas, 1 periodontista, 1 odont. trabalho)

8.3 CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO DE ESTUDO

Com base em dados coletados por meio do questionário, a população de estudo foi caracterizada segundo sua distribuição por sexo, média de idade, estado civil e tempo de exercício da profissão. Também foram investigadas as características profissionais. Estes dados podem ser vistos nas tabelas 7, 8, 9, 10 e 11.

8.3.1 PAM

A amostra do grupo de trabalhadores do PAM (cirurgiões-dentistas e auxiliares) foi composta por 12 mulheres e 6 homens, com idade média de 43,72 anos. A pesquisa pelo estado civil dos participantes mostrou que 52,6% eram casados e 26,3% solteiros, enquanto que os divorciados eram 15,8% e viúvos, 5,2%.

A fim de facilitar a compreensão e posterior comparação com o grupo de CDs não expostos ocupacionalmente ao Hg, doravante, os resultados das amostras do PAM serão apresentados de forma estratificada, separando-se os CDs dos servidores do quadro auxiliar.

Dentre os CDs, havia 8 mulheres e 5 homens, com idade média de 43,38 anos. As mulheres apresentaram média de idade de 39 anos, enquanto os homens apresentaram 47,8 anos. Em relação ao tempo de serviço, a maior prevalência ocorreu no intervalo 11-15 anos de exercício da profissão com 7 profissionais (53,84%), seguido do período superior a 20 anos com 5 CDs (38,46%) e do intervalo 16-20 anos com 1 profissional (7,7%). Todos (100%) possuem consultório particular, o qual é dividido com outros CDs, de especialidades diversas, por 7 (53,85%) participantes. Havia 2 CDs (15,4%) que trabalhavam em outro local além do PAM e do consultório particular. Todos informaram exercer mais de uma especialidade, entretanto, 2 profissionais (15,4%) também exerciam outra profissão. Quando perguntados sobre o número de obturações de amálgama que costumavam fazer por dia, 7 profissionais (53,84%) afirmaram executar rotineiramente este tipo de procedimento, resultando em uma média de 2,38 obturações diárias de amálgama por cirurgião-dentista.

A amostra do corpo auxiliar foi formada por 4 mulheres e 1 homem, com idade média de 47,2 anos. A população feminina apresentou média de idade de 42,5 anos enquanto a masculina apresentou 66 anos. No que diz respeito ao tempo de serviço, 4 auxiliares (60%) têm entre 1 e 5 anos de trabalho no setor odontológico, 1 (20%) tem de 11 a 15 anos de

prática e 1 (20%) de 16 a 20 anos. A jornada de trabalho desses profissionais é de 8 horas diárias e 40 horas semanais. Apenas 1 auxiliar (20%) afirmou exercer outra profissão.

8.3.2 Consultórios particulares

A amostra foi composta por 8 mulheres e 1 homem. A idade média apresentada foi de 44,6 anos, havendo uma média de 43,8 anos de idade para o sexo feminino e de 51 anos para o sexo masculino. Com relação ao estado civil, 89,9% eram casados e 10,1% solteiros. A pesquisa pela prevalência relacionada ao tempo de exercício da profissão mostrou que 5 profissionais (55,6%) tinham entre 15 e 20 anos e 4 (44,4%) mais de 20 anos de trabalho odontológico. Dentre esses profissionais, 3 (33,3%) dividiam o consultório com outros CDs e 3 (33,3%) exerciam a profissão em outros estabelecimentos, além dos seus próprios consultórios, havendo ainda 4 (44,4%) que exerciam mais de uma especialidade e 2 (22,2%) que exerciam outra profissão.

Tabela 7: Distribuição da população estudada, segundo sexo.

	Sexo			
	Masculino		**Feminino**	
	N	**%**	**N**	**%**
Auxiliares	1	20	4	80
CDs expostos	5	38,4	8	61,6
Grupo controle	1	10,1	8	89,9

Tabela 8: Distribuição da população estudada, segundo média de idade.

	Média De Idade (anos)		
	Masc + Fem	**Masculino**	**Feminino**
Auxiliares	47,2	66	42,5
CDs expostos	43,38	47,8	39
Grupo controle	44,6	51	43,8

Tabela 9: Distribuição da população estudada, segundo estado civil.

	Estado Civil							
	Solteiro		**Casado**		**Divorciado**		**Viúvo**	
	N	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
Auxiliares	3	60	1	20	-	-	1	20
CDs expostos	2	15,4	8	61,6	3	23	-	-
CDs grupo controle	1	10,1	8	89,9	-	-	-	-

Tabela 10: Distribuição da população estudada, segundo tempo de exercício da profissão

	Tempo de Exercício da Profissão (anos)									
	Até 5		**6 a 10**		**11 a 15**		**16 a 20**		**Mais de 20**	
	N	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
Auxiliares	4	60	-	-	1	20	1	20	-	-
CDs expostos	-	-	-	-	7	53,84	1	7,7	5	38,46
CDs grupo controle	-	-	-	-	-	-	5	55,6	4	44,4

Tabela 11: Distribuição das características profissionais na população estudada.

Características	**Auxiliares**		**CDs Expostos**		**CDs Grupo Controle**	
	N	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
Possui consultório particular	-	-	13	100	9	100
Divide consultório particular	-	-	7	53,84	3	33,3
Trabalha em outro local	-	-	2	15,4	3	33,3
Exerce + de 1 especialidade	-	-	13	100	4	44,4
Exerce outra profissão	1	20	2	15,4	2	22,2
Faz obturações de amálgama	-	-	7	53,84	0	0
Média de obts. amálg / dia	-	-	2,38	-	0	0

O maior percentual de mulheres no exercício da profissão e em atuação em CEOs, assim como a prática de mais de uma especialidade entre os participantes do estudo reflete o perfil atual do cirurgião-dentista brasileiro [101].

8.4 CARACTERÍSTICAS DE MORBIDADE

Em julho de 2009, depois de sustentar durante anos a afirmação de que o amálgama dentário era inofensivo à saúde humana, a FDA passou a classificar o composto como um dispositivo médico de classe II, com risco moderado [102]. Apesar disso, a ADA manteve a sua posição, considerando segura a manipulação e o uso do amálgama [103].

Embora não fosse um dos objetivos específicos do estudo, foram investigadas possíveis situações de saúde que pudessem caracterizar uma contaminação por Hg, cujos dados, apresentados a seguir, estão descritos na tabela 12. É importante reiterar que os testes CAGE e Q16 não são instrumentos diagnósticos, mas apenas auxiliares na investigação dos casos pesquisados.

8.4.1 Testes CAGE e Q16 e dados de morbidade

8.4.1.1 PAM

8.4.1.1.1 Cirurgiões-dentistas

Três participantes (23%) apresentaram resultado positivo para o teste CAGE, sendo 2 mulheres e 1 homem. A maior prevalência entre mulheres difere do encontrado em estudo que utilizou o teste CAGE para investigar a associação entre o uso abusivo de bebidas alcoólicas e variáveis demográficas e socioeconômicas em população entre 20 e 59 anos, que resultou em duas ou mais respostas positivas em 14,8% dos 565 homens e em 5,4% das 372 mulheres que relataram consumir álcool [104]. A prevalência total difere de estudo sobre exposição ocupacional ao Hg em odontologia desenvolvido em uma unidade do SESC/RJ, que não obteve nenhum resultado positivo para o teste entre os 204 profissionais investigados [47]. Em um levantamento sobre o uso de álcool e drogas entre 1 949 universitários, inclusive os de odontologia, foi identificado um total de 418 estudantes (23%) como prováveis portadores de problemas relacionados ao uso de álcool [82]. Outro estudo na área odontológica que empregou o teste CAGE avaliou o uso de bebidas alcoólicas em pacientes submetidos à cirurgia bucal, correlacionando-o às intercorrências trans e pós-operatórias, não encontrando associação entre as variáveis [105].

Como os efeitos neuropsíquicos do consumo excessivo de bebidas alcoólicas são similares aos da contaminação por Hg [106], todos que apresentaram resultado positivo para o teste CAGE, mesmo aqueles em que foi detectada concentração de Hg na urina, tiveram suas respostas relacionadas a distúrbios neuropsíquicos excluídas do cálculo de morbidade da amostra. Esta exclusão resultou em redução na prevalência de casos positivos no teste Q16 de 6 casos (46,1%) para 3 casos (23%), os quais apresentavam alguns sintomas característicos desse tipo de distúrbio, tais como déficit de memória, dificuldade de concentração, tremor nas pálpebras, formigamento ou dormência no corpo, dificuldade para voltar a dormir ao acordar no meio da noite, irritação frequente sem motivo aparente, cansaço excessivo, perda de sensibilidade e melancolia. Um dos casos positivos no Q16 precisou afastar-se do trabalho em duas ocasiões devido a neuropatias (cervical e renal). A prevalência de Q16 positivos foi inferior à mostrada por estudo em que 74 dos 204 profissionais investigados (36%) responderam afirmativamente a 3 questões ou mais [47].

A prevalência de morbidade geral relacionada a sintomas de contaminação mercurial entre os CDs apresentou 2 casos de distúrbios digestivos (15,4%), 2 casos de distúrbios dermatológicos (15,4%), 2 mulheres (15,4%) que já apresentaram problemas de saúde no aparelho reprodutor feminino e 10 quadros patológicos diversos (76,9%) que não são descritos pela literatura científica como característicos da contaminação por Hg.

8.4.1.1.2 Auxiliares

Três casos positivos (60%) no teste Q16, sendo citados os seguintes sintomas: tremor recorrente nas pálpebras, fraqueza muscular, perda de sensibilidade, diminuição do apetite sexual, déficit de memória, falta de concentração, irritação frequente sem motivo aparente, melancolia, “pressão” no peito, formigamento ou dormência no corpo, dificuldade para voltar a dormir ao acordar no meio da noite. Foram identificados 1 caso (20%) de distúrbio digestivo e 1 caso (20%) de distúrbio no aparelho reprodutor feminino. Foram citadas mais 4 outras patologias (80%), que não são características da contaminação por Hg.

8.4.1.2 Consultórios particulares

O teste Q16 apresentou resultado positivo em 2 CDs do grupo controle (22,2%), enquanto no Teste CAGE todos os resultados foram negativos. Foi detectado 1 caso (11,1%) de distúrbio digestivo e 3 outros agravos à saúde (33,3%) que não são referendados como característicos de contaminação por Hg.

Tabela 12: Prevalência de morbidade geral na população estudada.

Morbidade	**Auxiliares**		**CDs Expostos**		**CDs Não Expostos**	
	N	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
Teste CAGE	0	0	3	23	0	0
Q 16	3	60	3	23	2	22,2
Dist. gastrintestinais	1	20	2	15,4	1	11,1
Dist. dermatológicos	0	0	2	15,4	0	0
Dist. Ap. reprodutor feminino	1	20	2	15,4	0	0
Outros	4	80	10	76,9	3	33,3

8.4.2 Sintomatologia observada

8.4.2.1 Sintomas neuropsíquicos

Entre os expostos, as taxas mais altas de manifestações neurocomportamentais, obtidas pela análise do teste Q16, foram apresentadas pelas questões relacionadas ao déficit de memória, apontadas por 5 sujeitos (27,8%). Em seguida, com 4 sujeitos cada uma (22,2%), foram apontadas as questões relativas à dificuldade de concentração, letargia e dificuldade para retomar o sono ao acordar no meio da noite. Houve ainda 2 casos (11,1%) de queixas de perda de sensibilidade, irritação sem motivo aparente e de tristeza imotivada. Receberam uma marcação (5,5%), as questões relativas à fraqueza muscular, "pressão" no peito e diminuição do apetite sexual. Todos os sintomas acima citados são componentes da síndrome comportamental denominada "eretismo" [19, 20, 21], embora não seja possível estabelecer este diagnóstico sem exames específicos para o caso.

No PAM, a maior incidência de respostas "sim" ao Q16 ocorreu em duas CDs, cada uma com 6 respostas afirmativas (37,5%) e em uma profissional do quadro auxiliar que assinalou afirmativamente em 7 questões (43,75%), havendo em comum a todas o fato de

serem as mais jovens de seus grupos. Chama a atenção a presença de tremor recorrente nas pálpebras em uma dessas CDs e na auxiliar.

Estudos sugerem que os adultos jovens podem ser mais suscetíveis aos efeitos neurotóxicos do vapor de Hg [107]. Publicações importantes são unânimes em afirmar que o tremor é o efeito mais característico da exposição crônica ao Hg, havendo citação específica da pálpebra como uma das partes do corpo onde esse sintoma ocorre com mais frequência [19, 20,21]. Estudos mencionam a possibilidade de um ligeiro tremor ser um efeito adverso precoce da exposição ao Hg e citam pesquisas que mostraram associação entre tremores e exposições ocupacionais prolongadas a níveis considerados seguros como 10 µg Hg m^{-3} no ar e abaixo de 50 mg Hg g^{-1} creatinina na urina e que indicaram a existência de sintomas neurológicos em trabalhadores expostos a 26 µg Hg m^{-3} por mais de 15 anos [7, 21, 22, 33].

Estudos caso-controle realizados entre trabalhadores de uma indústria de cloro-álcalis e entre cirurgiões-dentistas, ambos visando caracterizar o desempenho psicológico e sintomas de contaminação, observaram diferença significativa entre os casos e os controles em relação ao distúrbio de memória [100, 108]. Estudo histoquímico e de microscopia eletrônica da biópsia do músculo quadríceps femoral em cinco TSBs e um CD que apresentavam manifestações de contaminação crônica constataram várias alterações, entre elas, atrofia das fibras musculares que, segundo os autores, poderiam ser secundárias à lesão dos nervos, isquemia por lesão capilar ou efeito direto do mercúrio sobre as proteínas das fibras musculares [109]. Em avaliações com CDs e ASBs expostos ao Hg pelo manuseio do amálgama, foram citados sintomas ligados ao quadro neurológico (cefaleia, cãimbras, parestesia, tremor, tontura, fraqueza muscular, esquecimento e dificuldade de concentração) e ao quadro psíquico (irritabilidade, nervosismo, depressão e insônia) [43, 110].

Por outro lado, houve um estudo em que não foram encontrados indícios de efeitos adversos significativos na função neuromotora de trabalhadores expostos a baixas concentrações de Hg por um período médio de 15 anos [111], havendo outro que não identificou mudança da velocidade de condução periférica em indivíduos eventualmente expostos ao Hg [112].

Através do questionário, observou-se que nenhuma das três trabalhadoras que apresentaram as maiores taxas de respostas afirmativas, estava sujeita a fatores externos que gerassem uma exposição adicional ao Hg ou era portadora de condições especiais associadas ao aumento da suscetibilidade à toxicidade do Hg como, por exemplo, gravidez ou algum tipo de doença. Dessa forma, pode-se supor que existam fatores individuais ou genéticos facilitadores da toxicidade do Hg nessas pessoas. Pesquisa com ratos mostrou que o zinco

previne, mesmo que parcialmente, todas as alterações induzidas pelo Hg, consequentemente, a deficiência de Zn no organismo pode aumentar a suscetibilidade à toxicidade do Hg [113]. Estudo revelou associação significativa entre o polimorfismo do gene 5-HTTL, responsável por alterações de humor, e o aumento da suscetibilidade à toxicidade do Hg em seres humanos [114].

É preciso ressaltar que uma CD e uma auxiliar do PAM e as duas CDs do grupo controle que apresentaram resultado positivo para o Q16 encontravam-se em fase de climatério, a qual pode ocasionar alterações neuropsíquicas, entre outras modificações [115]. Destaca-se, ainda, o fato de três CDs expostos (23%) queixarem-se de cansaço excessivo, o que, talvez, também possa ser decorrente da jornada dupla de trabalho, já que todos exercem a profissão em outros locais. Foram observados três CDs (23%) com dormência e formigamento no corpo, sintomas também característicos de Distúrbio Osteomuscular Relacionado ao Trabalho (DORT), patologia com alta prevalência na odontologia [116]. Portanto, cabe nesses casos um exame mais detalhado para que se possa afirmar que o resultado do Q16 esteja diretamente relacionado aos distúrbios neurocomportamentais causados pela exposição ao mercúrio.

8.4.2.2 Sintomas relacionados ao aparelho reprodutor feminino

Duas CDs do grupo exposto (15,4%) e uma auxiliar relataram um histórico patológico relacionado ao aparelho reprodutor feminino.

A função reprodutiva das mulheres requer uma interação normal do eixo hipotálamo – hipófise – ovário. A interferência de xenobióticos (como o Hg) pode impedir o funcionamento normal do processo ovariano desde a oogênese, foliculogênese, função folicular, ovulação, luteinização e função do corpo lúteo. No entanto, existem poucos dados disponíveis sobre a vulnerabilidade do sistema reprodutor feminino exposto à toxicantes [2, 19, 20, 21, 23, 117].

Um estudo que correlacionou problemas reprodutivos (aborto espontâneo, natimortos e malformações congênitas) e distúrbios menstruais em cirurgiãs-dentistas e ASBs com a concentração de Hg detectada no couro cabeludo e nos pelos pubianos dessas trabalhadoras [118] foi criticado por seus resultados, que foram considerados errôneos e com conclusões distorcidas [119]. Pesquisa sobre os efeitos da exposição ao Hg no aparelho reprodutor feminino de ratas constatou alterações no ciclo menstrual, sem haver, contudo, efeito significativo sobre a ovulação, fecundação ou manutenção da gravidez dos animais expostos. Porém, os níveis de

Hg total nos ovários de ratas expostas foram significativamente maiores em relação ao grupo controle após a exposição inicial, continuando a aumentar ao longo dos oito dias do estudo [120].

Trabalho desenvolvido com 418 ASBs relatou uma fecundidade 63% menor das mulheres com alta exposição ao amálgama dentário em comparação às ASBs sem exposição ao amálgama [121]. Da mesma forma, pesquisas constataram maior prevalência de dor abdominal e dismenorréia entre industriárias expostas ao vapor de Hg no ambiente de trabalho em comparação com trabalhadoras de fábrica sem exposição ao metal [122].

De certo, podem ser citados experimentos em animais de laboratório que mostraram perturbação na função reprodutora destes animais, porém, em humanos, não existem dados conclusivos sobre este assunto [2, 19, 20, 21, 23].

8.4.2.3 Sintomas dermatológicos

Dois CDs do PAM (15,4%) queixaram-se de coceira nas mãos e nos braços e de descamação dos dedos polegares.

São raras as reações cutâneas associadas à inalação de vapor de Hg, mas, quando acontecem, é na forma de acrodinia, cujos sintomas são vermelhidão anormal da pele seguida por descamação da pele das mãos, do nariz e nas solas dos pés [123].

Estudo que investigou sintomas cutâneos de contaminação por Hg concluiu que a inalação de vapores de Hg produz uma dermatite de contato sistêmica denominada exantema mercurial, que se manifesta sob a forma de erupção máculo-papulosa simétrica das articulações e regiões proximais das extremidades do corpo, também conhecida como síndrome de Baboon [124]. Outro trabalho afirmou ser o Hg o agente mais frequente no desencadeamento desta síndrome que, também, pode se apresentar associada a outros elementos químicos tais como níquel, diferentes antibióticos, heparina, aminofilina, pseudoefedrina, terbinafina e imunoglobulinas [125]. Foram descritos seis casos clínicos de exposição acidental a vapores de Hg que resultaram em dermatite de contato sistêmica / síndrome de Baboon [126], havendo um relato de manifestações cutâneas originadas de exposição ao Hg em um menino de cinco anos [127]. Porém, todos esses estudos estão relacionados a exposições agudas, o que confirma a raridade das manifestações dérmicas de exposição crônica ao vapor de Hg mencionada anteriormente [123].

8.4.2.4 Sintomas gastrintestinais

Uma ASB (20%) e dois CDs expostos (15,4%) apresentaram distúrbios gástricos. No grupo controle, houve um caso semelhante (11,1%). Sintomas gastrintestinais após inalação de vapor de Hg por longos períodos são comuns e variados [21, 123]. Um estudo com CDs e ASBs da cidade de São Paulo não encontrou este tipo de distúrbio entre os participantes [43], enquanto em trabalho similar, desenvolvido na cidade do Rio de Janeiro, 5% de profissionais da odontologia apresentaram os sintomas [47].

8.5 AMOSTRAS DE URINA

A NR–7 estabelece **35 µg g^{-1} de creatinina** como IBMP para a exposição ocupacional ao mercúrio e até **5 µg g^{-1} de creatinina** como valor de referência para a população em geral, não exposta ocupacionalmente. Neste estudo, os resultados encontrados para a concentração de mercúrio na urina não foram corrigidos pela creatinina. Logo, foi necessário ajustar os limites já estabelecidos pelo valor médio da creatinina (1,2 g creatinina L^{-1}) para fins de comparação [5, 74]. Dessa maneira, o IBMP corresponde a **42 µg Hg L^{-1} de urina** para exposição ocupacional ao Hg e **6 µg Hg L^{-1} de urina** é o valor de referência para a população em geral.

Pela interpretação desta norma, o indicador biológico é capaz de indicar uma exposição ambiental acima do limite de tolerância, porém, isoladamente, é desprovido de significado clínico ou toxicológico próprio, não sendo possível estabelecer diagnósticos ou associações entre a concentração urinária de Hg e efeitos ou disfunções no sistema biológico investigado. Considera-se a urina como o melhor indicador da carga corporal de Hg em casos de exposição crônica, embora não estabeleça relação entre a concentração de Hg no fluido biológico e efeitos sistêmicos nos seres humanos [19, 22].

A espectrometria de absorção atômica com vapor frio é uma técnica sensível e precisa para determinação da concentração de Hg em fluidos biológicos [19, 22]. O limite de detecção de Hg na urina pela metodologia adotada no estudo é de 0,79 µg Hg L^{-1}. Assim, nos resultados onde se cita a concentração de 0,79 µg Hg L^{-1}, na verdade significa que os mesmos apresentavam concentração igual ou menor que esse valor.

8.5.1 PAM

A análise das amostras de urina dos trabalhadores do ambulatório odontológico do PAM mostrou que havia presença de Hg neste fluido biológico de todos os participantes, embora em níveis abaixo do LEO de 42 µg Hg L^{-1} estabelecido pela NR-7 e pela ACGIH. Os CDs apresentaram concentrações mínima e máxima de 1,07 ± 0,77 µg L^{-1} e 5,80 ± 0,74 µg L^{-1}, respectivamente (Tabela 13). A média das amostras avaliadas ficou em 1,79 ± 0,68 µg L^{-1} com uma mediana de 1,07, moda de 1,07, variância de 1,77, desvio padrão de 1,33 e amplitude de 4,73 µg L^{-1} (Tabela 14).

Os trabalhadores do corpo auxiliar apresentaram concentração mínima e máxima de 1,07 ± 0,77 µg L^{-1} e 4,22 ± 0,23 µg L^{-1}, respectivamente (Tabela 13), com média de 1,70 ± 0,66 µg L^{-1}, mediana de 1,07, moda de 1,07, variância de 1,984, desvio padrão de 1,41 e amplitude de 3,15 µg L^{-1} (Tabela 14).

Este resultado é similar ao relatado por estudo que analisou a concentração de Hg na urina de 204 profissionais da odontologia (147 ASBs e 57 CDs) encontrando níveis abaixo do LEO, com concentrações mínima e máxima de 0,93 µg L^{-1} e 1,13 µg L^{-1}, respectivamente [47]. Porém, difere do que investigou cinco CDs e três ASBs, os quais apresentaram concentrações mínima e máxima de 2,5 µg L^{-1} e 49 µg L^{-1}, respectivamente, havendo alguns profissionais com níveis urinários de Hg acima do LEO [43]. Apenas um profissional entre 180 CDs investigados na Escócia, encontrava-se com concentração urinária de Hg acima do limite para exposição ocupacional instituído pelo HSE, no Reino Unido [100].

Contrastando com todos os trabalhos anteriormente citados, neste estudo os maiores níveis foram apresentados por dois profissionais (CD e auxiliar) que não lidam diretamente com o amálgama, sendo observado que esses indivíduos trabalham nas extremidades antagônicas do ambulatório e distante dos consultórios onde o produto é manipulado. No questionário, cada um dos sujeitos marcou positivamente as questões relativas a cansaço excessivo e a problemas no aparelho reprodutor feminino, respectivamente. Aqui, novamente, é suscitada a hipótese de existência de fatores individuais e genéticos aumentando a suscetibilidade desses sujeitos à toxicidade do Hg, haja vista nenhum dos dois pertencer a grupos especiais de exposição ou autorreferirem doenças renais que pudessem explicar o maior acúmulo de Hg no organismo.

Os valores mais baixos, bem como os níveis intermediários, se distribuíam em proporções semelhantes entre os outros CDs. Os demais servidores do quadro auxiliar apresentavam nível menor ou igual ao limite de detecção.

8.5.2 Grupo controle

Uma CD pertencente ao grupo de não expostos apresentou concentração urinária de 2,7 ± 0,71 µg Hg L^{-1}. Por meio do questionário, descobriu-se que esta participante, que não mantem nenhum contato com Hg em seu consultório particular, é proprietária de uma clínica odontológica na qual existe um curso de formação de técnicos em saúde bucal e auxiliares de saúde bucal. Embora não atenda diretamente aos pacientes, essa profissional circula diariamente no local sendo, ainda, professora do curso técnico, fatos que a tornam exposta ocupacionalmente ao Hg. Assim, o resultado da amostra de urina dessa CD não foi incluído no cálculo das amostras.

As demais amostras de urina deste grupo apresentaram concentração mínima e máxima de 0,79 µg L^{-1} e 1,07 ± 0,77 µg L^{-1}, respectivamente (Tabela 13). A concentração média encontrada foi de 0,92 ± 0,33 µg L^{-1}, mediana de 0,90 µg L^{-1}, moda de 0,79 µg L^{-1}, desvio padrão de 0,13, variância de 0,02 e amplitude de 0,28 µg L^{-1} (Tabela 14).

Tabela 13: Concentração de Hg nas amostras de urina, em µg Hg L^{-1}, segundo a função dos participantes e exposição ao Hg.

Indicador Biológico	**Auxiliares**	**CDs Expostos**	**CDs Grupo Controle**
	1,07 ± 0,77	1,07 ± 0,77	1,07 ± 0,77
	1,07 ± 0,77	1,07 ± 0,77	0,90 ± 0,15
	4,22 ± 0,23	2,00 ± 0,10	≤ 0,79
Concentração	1,07 ± 0,77	1,07 ± 0,20	≤ 0,79
de	1,07 ± 0,77	5,80 ± 0,74	1,07 ± 0,77
Mercúrio		1,07 ± 0,77	1,07 ± 0,77
nas		1,07 ± 0,77	0,90 ± 0,15
Amostras		2,12 ± 0,81	≤ 0,79
de		2,12 ± 0,81	
Urina		1,07 ± 0,77	
(µg L^{-1})		1,07 ± 0,77	
		2,65 ± 0,74	
		1,07 ± 0,77	

Tabela 14: Dados descritivos da concentração de Hg nas amostras de urina da população estudada

Concentração Hg-U (µg L^{-1})	**Auxiliares**	**CDs expostos**	**CDs Grupo Controle**
N	5	13	8
Mínima	1,07 ± 0,77	1,07 ± 0,77	≤ 0,79
Máxima	4,22 ± 0,23	5,80 ± 0,74	1,07 ± 0,77
Média	1,70 ± 0,66	1,79 ± 0,68	0,92 ± 0,33
Mediana	1,07	1,07	0,90
Moda	1,07	1,07	≤ 0,79
Variância	1,98	1,77	0,02
Desvio padrão	1,41	1,33	0,13
Amplitude	3,15	4,73	0,28

8.6 COLETA ATIVA DE AR POR MEIO DE IMPINGERS

A unidade de medida empregada na metodologia para determinação da concentração de Hg nos impingers é **µg L^{-1}**, sendo 0,79 µg Hg L^{-1} o limite de detecção de Hg no ar pela metodologia adotada no estudo. Como o limite TLV-TWA utiliza **µg m^{-3}**, foi necessário transformar os resultados encontrados para esta unidade e, assim, compará-los às referências existentes. Para tal, foram usados os dados relativos à concentração de Hg na amostra, tempo de coleta e vazão da bomba.

A concentração de Hg nas amostras, descritas a seguir, é demostrada pela tabela 15. A tabela 16 fornece os dados descritivos das concentrações encontradas.

8.6.1 PAM

A análise das amostras de ar obtidas no PAM mostrou concentrações de Hg mínima e máxima de 0,13 ± 0,04 µg m^{-3} e 0,84 ± 0,07 µg m^{-3}, respectivamente. A média das amostras avaliadas ficou em 0,35 ± 0,04 µg m^{-3} com mediana de 0,31, moda de 0,13, variância de 0,03, desvio padrão de 0,18 e amplitude 0,71 µg m^{-3}.

Este resultado se assemelha, em parte, ao relatado por trabalho que, procurando relacionar a concentração diária de Hg no ambiente de uma clínica odontológica com a temperatura e o número de procedimentos que utilizavam o amálgama, encontrou

concentrações médias diárias de Hg, respectivamente mínima e máxima, de 0,79 µg m^{-3} e 4,69 µg m^{-3}, ambas superiores as deste estudo, porém também dentro dos limites estabelecidos em lei no Brasil e que, segundo o autor, variavam de acordo com a temperatura e com o número de procedimentos envolvendo o amálgama realizados durante o dia [128].

Investigação sobre a exposição ocupacional ao Hg no módulo odontológico de uma unidade básica de saúde localizada na cidade de São Paulo**,** mostrou a presença de vapor de Hg no revestimento e nas tubulações dos encanamentos em concentrações que variavam entre 1 µg m^{-3} e 51 µg m^{-3} [43]. Avaliação de 180 consultórios odontológicos em Glasgow, Escócia, encontrou concentrações muito díspares, que variavam entre 0 e 484 µg Hg m^{-3}, com 122 consultórios (68%) apresentando concentrações de Hg acima do padrão considerado aceitável para a exposição ocupacional pela HSE (25 µg Hg m^{-3} em 8 horas diárias e 40 horas semanais) [100]. É preciso ressaltar que os dois estudos citados usaram diferentes referências para a classificação de seus resultados. Assim, se o trabalho no módulo odontológico paulista tivesse usado os padrões da HSE, mais uma amostra (28 µg m^{-3}) seria considerada acima do limite de tolerância. Já o estudo escocês, se baseasse a sua avaliação na legislação brasileira, encontraria um percentual maior de amostras consideradas abaixo do limite de tolerância. Esta comparação demonstra a defasagem da legislação brasileira em relação à dos países desenvolvidos.

8.6.2 Grupo Controle

A análise das amostras de ar obtidas nos consultórios particulares mostrou níveis mercuriais mínimo e máximo de 0,06 ± 0,05 µg m^{-3} e 0,58 ± 0,06 µg m^{-3}, respectivamente. A média das amostras avaliadas ficou em 0,19 ± 0,05 µg m^{-3} com mediana de 0,10, moda de 0,06, variância de 0,36, desvio padrão de 0,19 e amplitude 0,52 µg m^{-3} (Tabela 14).

Na tentativa de identificar o motivo da presença de Hg no ar dos consultórios deste grupo onde, teoricamente, esta substância química não deveria ser encontrada, foram percebidas as seguintes situações:

- Os dois consultórios com concentrações mais elevadas (0,58 µg m^3 e 0,44 µg m^3) possuíam em comum o fato de suas proprietárias não dividirem o consultório com nenhum outro profissional e serem usuárias de incensos aromáticos, próprios da religião budista. A busca da relação entre incenso e Hg revelou que, na Antiguidade, entre os componentes dos incensos estava o betume, substância que contem Hg em sua composição. Nos dias atuais, não

existe informação sobre se este material continua sendo um ingrediente das varetas aromatizantes, pois, por falta de regulamentação, os fabricantes não são obrigados a fornecer esses dados. Também não há fiscalização quanto à comercialização do produto que, em sua maioria, é importado da Índia por distribuidores não identificados. Como os fabricantes também não informam sobre a existência de formol e benzeno no composto, fato comprovado por estudo desenvolvido pela Associação Brasileira de Defesa do Consumidor – PRO TESTE [129] - e que levou à elaboração do Projeto de Lei Nº 1546/2008 da Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro – "Proíbe a fabricação e comercialização de incenso que contenham na composição as substâncias benzeno, formol, tolueno, estireno, acetaldehido e monóxido de carbono e dá outras providências" [130] - é possível supor que o betume ainda continue a ser empregado na fabricação de alguns tipos de incenso.

Outro fator de ligação entre os incensos e o Hg identificado por este estudo refere-se à utilização de betume no acabamento de porta-incensos e de estátuas de Buda, fato amplamente divulgado na Internet por sítios de venda de produtos esotéricos [131, 132]. Como os incensos, geralmente, são apoiados nesses suportes e colocados em frente à estátua da figura religiosa, supõe-se que o calor emanado da brasa do incenso provoque a evaporação do Hg existente no revestimento de betume do porta-incenso e do Buda sendo, então, este o provável motivo de existência de Hg nos ambientes estudados. Ressalte-se que, em ambos os consultórios, havia varetas de incenso acesas durante a coleta de ar, estando um deles dentro da sala de atendimento e o outro na sala de espera;

- O terceiro e o quarto consultórios com concentração de Hg acima do esperado (0,21 µg m^3 e 0,14 µg m^3) faziam parte de clínicas onde existiam outros consultórios com CDs de várias especialidades trabalhando. As participantes do estudo, que não dividem a sua sala com ninguém, não lidaram com amálgama em momento algum. Porém, a porta das clínicas permaneceu fechada em tempo quase integral, fato já citado anteriormente como motivo de acúmulo de contaminantes no ambiente. Por este motivo, acredita-se que o Hg detectado no ar tenha origem nos outros consultórios.
- Os demais consultórios estavam localizados em edifícios comerciais nos quais existiam vários outros consultórios odontológicos, de especialidades diversas, sendo alguns deles ao lado ou em frente ao local onde estava sendo desenvolvido o estudo. Um dos consultórios era contíguo a uma sala de exame médico pediátrico, sendo separado do mesmo por um corredor estreito, de cerca de dois metros quadrados, havendo um histórico de várias quebras de termômetros nesta sala de exame.

Todos os fatores sobre contaminação nos consultórios particulares anteriormente citados são conjecturas, pois não foi possível fazer um estudo comprovando essas hipóteses. Dessa maneira, os dados sobre a concentração de Hg nesses ambientes foram mantidos nos cálculos.

Tabela 15: Concentração de Hg nas amostras de ar coletadas com impingers, em µg m^{-3}, segundo o local de coleta.

Indicador Ambiental	**PAM**	**Grupo Controle**
Concentração de mercúrio nas amostras de ar coletadas por impingers **(µg m^{-3})**	0,21 ± 0,01	0,06 ± 0,05
	0,36 ± 0,04	0,21 ± 0,05
	0,84 ± 0,07	0,14 ± 0,05
	0,50 ± 0,03	0,58 ± 0,06
	0,45 ± 0,02	0,08 ± 0,07
	0,29 ± 0,04	0,09 ± 0,08
	0,30 ± 0,04	0,44 ± 0,02
	0,51 ± 0,08	0,06 ± 0,05
	0,31 ± 0,06	0,06 ± 0,05
	0,25 ± 0,05	
	0,39 ± 0,03	
	0,13 ± 0,04	
	0,31 ± 0,05	
	0,23 ± 0,04	

Tabela 16: Dados descritivos da concentração de Hg nas amostras de ar dos ambientes estudados coletadas por impingers

Concentração Hg-I (µg $m^{-3)}$	**PAM**	**Grupo Controle**
N	14	9
Mínima	0,13 ± 0,04	0,06 ± 0,05
Máxima	0,84 ± 0,07	0,58 ± 0,06
Média	0,35 ± 0,04	0,19 ± 0,05
Mediana	0,31	0,10
Moda	0,13	0,06
Variância	0,03	0,36
Desvio padrão	0,18	0,19
Amplitude	0,71	0,52

8.7 COLETA PASSIVA DE AR POR MEIO DE AMOSTRADORES TIPO EMBLEMA.

Uma amostra obtida por meio de amostrador passivo utilizado por uma CD do PAM apresentou 2,30 ± 0,13 µg Hg m^{-3}. Todas as demais, tanto dos CDs quanto dos auxiliares do PAM, apresentaram concentração de Hg igual ou menor que o limite de detecção (1,01 µg m^{-3}). Este fato talvez seja decorrência dos baixos níveis ambientais presentes no local de estudo, os quais não foram suficientes para chegar à zona de respiração dos profissionais, haja vista os amostradores serem indicados para o monitoramento de concentrações elevadas. Todas as amostras correspondentes ao grupo não exposto também apresentaram concentração de Hg igual ou menor que o limite de detecção de 1,01 µg m^{-3} (Tabelas 17 e 18).

A amostra em que foi o Hg foi detectado era originária de uma profissional que, devido a um defeito no equipo de sua sala, precisou fazer rodízio entre vários consultórios de acordo com o tratamento que o paciente ora em atendimento requeria. Devido à perda de tempo que as trocas provocavam a CD praticamente corria dentro do ambulatório, no qual havia diferença de temperatura entre as salas. Este fato pode ter interferido na taxa de difusão do vapor de Hg presente no ambiente em relação ao amostrador que a profissional portava.

Tabela 17: Concentração de Hg nas amostras de ar coletadas com amostradores passivos, em µg Hg m^{-3}, segundo a função dos participantes.

Indicador Ambiental	**Auxiliares (µg Hg m^3)**	**Cds Expostos (µg Hg m^{-3})**	**CDs Grupo Controle (µg Hg m^{-3})**
	≤ 1,01	≤ 1,01	≤ 1,01
Concentração	≤ 1,01	≤ 1,01	≤ 1,01
de	≤ 1,01	≤ 1,01	≤ 1,01
mercúrio	≤ 1,01	2,30 ± 0,13	≤ 1,01
nas	≤ 1,01	≤ 1,01	≤ 1,01
amostras		≤ 1,01	≤ 1,01
de		≤ 1,01	≤ 1,01
ar		≤ 1,01	≤ 1,01
coletadas		≤ 1,01	≤ 1,01
por		≤ 1,01	
amostradores		≤ 1,01	
passivos		≤ 1,01	
(µg m^{-3})		≤ 1,01	

Tabela 18: Dados descritivos da concentração de Hg nas amostras de ar dos ambientes estudados coletadas por amostradores passivos.

Concentração Hg-P (µg m^{-3})	Auxiliares	CDs PAM	CDs Grupo Controle
N	5	13	9
Mínima	1,01	1,01	1,01
Máxima	1,01	2,30	1,01
Média	1,01	1,11	1,01
Mediana	1,01	1,01	1,01
Moda	1,01	1,01	1,01
Variância	0	0,13	0
Desvio padrão	0	0,36	0
Amplitude	0	1,29	0

O MTE estabelece o limite de 40 µg m^{-3} para exposição ao Hg em um período máximo de trabalho de 40 horas semanais [5], mesmo parâmetro estabelecido como TLV-TWA pela ACGIH, que cita, ainda, uma exposição diária máxima de 8 horas [71]. Esses valores são inferiores aos 50 µg m^{-3} propostos pela OSHA e pela NIOSH, porém, muito superiores aos 25 µg m^{-3} estabelecidos pela OMS e mais elevados ainda quando comparados aos 20 µg m^{-3} recomendados pela US EPA [75] e pela CE [133].

Com relação à diferença nos valores considerados seguros para a exposição ocupacional ao Hg, chama a atenção o fato de os menores limites serem estabelecidos por instituições que zelam pela saúde da população em geral, como a OMS, e pelo meio ambiente, como a US EPA, que afirmam, inclusive, haver grande risco na exposição ao Hg, não só para os seres vivos como também para meio ambiente. Por outro lado, as três instituições que estabelecem limites de tolerância mais elevados - OSHA, NIOSH e ACGIH - são agências regulamentadoras da saúde ocupacional e nativas dos Estados Unidos da América (EUA), país altamente industrializado, apontado como o segundo maior emissor, em termos absolutos, e o primeiro em emissões per capita de gases poluentes que contribuem para o efeito estufa e que são considerados como a principal causa antropogênica do aquecimento global, [134, 135]. A dependência das fábricas e refinarias, entre outras indústrias, para manutenção da estabilidade econômica do país, foi fator determinante para a não adesão americana ao Protocolo de Kyoto - instrumento internacional que visa reduzir as emissões de gases poluentes que agravam o efeito estufa – e, de forma análoga, pode influenciar no estabelecimento dos parâmetros utilizados na saúde ocupacional, visto que inúmeras atividades industriais utilizam o Hg, seus

compostos ou substâncias que contem Hg em seus processos produtivos, não interessando, portanto, à superpotência reduzir a utilização industrial de substâncias químicas, entre elas o Hg. Consequentemente, evitar a exposição ocupacional ao metal, assim como a sua emissão para o ambiente, parece tornar-se secundário em comparação com a possibilidade de altos ganhos financeiros gerados pelo seu uso.

Outro fator que pode pressionar a manutenção, nos EUA, de valores limites mais altos que na CE, por exemplo, é a possibilidade de serem abertos milhares de processos indenizatórios caso haja reconhecimento de que os parâmetros atualmente considerados seguros para a exposição ocupacional, na verdade, são capazes de causar várias doenças, situação que geraria grande impacto na economia americana, podendo mesmo repercutir pelo mundo afora, já que essas agências servem de referência para muitos outros países. Dessa forma, as agências regulamentadoras da saúde do trabalhador podem estar agindo de forma defensiva, protegendo mais as indústrias que os trabalhadores e colaborando para a manutenção da saúde econômica do seu país.

O receio de uma série de processos contra cirurgiões-dentistas, caso haja o reconhecimento de que as obturações de amálgama oferecem risco à saúde, também é o argumento de algumas organizações não governamentais para justificar as posições assumidas em 2009 pela ADA que declarou ser o amálgama um "material seguro, eficaz e confiável" [103], e pela FDA que, embora tenha reconhecido a associação entre o Hg elementar e efeitos adversos à saúde e classificado o amálgama como produto médico Classe II, de risco moderado, afirmou que os níveis de Hg liberados pelo amálgama não são altos o suficiente para causar danos. Os controles especiais da FDA sobre o amálgama dentário versam, especialmente, sobre testes de desempenho, composição do produto e informações contidas nos rótulos das embalagens [102].

O Brasil, através do MTE, elaborou suas normas regulamentadoras da saúde ocupacional com base nos valores propostos pelas agências norte-americanas, estando, por isso, entre os mais elevados.

Este estudo, na tentativa de comparar os resultados encontrados com os valores de referência existentes, procurou estimar o quanto representaria a concentração de cada amostra analisada e a concentração média dos dois grupos se o tempo de exposição fosse o TLV-TWA de 8 horas diárias e 40 horas semanais. Segundo estimativa da OEHHA, o valor limite para 8 horas de exposição ocupacional ao Hg metálico seria de 0,06 μg m^{-3} [40]. As concentrações estimadas podem ser observadas nas tabelas 19 e 20.

Tabela 19: Concentração ambiental de Hg, em µg m^{-3}, segundo o tempo real de coleta com impingers e estimativa do tempo médio ponderado (TLV – TWA).

	IMPINGER					
	PAM			**Grupo Controle**		
	Tempo real	**Estimativa 8h**	**Estimativa 40h**	**Tempo real**	**Estimativa 8h**	**Estimativa 40h**
Concentração estimada de mercúrio nas amostras de ar coletadas por impingers **(µg m^{-3})**	0,21	0,88	4,31	0,06	0,31	1,58
	0,36	1,44	7,13	0,21	1,12	5,62
	0,84	3,66	18,40	0,14	0,74	3,71
	0,50	1,59	7,96	0,58	3,70	18,51
	0,45	1,65	8,24	0,08	0,54	2,71
	0,29	1,14	5,71	0,09	0,73	3,65
	0,30	1,18	5,93	0,44	3,50	17,49
	0,28	1,09	5,43	0,06	0,33	1,66
	0,51	1,87	9,35	0,06	0,33	1,66
	0,31	1,98	9,90			
	0,25	1,32	6,60			
	0,39	1,24	6,20			
	0,13	0,58	2,87			
	0,31	1,64	8,20			
	0,23	0,91	4,56			

Tabela 20: Concentração média ambiental de Hg, em µg m^{-3}, segundo o tempo real de coleta com impingers e estimativa do tempo médio ponderado (TLV – TWA).

	Impinger		
	Concentração Média (µg Hg m^{-3})		
	Tempo real	**Estimativa 8 horas**	**Estimativa 40 horas**
PAM	0,3650	1,504	7,52
Grupo Controle	0,1911	0,19	0,95

O cálculo da estimativa da concentração de Hg se o período de exposição fosse de 8 horas mostrou que, no PAM, as amostram teriam, respectivamente, concentrações mínima e máxima de 0,58 µg m^{-3} e 3,66 µg m^{-3}, com média de 1,504 µg m^{-3}. No grupo controle, a estimativa mostrou concentrações, respectivamente mínima e máxima, de 0,31 µg m^{-3} e 3,70 µg m^{-3}, com média de 0,19 µg m^{-3} (Tabela 20). Comparando-se os valores estimados com o

limite proposto pela OEHHA, nota-se que todos o ultrapassariam. Na verdade, já no tempo real de coleta, 87,5% das amostras apresentaram concentração acima desse limiar, enquanto que nos 12,5% restantes o nível mercurial era igual ao limite proposto.

Com relação ao período de 40 horas, o cálculo estimou concentrações, respectivamente mínima e máxima, de 2,87 µg m^{-3} e 18,4 µg m^{-3} para o PAM e de 1,58 µg m^{-3} e 18,51 µg m^{-3} para o grupo controle. As concentrações médias seriam de 7,52 µg m^{-3} para o PAM e de 0,95 µg m^{-3} para o grupo controle (Tabela 20). Na comparação com os parâmetros estabelecidos pela NR-15 e pela ACGIH, assim como pela OSHA e NIOSH, todas as amostras apresentaram concentrações ambientais bem abaixo dos limites considerados seguros para um período de 40 horas de exposição. A comparação com os valores propostos pela OMS, CE e US EPA também mostrou todas as amostras com concentrações de Hg abaixo dos valores de referência. Contudo, dois ambientes apresentaram concentrações estimadas bem próximas dos limites da CE e da US EPA: 18,4 µg m^{-3} em um consultório do PAM e 18,51 µg m^{-3} em um dos consultórios do grupo controle citado como pertencente a uma das usuárias de incensos aromáticos.

Observou-se que mesmo as concentrações estimadas da exposição dos sujeitos deste estudo sendo inferiores às consideradas seguras pela NR-15, havia prevalência de distúrbios compatíveis com os descritos na literatura científica como característicos da contaminação mercurial. Associando esta verificação à afirmação de instituições importantes, como a OMS e a ATSDR, de que não existe nível de exposição ao vapor de Hg 100% seguro, assim como à posição defensiva das instituições regulamentadoras da saúde ocupacional que se eximem da responsabilidade pela adoção dos parâmetros por elas estabelecidos, constatou-se a necessidade do desenvolvimento de mais estudos sobre esse tema que possam subsidiar os órgãos responsáveis pelo controle dos riscos de origem ocupacional com informações que levem à redução dos limites estabelecidos no Brasil para exposição ao mercúrio metálico, bem como à restrição do uso do amálgama na odontologia.

8.8 SIGNIFICÂNCIA ESTATÍSTICA

Este item não contém dados relativos aos trabalhadores do quadro auxiliar do PAM, pois não havia amostras de impingers relacionadas aos mesmos.

8.8.1 Hipóteses

Para investigar a existência ou não de diferenças estatisticamente significativas entre os níveis de Hg encontrados nas amostras de urina e no ambiente de trabalho dos dois grupos de cirurgiões-dentistas investigados foi empregado o *Teste t de Student* para duas amostras independentes. Este teste compara as médias de uma mesma variável ou característica observada sobre duas amostras independentes de indivíduos, com a condição de que os indivíduos sejam aleatoriamente atribuídos aos dois conjuntos em comparação [77, 78, 79, 136].

A partir dos resultados das amostras ($\overline{x_1}$ = PAM e $\overline{x_2}$ = consultórios particulares), inseridos em um banco de dados do *software SPSS 15.0 for Windows®*, obtiveram-se os parâmetros estatísticos das amostras em análise, efetuou-se o *Teste de Levene* para averiguar a variância das duas amostras, obtiveram-se as estatísticas de teste para as situações de variâncias homogêneas e não homogêneas e estabeleceu-se o intervalo de confiança (IC) para ($\overline{x_1} - \overline{x_2}$) em cada um dos casos analisados.

O teste de hipótese subjacente é:

$$H_0: \overline{x_1} = \overline{x_2} \qquad H_1: \overline{x_1} \neq \overline{x_2}$$

$$\Leftrightarrow$$

$$H_0: \overline{x_1} - \overline{x_2} = 0 \qquad H_1: \overline{x_1} - \overline{x_2} \neq 0$$

Sendo:

- H_0 = hipótese nula: Não existe diferença estatística entre as amostras dos dois grupos, significando que as médias das duas amostras são iguais entre si e, consequentemente, iguais à média da população.
- H_1 = hipótese alternativa: Existe diferença estatística entre as amostras dos dois grupos, significando que as médias das duas amostras se referem a populações diferentes.
- IC = 95%
- p valor = 0,05

Obteve-se o valor *t de Student* por meio do grau de liberdade (GL) e do nível de significância de 5%. O GL foi calculado a partir da fórmula (n-1), sendo "n" o número de amostras, de modo que ficou 1 grau de liberdade para as amostras e o valor restante para o erro experimental [136].

8.8.1.1 Urina

8.8.1.1.1 Teste Levene

As variâncias foram consideradas não homogêneas, pois o p-valor deste teste (0,036) foi inferior ao valor α = 5%. Isto significa que esta afirmativa tem 95% de probabilidade de estar certa.

8.8.1.1.2 Teste t de Student

Por meio dos valores de T = 2,329 > $t_{(0,05;20)}$ = 2,086, ou p-valor = 0,038 < α = 50%, concluiu-se que a concentração de Hg na urina das amostras dos CDs do PAM e a dos CDs do grupo controle eram estatisticamente diferentes, para um nível de significância de 5% (figura 23).

O IC 95% para a diferença de médias foi [0,05866 / 1,67326].

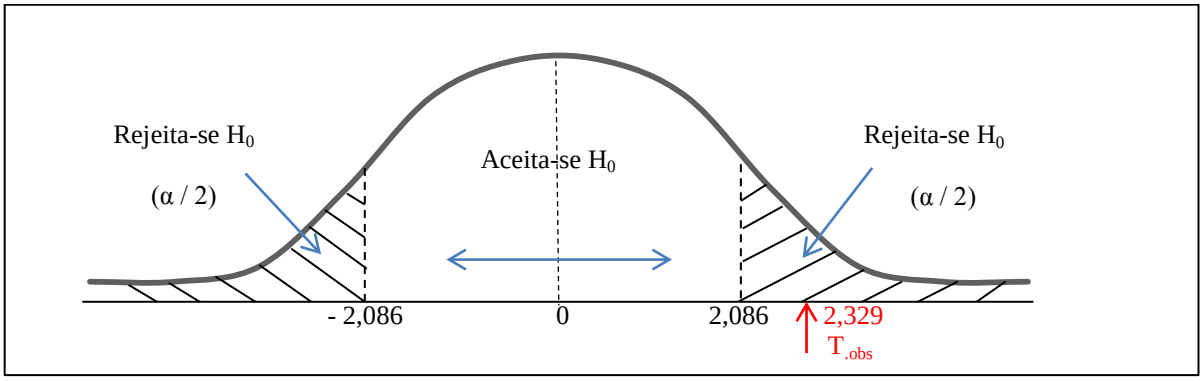


Figura 23: Teste *t* de Student para [Hg] entre amostras de urina dos CDs do PAM e CDs do grupo controle

Este resultado confirma que a concentração média de Hg nas amostras de urina dos CDs do PAM era 1,93 vezes maior que a dos CDs do grupo de não expostos. Ainda que em proporção menor, se assemelha ao mostrado em estudo no qual CDs expostos ao Hg apresentaram níveis urinários quatro vezes maiores que os do grupo controle, embora todos, exceto um CD exposto, tenham sido abaixo do parâmetro estabelecido pelo HSE [100]. Em trabalho desenvolvido na Turquia, os níveis de Hg nas amostras de urina dos CDs expostos foram três vezes superiores ao do grupo controle (6,29 ± 3,5 e 1,979 ± 0,9 µg L^{-1} respectivamente) [137]. Na Tunísia, foi constatado que os CDs do grupo exposto apresentavam concentração urinária significativamente maior que os do grupo controle (20,4 ± 42,4 e 0,04 ± 0,3 mg g^{-1} de creatinina, respectivamente) [138].

8.8.1.2 Impinger

8.8.1.2.1 Teste Levene

As variâncias foram consideradas homogêneas, pois o p-valor deste teste (0,677) foi superior ao valor α = 5%. Isto significa que esta afirmativa tem 95% de probabilidade de estar certa.

8.8.1.2.2 Teste t de Student

Por meio dos valores de T = 2,218 > $t_{(0,05;\ 22)}$ = 2,074, ou p-valor = 0,038 < α = 50%, concluiu-se que as amostras de ar coletadas por impingers nos consultórios do PAM e as dos consultórios do grupo controle eram estatisticamente diferentes, para um nível de significância de 5% (figura 24).

O IC 95% para a diferença de médias foi [0,01074 / 0, 33275].

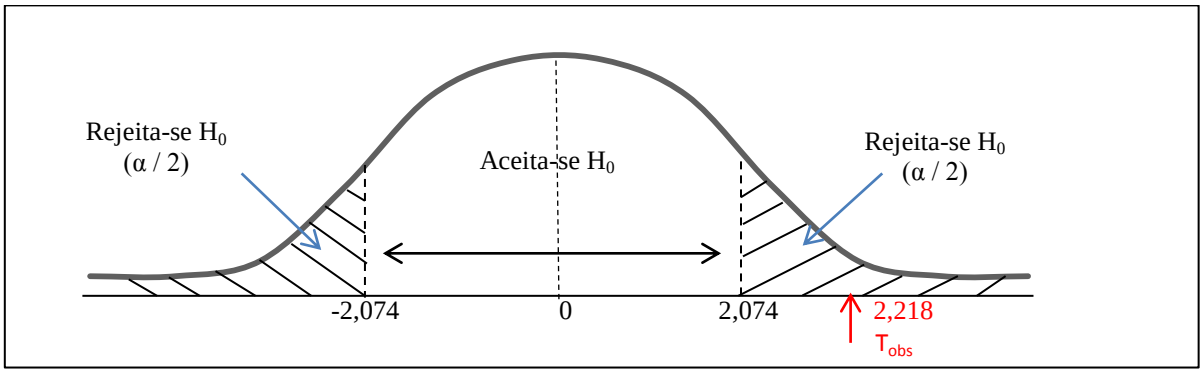


Figura 24: Teste *t* de Student para [Hg] entre amostras de ar coletadas por impingers no PAM e nos consultórios dos CDs do grupo controle

Este resultado confirma que a concentração média de Hg nas amostras de ar coletadas por impingers no PAM era 1,9 vezes maior que a dos consultórios do grupo controle.

8.8.1.3 Amostradores Passivos

Com exceção de uma amostra relativa aos CDs do PAM, as concentrações dos amostradores passivos foram iguais ou menores que o limite de detecção. Por este motivo, os dados destes indicadores não foram submetidos aos testes de hipótese e de correlação.

O resultado deste estudo difere do que utilizou amostradores passivos para mostrar que o método utilizado para sucção de saliva durante a remoção de obturações de obturações de amálgama antigas e substituição por outras do mesmo material, influenciava na concentração de Hg que chegava à zona de respiração dos CDs investigados [139].

A busca por estudos comparativos da concentração de mercúrio entre cirurgiões-dentistas e ambientes em que o amálgama é empregado na rotina de trabalho com aqueles em que não há uso deste material resultou em raros trabalhos nesse modelo e, os que foram encontrados, investigaram somente a concentração urinária. Também resultou em baixa prevalência a pesquisa por trabalhos que versavam apenas sobre a presença do Hg em amostras biológicas e ambientais oriundas do trabalho odontológico, tendo sido a maioria dos estudos encontrados desenvolvidos em outros países e há mais de uma década. Esta situação dificultou a comparação dos resultados deste estudo com os de outros trabalhos.

As baixas concentrações de Hg urinário e ambiental encontradas nesta pesquisa, assim como em estudos recentes sobre o mesmo tema [4, 13, 128], são similares aos de trabalhos desenvolvidos há cerca de uma década [47], porém, contrastam com os publicados há duas décadas ou mais [28, 140, 141, 142] tendo ocorrido até um caso de exposição fatal ao Hg em odontologia relatado por Cook e Yates em 1969 [143]. Nesse meio tempo, foram publicados trabalhos eventuais mostrando concentrações biológicas e ambientais de Hg acima dos valores limites [43, 100].

As reduções observadas podem ser resultado de uma maior conscientização dos CDs em relação aos riscos decorrentes do uso de Hg, do uso de métodos automatizados de preparação do amálgama, da aplicação satisfatória de medidas de biossegurança tais como o uso de EPIs e melhores medidas de higiene [144, 145] ou, principalmente, devido à substituição do amálgama por outro material restaurador. Todas essas situações que, hipoteticamente, previnem a contaminação por Hg estavam presentes nos ambientes estudados. No PAM havia, ainda, o fato dos aparelhos de esterilização a quente (estufa e autoclave), apontados como contribuintes para a evaporação do Hg, estarem localizados em outra sala, distante do ambiente de trabalho dos CDs.

8.8.2 Correlação entre variáveis

A fim de investigar a existência de independência ou associação entre a manipulação do amálgama de prata e a concentração de Hg na urina e no ambiente de trabalho dos cirurgiões-dentistas, foi aplicado o *Coeficiente de Correlação de Spearman (ρ)*. Também foram investigadas as relações entre a concentração de Hg na urina e as variáveis sexo e tempo de exercício da profissão ou tempo de exposição.

Este teste é indicado para testar correlação entre variáveis cuja distribuição seja não paramétrica. A hipótese nula testada é de correlação nula, ou seja, se $H_0 = H_1$. A interpretação do teste oscila entre -1 e +1, indicando associações negativas ou positivas, respectivamente. Quanto mais próximo do +1 for o resultado, maior é a correlação existente entre as vatiáveis. Resultado zero significa não correlação, mas não independência [78, 79, 129].

8.8.2.1 Coeficiente de Correlação de Spearman (ρ)

O teste de correlação de Spearman mostrou associação positiva entre a concentração de Hg na urina e todas as variáveis analisadas.

8.8.2.1.1 Hg-Urina X Hg-Impinger

a) CDs do PAM

Através do valor ρ = 0,129 concluiu-se que as amostras de ar coletadas por impinger e as de urina dos CDs do PAM possuíam uma associação positiva, ou seja, havia relação de dependência entre a presença de Hg na urina dos CDs e a concentração de Hg no ambiente do PAM. Assim, rejeitou-se a hipótese nula.

b) CDs do grupo controle

Através do valor ρ = 0,761 concluiu-se que as amostras de ar coletadas por impinger e as de urina dos CDs do grupo controle possuíam uma associação positiva, ou seja, havia relação de dependência entre a presença de Hg na urina dos CDs e a concentração de Hg no ambiente dos consultórios particulares. Assim, rejeitou-se a hipótese nula.

8.8.2.1.2 Hg-Urina X Sexo

A maior prevalência de mulheres no estudo (61,6% no PAM e 88,9% no grupo dos consultórios particulares) pode ter influenciado o resultado, o qual mostrou associação positiva entre concentração de Hg na urina e gênero, em todas as variáveis analisadas.

a) CDs do PAM

Através do valor $\rho = 0,754$, concluiu-se que havia uma associação positiva entre sexo e a presença de Hg nas amostras de urina dos CDs do PAM, ou seja, havia relação de dependência entre a presença de Hg na urina e o sexo do sujeito da pesquisa. Assim, rejeitou-se a hipótese nula.

b) CDs do grupo controle

Através do valor $\rho = 1$, concluiu-se que havia uma associação positiva entre sexo e a presença de Hg nas amostras de urina dos CDs do grupo controle, ou seja, havia relação de dependência entre a presença de Hg na urina e o sexo do sujeito da pesquisa. Desta forma, a hipótese nula foi rejeitada.

8.8.2.1.3 Hg-Urina X tempo de exposição

Este teste também pode ter sido influenciado pelo fato dos CDs de ambos os grupos pertencerem, em sua maioria, a apenas dois níveis na variável tempo de exercício da profissão:

- PAM: 10-15 anos (53,9%) / mais de 20 anos (38%) => TOTAL: 91,9%
- Grupo controle: 15-20 anos (55,6%) / mais de 20 anos (44,4%) => TOTAL: 100%

a) CDs do PAM

Através do valor ρ = 0,629, concluiu-se que havia uma associação positiva entre tempo de exposição e a presença de Hg nas amostras de urina dos CDs do PAM, ou seja, havia relação de dependência entre a presença de Hg na urina e o tempo em que o sujeito da pesquisa exercia a profissão. Assim, rejeitou-se a hipótese nula.

b) CDs dos grupo controle

Através do valor ρ = 0,354, concluiu-se que havia uma associação positiva entre tempo de exposição e a presença de Hg nas amostras de urina dos CDs do grupo controle, ou seja, havia relação de dependência entre a presença de Hg na urina e o tempo em que o sujeito da pesquisa exercia a profissão. Assim, rejeitou-se a hipótese nula.

8.9 MANIPULAÇÃO, ARMAZENAMENTO E DESCARTE DO MERCÚRIO

Por ser um centro de referência no serviço odontológico, o PAM oferece tratamento especializado aos pacientes. Além disso, a SMSDC/RJ disponibiliza material de consumo e equipamentos medianamente modernos para os CDs executarem o seu trabalho, situação que não ocorre em outras unidades públicas de atendimento à saúde. Assim, havia uma variedade de especialistas trabalhando simultaneamente, entre eles os que eram responsáveis pela parte clínica e pela odontopediatria, nas quais são feitas as obturações. Dentre esses profissionais, apenas dois afirmaram usar preferencialmente o amálgama de prata para restauração direta de dentes posteriores. Os demais profissionais alegaram preferir executar essas funções por meio do uso de resina composta fotopolimerizável (matriz de polímero orgânico + carga de partículas inorgânicas + agente de união + sistema iniciador-acelerador + pigmento) ou cimento ionômero de vidro (parte líquida: solução de um copolímero de ácido poliacrilato/ácido icatônico e água + parte em pó: vidro de fluoraluminossilicato de cálcio) [10].

Há alguns anos, vários estudos vêm comprovando que o amálgama está sendo gradativamente substituído por outros tipos de materiais, sendo a resina composta o mais comum, seguida do cimento ionômero de vidro [146]. Na Suécia, o emprego de amálgama na prática odontológica privada para restaurações em dentes de adultos caiu de 59% em 1985 para 29% em 1991, sendo o seu uso proibido em 1997. Também nos EUA, houve uma

redução de 38% no total de obturações de amálgama confeccionadas no período entre 1979 e 1990, com o montante declinando de 200 milhões para 96 milhões [147].

Pesquisa que correlacionou a quantidade de restaurações de amálgama e de resina composta com idade/sexo do paciente e, também, grupo/faces dentárias em pacientes da clínica de uma faculdade de odontologia encontrou maior prevalência de obturações de amálgama independentemente da condição avaliada. Porém, a diferença diminuía quando eram avaliadas regiões onde a estética era relevante e em pacientes mais jovens [148]. Em outro trabalho, aproximadamente 32% dos CDs investigados não utilizavam mais amálgama nos consultórios [149]. Todos os estudos foram unânimes em afirmar que os motivos para a substituição do amálgama por outro material restaurador eram a preocupação com a toxicidade do Hg presente na mistura e a estética desfavorável.

Com relação aos materiais substitutos mais comuns, a resina composta é uma alternativa ao amálgama de Ag por devolver aos dentes posteriores não só sua capacidade funcional, mas também por permitir sua caracterização estética, visto que as resinas compostas são de cor clara, ao contrário do amálgama[26]. Desta forma, as resinas compostas são consideradas uma alternativa restauradora atual para dentes posteriores por associarem a excelência estética com bom desempenho mecânico [150].

A crescente demanda por obturações de resina composta parece ter impulsionado a busca por melhorias das propriedades negativas deste produto, razão pela qual este produto foi o material dentário mais intensamente pesquisado na última década. Apesar disso, as resinas compostas ainda não atingiram a excelência de um material restaurador ideal, opinião compartilhada por alguns pesquisadores, para quem, apesar dos avanços obtidos, a contração de polimerização inerente a esse material continua sendo uma grande deficiência, por enquanto, impossível de ser evitada e um dos motivos para a ainda grande utilização do amálgama [151, 152].

Em 2009, reunião na OMS em que 25 representantes de 19 países avaliaram os materiais restauradores alternativos ao amálgama, concluiu que, apesar do reconhecimento dos efeitos nocivos do Hg sobre a saúde e o meio ambiente, os possíveis efeitos adversos dos materiais alternativos requerem mais investigação e monitoramento e, por isso, a proibição total do amálgama pode não ser realista, prática e realizável [153].

O amálgama disponível para utilização regular pelos CDs do PAM era do tipo encapsulado, manipulado no amalgamador capsular. Eventualmente ocorre quebra de algum desses amalgamadores, situação que leva ao uso emergencial do modelo volumétrico, que exige contato com o Hg. Por este motivo, havia na sala de apoio um armário no qual era

guardado um vidro de mercúrio metálico para esses casos. Neste armário também ficava o pote armazenador de cápsulas que abastecia os consultórios. Dessa forma, pode-se dizer que, normalmente, neste local, o Hg não era manipulado abertamente durante a confecção do amálgama.

Apesar da aparente segurança, um estudo constatou vazamento de Hg no uso de cápsulas com tampa em rosca e, também, nas de tampa lisa, embora esta tenha apresentado menor percentual de vazamento [42]. Em 2002, o MDA, agência executiva do Ministério da Saúde do Reino Unido, publicou um alerta sobre vazamento de Hg em cápsulas de amálgama pré-dosadas, as quais provocaram a contaminação não só dos amalgamadores, mas também de todo o ambiente de trabalho onde elas tinham sido utilizadas. De acordo com a agência, o vazamento de Hg das cápsulas, por ser inesperado e normalmente imperceptível, atrasa o estabelecimento de medidas corretivas e expõe os trabalhadores ao vapor metálico [154].

Dentre os CDs do PAM, uma profissional que afirmou não fazer nenhuma obturação de amálgama em seus pacientes, relatou o costume de abrir as cápsulas para retirar a limalha e usá-la no fortalecimento do cimento ionômero de vidro, associando a resistência de um com a adesividade à estrutura dental do outro, usando uma técnica considerada vantajosa por associar as boas qualidades dos dois produtos para formar o "amálgama aderido" [155]. Segundo esta CD, após remover a limalha, o Hg e a cápsula são descartados no porta-detritos (pequena lixeira) localizado em cima da bandeja para instrumental, permanecendo neste recipiente até que o mesmo tenha sua capacidade de armazenamento esgotada. O conteúdo do porta-detritos é despejado em uma lixeira de chão existente em cada consultório. Esta CD, embora tenha apresentado concentração urinária de 2 ± 0,10 µg Hg L^{-1}, com o ar em seu consultório tendo 0,84 Hg µg m^{-3}, (proporcionalmente 18,40 µg m^{-3} em 40 horas), ambas abaixo dos seus respectivos limites de segurança, foi uma das que apresentou maior prevalência de sintomas neuropsíquicos entre os expostos, o que nos remete aos já citados fatores individuais e genéticos facilitadores da toxicidade do Hg.

8.10 MANIPULAÇÃO, ARMAZENAMENTO E DESCARTE DOS RESÍDUOS DE AMÁLGAMA

Em cima da bancada de cada consultório havia um pote de plástico contendo água em seu interior. Nesses potes ficavam acondicionados os resíduos de amálgama resultantes de sobra da porção preparada e não utilizada (figuras 25 e 26). Tal procedimento é considerado

adequado segundo pesquisadores que salientaram, ainda, a importância dos resíduos de amálgama nos consultórios odontológicos e aconselharam a colocação dos mesmos em recipientes inquebráveis, hermeticamente fechados e contendo água [156] ou solução fixadora[157] em seu interior. Também a Resolução SS-15, de 18-1-99,da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, no Artigo 74, recomendou a manutenção dos restos mercuriais em recipiente rígido, vedado por tampa rosqueável e contendo água em seu interior [91]. Contudo, foi demonstrado que a glicerina é uma solução mais eficiente do que água e solução fixadora de RX na imobilização dos vapores de Hg provenientes dos resíduos de amálgama, embora essa contenção não fosse equivalente a 100% do total emitido [16, 158]. Já Pécora (2002) afirmou que nenhuma solução impede a passagem do vapor de Hg para o ambiente e recomendou o envio, o mais rápido possível, dos resíduos de amálgama para um laboratório de reciclagem[159].

Figura 25: Resíduos de amálgama.

Figura 26: Pote de plástico contendo água onde eram imersos os resíduos de amálgama do PAM.

No entanto, durante a fase de coleta, verificou-se que, após total preenchimento dos potes, os resíduos de amálgama eram simplesmente descartados no lixo comum. Também as cápsulas de amálgama vazias eram descartadas no porta-detritos localizado em cima da bandeja de apoio. Depois que a capacidade dos porta-detritos estava saturada, seu conteúdo era despejado na lixeira que existia no chão de cada consultório. Dessa maneira, tanto os resíduos de amálgama como as cápsulas vazias tinham o mesmo destino dos demais resíduos dos consultórios: o depósito geral de lixo do PAM.

Esta situação é criticada por Pécora e colaboradores (2002) que demonstraram, com base em análise química qualitativa, que as cápsulas de amálgama não podem ser descartadas no meio ambiente por estarem contaminadas por Hg. Assim como os resíduos de amálgama, as cápsulas devem ser estocadas e encaminhadas para um laboratório de recuperação de resíduos químicos (figura 27) [159]. Segundo o Artigo 75 da Resolução SS-15, de 18-1-99, os resíduos mercuriais devem ser enviados para usinas de reciclagem, visto que sua destinação final comum pode causar contaminações ao meio ambiente [91]. Contudo, a pesquisa por laboratórios de reciclagem de resíduos de amálgama só identificou um local onde este tipo de trabalho é desenvolvido, o Laboratório de Gerenciamento de Resíduos Odontológicos (LAGRO) da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo [160], por sinal coordenado por Pécora.

Figura 27: Separação dos componentes dos resíduos de amálgama de prata no laboratório de gerenciamento de resíduos odontológicos.
Fonte: LAGRO, 2003.

Também foi observado que as sobras resultantes dos procedimentos de inserção e escultura das obturações, as quais se depositam no assoalho da cavidade bucal, eram lançados pelos pacientes na cuspideira, indo direto para a rede esgoto. Os resíduos provenientes de remoção de obturações de amálgama antigas eram, igualmente, despejados na rede de esgoto por meio do ralo da cuspideira.

Um estudo financiado pela ADA estimou que 50% do Hg encontrado nas redes de esgoto municipais nos EUA provinham de consultórios odontológicos [75]. Pesquisa sobre biossegurança em odontologia observou que 65,8% dos consultórios investigados não possuíam reservatório para detritos nas cuspideiras e que, em 85,8%, os fluidos captados pelos sugadores eram despejados diretamente na rede pública de esgoto. Este estudo mostrou, ainda, que 62,3% dos CDs descartavam os resíduos de amálgama de forma inadequada, enquanto os demais acondicionavam o material de forma correta, seja em frascos lacrados contendo água (35,2%), seja em soluções contendo fixadores de raios X (2,3%). Porém, após o acúmulo, por falta de opção ou informação, os CDs descartavam os recipientes contendo resíduos no lixo comum ou, então, os enterravam [145]. Trabalho similar relatou que, em 94% dos casos investigados, os resíduos de amálgama eram descartados inadequadamente e, na mesma proporção, eram usados recipientes abertos para o acondicionamento do Hg, fator significativo para a presença do metal no ambiente [138].

As medidas específicas com relação ao amálgama consistem em coletar e armazenar todo o excesso de Hg, incluindo os resíduos de amálgama removidos durante condensação e escultura, em recipientes perfeitamente vedados, encaminhando-os a um destino que evite contaminação ambiental. Cápsulas reutilizáveis para amalgamador mecânico devem possuir tampa que vede hermeticamente [18].

Segundo a RDC Nº 306, de 10/12/2004, todo gerador de RSS deve elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde – PGRSS [161]. A lei municipal Nº 3.273 de 06/09/2001, que dispõe sobre a limpeza urbana na cidade do Rio de Janeiro, responsabiliza os estabelecimentos prestadores de serviços de saúde pelo gerenciamento de seus resíduos, desde a geração até a disposição final, de forma a atender os requisitos ambientais e de saúde pública. Ainda esta lei municipal, em consonância com as Resoluções CONAMA 005/1993 e 283/2001, classifica o mercúrio como um resíduo químico (grupo B) e cita a presença do metal no amálgama dentário [162]. A Norma Técnica 42-60-01 da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, através da COMLURB, estabelece que os RSS gerados pelas Unidades de Tratamento de Saúde (UTS) ou Estabelecimentos Assistenciais de Saúde de atendimento geral devem ser coletados pelo menos duas vezes por semana [163]. O Art. 69 da Resolução SS-15, de 18-1-99, diz que todo o material descartável utilizado na odontologia, tal como sugadores, tubetes de anestésico, máscara, luvas, gazes, algodão, etc. deve ser desprezado em sacos de lixo com rótulo de "contaminado" [91].

Observou-se que este roteiro não era seguido no PAM, visto que, após o término de cada período de trabalho (matutino e vespertino), todo lixo descartado nos consultórios

odontológicos era recolhido por uma auxiliar de serviços gerais que o destinava ao depósito geral de lixo do PAM. Embora a unidade contasse com serviço de coleta diferenciada para RSS, os resíduos de amálgama não estavam incluídos no mesmo.

8.11 BIOSSEGURANÇA

De acordo com a Comissão Técnica de Biossegurança da FIOCRUZ, biossegurança é:

> o conjunto de saberes direcionados para ações de prevenção, minimização ou eliminação de riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços, as quais possam comprometer a saúde do Homem, dos animais, das plantas e do ambiente ou a qualidade dos trabalhos desenvolvidos [164].

Em odontologia, refere-se ao conjunto de medidas empregadas com o objetivo de proteger a equipe e os pacientes em ambiente clínico. As medidas preventivas envolvem práticas ergonômicas durante o exercício da profissão, controle dos riscos físicos e químicos e princípios do controle da infecção. O controle dos riscos engloba a desinfecção dos equipamentos e do ambiente, a esterilização do instrumental, a antissepsia da boca do paciente e o uso de EPI pelo profissional e equipe[18].

Os EPIs indicados para uso em estabelecimentos de assistência odontológica são [3] (figura 28):

- Luvas para atendimento clínico e cirúrgico, que devem ser descartadas a cada paciente;
- Gorro ou touca;
- Avental para proteção (jaleco de mangas compridas);
- Máscaras descartáveis (com camada dupla ou tripla);
- Óculos de proteção.

Para prevenir a transmissão de contaminantes entre os ambientes é recomendável o uso de sapatos exclusivos para o consultório [18].

Figura 28: EPI – luvas de látex descartáveis, touca descartável, jaleco de mangas compridas, máscara, óculos de proteção.
Fonte: Equipaminas [165]

Tais equipamentos constituem barreiras físicas para proteger a pele e as membranas mucosas dos olhos, nariz e boca da exposição a fontes potenciais de contaminação durante os procedimentos odontológicos [18]. São regulamentados pela Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, através da Resolução SS-15, de 18-1-99 e também pela NR-6 da Portaria 3.214 /78 do MTE. No caso de profissionais que prestam serviços para instituições públicas ou privadas, é obrigação das instituições fornecer os equipamentos em número suficiente e obrigação do profissional utilizá-los [33].

A SMSDC/RJ fornecia aos profissionais do PAM luva não estéril e estéril, gorro, máscara e óculos de proteção. O jaleco era propriedade individual, sendo trazido de casa devidamente lavado e passado pelo próprio profissional. Não foram observados sapatos para uso exclusivo durante o atendimento aos pacientes.

Durante a fase de coleta, observou-se que os profissionais seguiam o protocolo de biossegurança ao trocar de luva a cada atendimento. Dentre os CDs, foi observado que as mulheres faziam uso de todos os EPIs indicados para o exercício da profissão, desde os que eram disponibilizados pelo PAM até os de iniciativa própria, como jalecos de mangas compridas e sapatos fechados. Observou-se, também, que os homens eram mais negligentes nesse aspecto: somente um, dentre os oito CDs do sexo masculino, usava adequadamente os EPIs necessários durante o atendimento aos pacientes. Todos os outros trabalhavam sem gorro, havendo, ainda, um que usava jaleco de manga curta e um outro que usava apenas luvas não estéreis.

O uso do gorro pelos profissionais da odontologia impede que o aerossol e as gotículas resultantes do uso do motor de alta rotação e dos aparelhos de profilaxia, bem como o Hg proveniente do amálgama, se depositem no cabelo e couro cabeludo evitando que estes se

tornem uma fonte de contaminação. Função semelhante é exercida pelo jaleco de mangas compridas, o qual impede a deposição de contaminantes nas roupas e braços dos profissionais [18].

Pesquisa sobre biossegurança em odontologia observou que mais de 90% dos CDs do estudo seguiam a recomendação universal de uso de luvas e máscaras, mas apenas a metade do total de entrevistados utilizava óculos de proteção ao trabalhar com amálgama [166]. Em estudo realizado na Turquia, foi observada uma prevalência superior a 90% de CDs utilizando máscaras e "ambas as luvas", expressão que nos leva à suposição de que, no país do autor, existem profissionais que usam luva em apenas uma das mãos [137].

Com exceção de uma participante, que não usava nenhum tipo de proteção, os auxiliares do PAM usavam jaleco de mangas compridas. No entanto, havia negligência no uso dos demais EPIs, pois somente duas mulheres usavam gorro, todas faziam uso eventual de sandálias e só usavam máscara quando estavam auxiliando o CD responsável pelo setor de cirurgia, na sala localizada em frente aos consultórios de atendimento clínico. O auxiliar do sexo masculino usava unicamente jaleco de mangas compridas como EPI.

O caso mais grave observado no local foi com relação à ventilação. Como citado anteriormente, não existem janelas ou basculantes neste ambiente. A ventilação é feita, essencialmente, através das portas quando elas são abertas para dar passagem aos trabalhadores ou aos pacientes. Além disso, como as paredes são muito altas e os aparelhos de ar condicionado ficam rentes ao teto, não existe histórico de limpeza ou troca do filtro de ar desses aparelhos, situação extremamente insalubre que contribui para aumentar os riscos ocupacionais neste local, tanto químicos quanto biológicos. Situação semelhante está presente em relato onde 96,4% dos CDs entrevistados não substituíam periodicamente os filtros dos aparelhos de ar condicionado, propiciando uma maior possibilidade de exposição indireta ao Hg [166].

Para controlar o risco químico, as principais medidas de prevenção devem ser um ambiente bem ventilado, a fim de reduzir os contaminantes no ar, e a utilização de EPIs específicos durante o manuseio destes produtos. Outros cuidados que podem ser observados compreendem a manipulação cuidadosa e manter bem fechados os recipientes em que os produtos são armazenados. Há concordância entre autores sobre a necessidade de atenção às medidas de higiene tais como prevenção de derrames de Hg e limpeza dos pisos após derramamentos, bem como ventilação adequada, pois todos ajudam a prevenir a contaminação pelo Hg [18, 137]. Estudo revelando que o nível de Hg na urina dos participantes tinha variado significativamente em função da existência ou não de cortinas de tecidos nos consultórios,

mostrou que acessórios inadequados também podem contribuir para a contaminação pelo metal [138].

A *American Dental Association* é uma associação profissional representante da classe odontológica americana, porém, com influência no mundo todo. A *International Academy of Oral Medicine and Toxicology* é uma corporação sem fins lucrativos, fundada no Canadá e com escritório na Flórida, EUA, que tem entre seus membros pesquisadores do mundo todo. Enquanto a ADA afirma que o uso do amálgama não oferece riscos de contaminação por Hg aos profissionais da odontologia e nem aos pacientes que recebem esse tipo de obturação, a IAOMT luta pela odontologia livre do Hg e por normas mais rigorosas para a prática odontológica. De acordo com suas posições, cada uma emitiu uma série de recomendações acerca da manipulação do Hg e do amálgama na odontologia.

➔ ADA [44]:

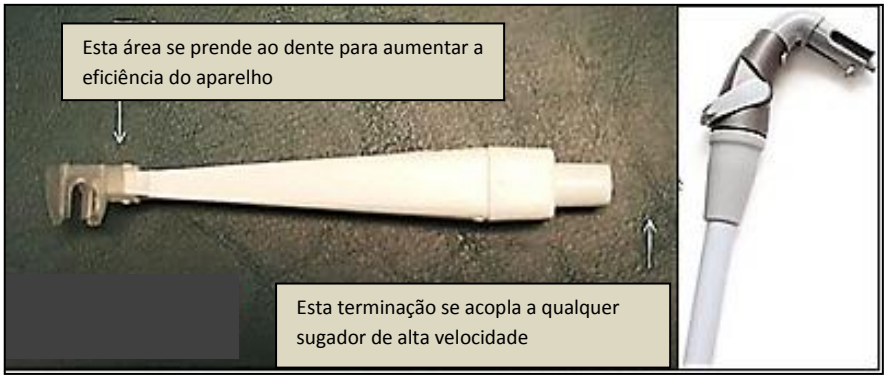
- Armazenar o Hg em recipientes inquebráveis e hermeticamente vedados**;**
- Realizar todas as operações que envolvam o Hg em áreas que apresentem superfícies impermeáveis e adequadamente acabadas nas bordas, para confinar e facilitar a recuperação de Hg ou amálgama derramado;
- Limpar imediatamente qualquer Hg derramado. No caso de ocorrer sobre a mesa ou no chão, lançar sobre ele uma quantidade abundante de enxofre em pó ("flor de enxofre"), que se combinará com o Hg formando uma substância que não oferece riscos;
- Usar cápsulas hermeticamente vedadas durante a amalgamação;
- Usar técnica de manipulação de amálgama que evite o toque das mãos, usando EPI (luvas, máscara e gorro) e pinças clínicas;
- Armazenar todos os restos de amálgama em recipiente de vidro com água;
- Trabalhar em locais bem ventilados. Promover a renovação do ar no consultório a cada uma ou duas horas, durante alguns minutos;
- O piso do consultório deve ser impermeável, liso (não poroso) e sem frestas;
- Evitar carpetes nos consultórios odontológicos, pois a sua descontaminação é impossível;
- Manter o máximo de cuidado com a limpeza, higiene e manutenção do consultório.
- Eliminar o emprego de soluções contendo Hg;

- Não aquecer o Hg ou o amálgama. Manter o amalgamador longe de fontes de calor.
- Não armazenar o Hg próximo à estufa ou em locais quentes;
- Na remoção de amálgama, usar jatos de água e sucção;
- Usar procedimentos convencionais de compactação do amálgama dentário, manual e mecânico, porém não empregar condensadores de amálgama ultrassônicos;
- Realizar, anualmente, determinação da concentração de Hg em todo o pessoal regularmente empregado no consultório odontológico (monitoramento biológico). Implementar o PCMSO para a equipe odontológica;
- Realizar determinações periódicas do nível de vapor de Hg nos consultórios odontológicos (monitoramento ambiental);
- Alertar todo o pessoal envolvido na manipulação de Hg, especialmente nos períodos de treinamento, sobre os perigos potenciais do seu vapor e a necessidade de observar boas práticas de higiene;
- Realizar programas de Educação Continuada.

➔ IAOMT [14]:

- Optar por um material restaurador alternativo, sempre que possível;
- Manter o sugador próximo ao dente em todos os momentos;
- O sugador do tipo “clean up” ou “ponta da Suécia” é mais eficiente (figuras 28 e 29);
- Ao remover obturações, cortar e retirar em pedaços grandes;
- Retirar as luvas, lavar e substituí-las após remoção e antes da nova restauração;
- Nunca polir restaurações de amálgama;
- Usar máscara com filtro especial, pois a máscara regular não oferece proteção: a peça de mão gera partículas de amálgama com tamanho inferior a 1 mícron e as máscaras regulares permitem a passagem de partículas inferiores a 3 mícrons. Além disso, o vapor de Hg é atraído para a área de calor (a máscara) (figuras 30 e 31);
- Usar, ao lado da cadeira, uma unidade de vácuo com filtros de captura capazes de apreender aerossóis de até 0,3 mícrons, vapores, partículas, poeira provocada pela abrasão da remoção da restauração, fumaça e patógenos de aerossóis (figuras 32 e 33);
- Colocar filtros de ar de alta qualidade no sistema de refrigeração/aquecimento e trocá-los regularmente;

- Utilizar purificadores de ar, cuja capacidade pode variar de acordo com o tamanho da sala (figuras 34 e 35).



Figuras 29 e 30: Sugador tipo "ponta da Suécia"
Fonte: IAOMT, 2008 [14]; Loiola, 2010 [167]

Figuras 31 e 32: Máscaras com filtro especial.
Fonte: IAOMT, 2008 [14]

Figuras 33 e 34: Aspirador de aerossóis
Fonte: IAOMT, 2008 [14]

Figuras 35 e 36: Purificadores de ar indicados para consultório odontológico
Fonte: IAOMT, 2008 [14]; Air Purifier Reviews, 2010 [168].

9. CONCLUSÕES

Inicialmente, o que chama a atenção é a extrema dificuldade em se encontrar um cirurgião-dentista totalmente livre da exposição ao mercúrio. Em vista da recessão no mercado de trabalho odontológico, poucos podem se limitar ao exercício de apenas uma especialidade, necessitando executar também a parte clínica, que tem um rendimento financeiro menor, mas oferece maior demanda de pacientes. Nesses casos, mesmo aqueles que não fazem obturações de amálgama, as retiram para substituir por outro material restaurador. Além disso, são raros os que conseguem manter sozinhos os seus consultórios, tendo, a maioria, que dividir salas com outros CDs ou mesmo alugar apenas horários em locais onde o amálgama é manipulado por outros profissionais.

Conforme se esperava, as concentrações biológicas e ambientais de Hg apresentaram-se abaixo dos valores limites para exposição ocupacional ao metal. Essa expectativa decorreu do baixo índice de obturações de amálgama executadas no local do estudo, do uso dos EPIs adequados por quase todos os profissionais e da jornada de trabalho não muito extensa, fatores que interferem diretamente na relação dose-resposta. Acredita-se que, se a ventilação do ambiente respeitasse as normatizações sobre climatização em EAS, essas concentrações poderiam ser ainda menores.

O fato da análise dos testes de comparação de médias não pareadas ter mostrado a existência de diferença estatisticamente significativa entre as amostras ambientais e biológicas dos dois grupos de cirurgiões-dentistas (expostos e não expostos ocupacionalmente ao mercúrio) comprova que a manipulação do amálgama, mesmo em pequena quantidade, leva à contaminação pelo mercúrio.

Apesar de em baixas concentrações, o Hg estava presente na maioria das amostras de urina e em todas as que foram coletadas por impinger, sendo a participação do amálgama na contaminação dessas amostras comprovada pelos testes de correlação, Dessa maneira, concluiu-se que o mercúrio se encontrava disperso por todo o ambiente, contaminando o ar assim como todos aqueles que circulavam no local, mesmo quem não trabalhava diretamente com o amálgama.

A análise da organização do trabalho mostrou que o local, apesar das deficiências estruturais e falhas no gerenciamento de seus resíduos, oferece boas condições aos profissionais que lá trabalham, além de, como CEO, contribuir de forma relevante para a melhoria da saúde bucal da população, fato comprovado pela Pesquisa Nacional de Saúde

Bucal - Projeto SB Brasil 2010, mais conhecido como Projeto Brasil Sorridente [169]. Tendo em vista o fato de que, na maioria dos Estabelecimentos de Atendimento à Saúde do SUS, as condições de trabalho são completamente diferentes das encontradas neste estudo, é possível crer que, se nos demais EAS houvesse implantação de condições similares às do PAM, além de melhorar a atenção à saúde bucal da população, a provável contaminação por mercúrio nos profissionais odontológicos certamente seria reduzida. Embora isso não vá garantir a inexistência de danos à saúde dos trabalhadores.

A inexistência de laboratórios de reciclagem de resíduos de amálgama, mesmo havendo conscientização dos riscos que esses produtos oferecem, parece formar um "ciclo vicioso" com a falta de um plano de gerenciamento desse tipo de resíduo de serviço de saúde, fato que ocorre que forma generalizada.

Os interesses político-econômicos, que alimentam as divergências sobre os riscos que o uso do amálgama oferece, não devem se sobrepor à já reconhecida e comprovada toxicidade do mercúrio tanto para os cirurgiões-dentistas e demais profissionais da odontologia quanto para os pacientes. Analisando essas divergências, pode-se inclusive supor que, para alguns setores, não haja interesse na redução dos valores limites para exposição ao mercúrio nem no desenvolvimento de materiais restauradores alternativos que ofereçam as qualidades de resistência, durabilidade e baixo custo do amálgama. Ademais, enquanto instituições importantes como a ADA e a FDA não recomendarem a limitação do uso do amálgama, este material dentário continuará sendo usado por defensores das suas qualidades dentísticas e, especialmente, nos serviços públicos de saúde, onde o custo do material tem grande relevância.

Diante do exposto, pode-se dizer que a contaminação por mercúrio é uma realidade no trabalho odontológico e que os riscos que o metal oferece não só aos cirurgiões-dentistas, mas também aos demais profissionais da odontologia, aos pacientes, assim como ao meio ambiente não podem ser ignorados. Desse modo, recomenda-se aos cirurgiões-dentistas o uso de outros materiais restauradores que não o amálgama e, na impossibilidade de evitar o seu uso, que sejam adotadas medidas de higiene que minimizem ao máximo a exposição ocupacional ao mercúrio, bem como que evitem a contaminação dos ecossistemas pelos resíduos de amálgama. Agindo dessa forma, os cirurgiões-dentistas estarão contribuindo para a preservação da sua própria saúde, a dos seus pacientes e, também, para a preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

1. Bellusci SM. Doenças Profissionais ou do Trabalho. 10ª ed. São Paulo: Senac; 2008. 147 p.

2. Schhute NP, Knight AL, Jahn O. Mercury and Its Compounds. In: Zenz OC, Dickerson B, Horvarth EP, eds. Occupational Medicine. 3ª ed. St. Louis: Mosby-Year Book; 1994. p. 549-576.

3. Pernambuco, Secretaria Estadual de Saúde, Divisão Estadual de Saúde Bucal de Pernambuco. Manual de Biossegurança no Atendimento Odontológico; 2001. [Acesso em ago. 2009]. Disponível em www.cro-rj.org.br/biosseguranca.

4. Oikawa T, Pinheiro MCV, Ferreira LB, Toda KS. Avaliação dos teores de mercúrio na urina dos graduandos de odontologia. Rev. Para.Medi. 2007 set.; 21(3): 25-9.

5. Ministério do Trabalho (Brasil), Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO). Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde dos Trabalhadores; 1978. [Acesso em 13 set. 2009]. Disponível em: www.mte.gov.br/legislacao.

6. Grigoletto JC, Silveira AS, Muñoz SIS, Alberguini LBA, Takayanagui AMM. Exposição ocupacional por uso de mercúrio em odontologia: uma revisão bibliográfica. Ciência & Saúde Coletiva. 2008 mar./abr.; 13 (2): 533-542.

7. Organização Mundial da Saúde, Organização Internacional do Trabalho, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, Concise International Chemical Assessment Document 50: Elemental Mercury and Inorganic Mercury Compounds: Human Health Aspects; 2003. [Acesso em mar. 2009]. Disponível em: http://www.who.int/ipcs/publications/ci4cad/en/cicad50.pdf.

8. Claro FA, Ito FR, Bastos FM, Ribeiro ME. Mercúrio no amálgama odontológico: Riscos da exposição, toxicidade e métodos de controle – Revisão de literatura. Revista Biociências. 2003 jan-mar.; 9(1): 47-54.

9. Marshall S, Marshall G, Anusavice K. Amálgamas Dentais. In: Anusavice KJ. Philips – Materiais Dentários. Tradução da 11ª edição americana. Rio de Janeiro: Campus / Elsevier; 2005. p. 469-514.

10. Craig RG, Powers JM. Materiais Dentários Restauradores. 1ª Reimpressão da 11ª Edição. São Paulo: Mosby / Livraria Santos.; 2006. 704 p.

11. Câmara VM, Campos RC, Frankel P, Perez MA, Falcão MP. Estudo comparativo dos efeitos da utilização de mercúrio por dentistas. Cad. Saúde Pública 1990 abr/jun.; 6(2): 186-200.

12. Pécora JD. Guia prático sobre resíduos de amálgama odontológico. Projeto FAPESP 01/01065-1; 2003. [Acesso em: 10 jul. 2009]. Disponível em: www.forp.usp.br/restauradora/.../guia_pratico.html

13. Silva GS, Silveira EG, Bastos WR. Avaliação da contaminação por mercúrio nos profissionais da odontologia do município de Porto Velho – RO. In: XIII Seminário de Iniciação Científica no Campus da Universidade Federal de Rondônia (PIBIC / CNPq); 2004. [Acesso em 13 abr. 2009]. Disponível em: www.unir.br/.../Artigo%20PIBIC%202004%20-%20Grazyelle.htm.

14. International Academy of Oral Medicine and Toxicology (IAOMT) [Internet]. Florida: Protecting yourself from dental office contaminants. 2008. [Acesso em 20 ago. 2010]. Disponível em: http://www.iaomt.org/articles/files/files301/Dental%20Office%20Contaminants.pdf.

15. Ministério da Saúde (Brasil), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde. Brasília: Anvisa; 2006. 190 p. (Séries Temáticas Anvisa – Tecnologias em Serviços de Saúde, Volume 1).

16. Fortes CBB, Samuel SMW. Avaliação de Meios para Armazenagem de Resíduos de Amálgama de Prata. Rev. Fac. Odontol. Porto Alegre 2000 jan.; 40(2): 36-40.

17. Organização Mundial da Saúde. Departamento de la Salud Publica y Medio Ambiente. Agua, Saneamiento y Salud (WHO / SDE / WSH). El mercurio en el sector de la salud; 2005. [Acesso em 18 nov. 2009]. Disponível em: www.who.int/water_sanitation_health/.../ mercúrio

18. Silva ASF, Ribeiro MC, Risso M. Biossegurança em Odontologia e Ambientes de Saúde. 2 ed. rev. e ampl. São Paulo: Icone; 2009. 262 p.

19. Department of Health and Human Services (US), Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for Mercury; 1999 Mar. [Acesso em jul. 2009]. Disponível em: http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp46.pdf.

20. Organizacão Panamericana da Saúde (OPAS), Centro Panamericano de Ecologia Humana y Salud. Mercurio; 1987. 82 p. (Série Vigilância, vol. 7).

21. Azevedo FA, Nascimento ES, Chasin AAM. Mercúrio. In: Azevedo FA, Chasin AAM, eds. Metais: Gerenciamento da Toxicidade, São Paulo: Editora: Atheneu; 2003. p. 299-352.

22. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Productos Químicos – Evaluación Mundial sobre el Mercurio; 2005. [Acesso em jun. 2009]. Disponível em: http://www.chem.unep.ch/mercury/OEWG2/.../f6)/.../OEWG_2_6_s.pdf.

23. Tsalev DL, Zaprianov ZK. Atomic Absorption Spectometry in Occupational and Environmental Health Practice. Volume I. Analytical Aspects and Health Significance. CRC Press, Inc; 1983. p 158-168.

24. Conselho Federal de Odontologia [Internet]. Brasília: Dados Estatísticos. [Acesso em 03 fev. 2011]. Disponível em http://cfo.org.br.

25. Fernandes AMO, Guimarães ZS. Saúde-doença do trabalhador: um guia para os profissionais. Goiânia: AB Editora; 2007. 296p. (Coleção Saúde e Segurança do Trabalhador; vol. 3).

26. 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.

27. Saquy PC. Identificação qualitativa de vapor de mercúrio captado de resíduo de amálgama de prata, em diferentes meios de armazenagem. [Tese na Internet]. Ribeirão Preto: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo; 1996. Livre Docência. [Acesso em 20 ago. 2009]. Disponível em: www.forp.usp.br/restauradora/Teses/.../Paulold.html

28. Larini L, Salgado PET. Exposição de cirurgiões-dentistas ao mercúrio. Rev. Cienc. Farm. 1981; 3: 41-6;.

29. Benitez ABCE, Fueller JB, Salgado PE, Gabrielli F, Dinelli W, Gabrielli ACR. Amálgama Dental: Estudo in vitro da liberação de mercúrio, através da espectofotometria de absorção atômica, em função do tipo de ligas, polimento e tempo. Rev. de Odont da USP. 1995; 9(1): 39-43.

30. Newland MC, Donlin WD, Paletz EM, Banna KM. Developmental Behavioral Toxicity of Methylmercury: Consequences, Conditioning, and Cortex. In: Frontiers in Neuroscience. Animal Models of Cognitive Impairment; 2006. [Acesso em mar. 2009]. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/bookshelf/br.fcgi?book=frcogimp&part=ch7.

31. Department of Labor (US), Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Mercury – Properties and Health Effects. [Acesso em 21 ago. 2010]. Disponível em:http://www.osha.gov/SLTC/mercury/properties_health.html.

32. Department of Labor (US), Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Mercury Vapor In Workplace Atmospheres. [Acesso em17 dez. 2010]. Disponível em: http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/inorganic/id140/id140.html.

33. Moraes MVG. Doenças ocupacionais – agentes: físico, químico, biológico, ergonômico. 1ª ed. São Paulo: Iárica; 2010. 234 p.

34. Pedrozo MFM. Toxicologia (Monitorização) da Exposição de Populações a Agentes Tóxicos. In: Azevedo FA, Chasin AAM. As bases toxicológicas da ecotoxicologia. São Carlos: RiMa; 2003. p. 168-220.

35. Zahir F, Rizwi SJ, Haq SK, Khan RH. Low dose mercury toxicity and human health. Enviromental Toxicology and Pharmacology. 2005 Sept; 20 (2): 351-60. (English).

36. Bisinoti MC, Jardim WF. O comportamento do mercúrio (metilHg) no ambiente. Quim. Nova. 2004 jul/ago; 27(4): 593-600.

37. Fernicola NAGG, Bohrer-Morel MB, Bainy ACD. Ecotoxicologia. In: Azevedo FA, Chasin AAM. As bases toxicológicas da ecotoxicologia. São Carlos: RiMa; 2003. p. 221-243.

38. Clifton II JC. Mercury Exposure and Public Health. Pediatric Clin N Am. 2007; 54: 237-69. (English)

39. Ministério da Saúde (Brasil), Secretaria de Políticas de Saúde, Departamento de Atenção Básica, Área Técnica de Saúde do Trabalhador. Cadernos de Atenção Básica. Programa Saúde da Família. Caderno 5 - Saúde do Trabalhador. Brasília; 2002. 66p.

40. Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA) [Internet]. California: Mercury Reference Exposure Levels DRAFT; 2008. [Acesso em 22 jan. 2011]. Disponível em: http://www.oehha.ca.gov/air/toxic_contaminants/pdf_zip/Mercury_postSRP3.pdf.

41. Câmara VM, Silva AP, Cancio JA. Notas para a constituição de um programa de vigilância ambiental dos riscos e efeitos da exposição do mercúrio metálico em áreas de produção de ouro. Iesus. 1998 abr/jun; VII(2): 35-44.

42. Nonaka T. Alterações nas propriedades físicas do amálgama dental por perda de mercúrio durante a trituração mecânica. Rev Odontol Univ São Paulo. 1998 Apr; 12(2). 137-43.

43. Glina DMR, Satut BTG, Andrade EMOAC. A exposição ocupacional ao mercúrio metálico no módulo odontológico de uma unidade básica de saúde localizada na cidade de São Paulo. Cad. Saúde Pública. 1997 Apr / Jun; 13(2): 257-67.

44. American Dental Association. Council on Scientific Affairs. Dental mercury hygiene recommendations. Journal of the American Dental Association**.** 2003 Nov; 134. [Acesso em 12 jul. 2009]. Disponível em: jada.ada.org/cgi/content/full/134/11/1498.

45. Baratieri LN. Dentística – Procedimentos Preventivos e Restauradores. Rio de Janeiro: Quintessence, 1989. 509 p.

46. World Work Dentistry Dedicated [homepage na Internet]. Amalgama. Capsule Autoattivanti**.** [Acesso em 15 nov. 2010]. Disponível em: http://www.worldwork.it/ita/amalgama.html.

47. Lacerda RASV. Avaliação da exposição e dos efeitos à saúde por mercúrio metálico em profissionais de odontologia de uma empresa de serviço social do comércio do Estado do Rio de Janeiro. [Dissertação]. Rio de Janeiro: Instituto de Estudos em Saúde Coletiva / Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2000. 76 p. Mestrado em Saúde Coletiva.

48. Tray Shopping [homepage na Internet]. Dental Amalgam. [Acesso em 22 jan. 2011]. Disponível em: http://shopping.tray.com.br/oferta/amalgamador-ultramat-s-sdi/id:321587

49. Dental Muller [homepage na Internet]. Amálgama. [Acesso em 22 ago. 2009]. Disponível em: http://www.dentalmuller.com.br/ordem.asp?secao=19&categoria=199.

50. Casa Americana - Artigos para Laboratório [homepage na Internet]. [Acesso em 22 jan. 2011]. Disponível em: http://www.casaamericana.com.br/products_new.php?page=26&osCsid=al8rk2162o025glicqcl5ltm25.

51. Marculino E. Geografia Hoje Blog [Internet]. Rio de Janeiro: O preço do ouro - Em dólares e em sofrimento, nunca foi tão alto. [Acesso em 08 nov. 2010]. Disponível em: http://geografianovest.blogspot.com/2009/01/o-preo-do-ouro-em-dlares-e-em.html.

52. Dental Ourense [homepage na Internet]. Acesso em 25 nov. 2010]. Disponível em: http://www.dentalourense.com.br/index.php?cPath=27&osCsid=ces7qc37m6bsq9568er1eukvv7.

53. Dental Flex [homepage na Internet]. [Acesso em: 25 nov. 2010]. Disponível em: http://www.dentalflexbh.com.br/produtos.php.

54. Indusbello [homepage na Internet]. [Acesso em 25 nov. 2010]. Disponível em http://www.indusbello.com.br/produtos.php?acao=detalhes&cod_produto=133.

55. Cardoso RJA. Dentística / laser. São Paulo: Artes Médicas; 2001. 476 p.

56. Conceição EN. Dentística: saúde e estética. 2ª ed, Porto Alegre: Artmed; 2007. 584 p.

57. Ballester RY, Markarian RA, Loguercio AD. Alteração dimensional de amálgama de prata e liga à base de gálio. Pesquisa Odontológica Brasileira. 2001 out./dez.; 15(4): 341-47.

58. Samuel SMW, Beilner D, Rubinstein C, Süffert LWR. Alteraçäo dimensional de uma liga de gálio versus amálgama de prata. Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre. 1994 ago.; 35(1): 6-8.

59. Busato ALS. Princípios gerais do preparo cavitário. In: Busato ALS e colaboradores. Restaurações em dentes posteriores. São Paulo: Artes Médicas; 1996. p. 40-53.

60. Leinfelder KF**.** Do restorations made of amalgam outlast those made of resin-based composite? J Am Dent Assoc. 2000; 131(8):1186-87. (English)

61. Life Smiles Dental Care [homepage na Internet]. Composite Fillings. [Acesso em: 15 nov. 2010]. Disponível em: http://lifesmilesdentalcare.com/?page_id=114.

62. Mota SM, Magalhães CS, Pordeus IA, Allyson NM. Impacto dos Resíduos de Serviços de Saúde Sobre o Homem e o Meio Ambiente. Arquivos em Odontologia. 2004 abr/jun; 40(2):111-206.

63. Ministério da Saúde (Brasil), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução de Diretoria Colegiada Nº 33. 2003. [Acesso em 29 jul. 2009]. Disponível em: http://elegis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=31244&word

64. Rocha AA, César CLG. Saúde Pública – Bases Conceituais. São Paulo: Atheneu; 2008. 352 p.

65. Informe COPPE**.** Nº: 2010/019. Seção Notícias. Coppe propõe sistema para reduzir emissão de mercúrio no meio ambiente. Publicado em 20/08/2010. [Acesso em 24 ago. 2010]. Disponível em: http://www.planeta.coppe.ufrj.br/artigo.php?artigo=1235.

66. Ministério do Trabalho e Emprego (Brasil). NR-9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Portaria SSST n.º 25, 29 de dezembro de 1994. *[Acesso em 28 mar. 2010]*. Disponível em:
http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_09_at.pdf.

67. Moreira FR, Moreira JC. A importância da análise de especiação do chumbo em plasma para a avaliação dos riscos à saúde. Quim Nova 2004; 27:251-60.

68. Pivetta F, Machado J M H, Araújo U, Moreira F R, Apostoli P. Monitoramento Biológico: Conceitos e Aplicaçoes em Saúde Pública. Cad. de Saúde Pública. 2001 maio/jun; 17(3):545-54.

69. Hodgson E, editor. A textbook of modern toxicology. 3ª Ed. New Jersey: John Wiley & Sons; 2004. 499 p.

70. Azevedo SV. Determinação dos níveis de estanho em fluidos biológicos de população exposta ambientalmente na Vila Massangana, RO. [Dissertação]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca / Fundação Oswaldo Cruz; 2009. 98 p. Mestrado em Saúde Pública.

71. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). TLVs® e BEIs®. São Paulo: Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais (ABHO); 2009. 287 p.

72. Amorim LCA. Os biomarcadores e sua aplicação na avaliação da exposição aos agentes químicos ambientais. Rev. Bras. Epidemiol. 2003; 6 supl 1:158-70.

73. Minoia C, Sabbioni E, Apostoli P, Pietra R, Pozzoli L, Gallorini M, Nicolaou , Alessio L, Capodageio E. . Trace element reference values in tissues from inhabitants of the European Community. The Science of the total Environment. 1990; 95: 89-105. (English)

74. Ministério do Trabalho e Emprego (Brasil), Secretaria de Inspeção do Trabalho, Departamento de Saúde e Segurança no Trabalho. Portaria nº 34, de 20 de dezembro de 2001. Protocolo para a utilização de indicador biológico da exposição ocupacional ao benzeno. [Acesso em 25 jan. 2011]. Disponível em: *http://*www.farmacia.ufmg.br/lato/portariabenzeno.doc.

75. Environmental Protection Agency (EPA) (US). Dental Amalgam Effluent Guideline. [Acesso em: 14/11/2010]. Disponível em: http://water.epa.gov/scitech/wastetech/guide/dental/index.cfm.

76. Jornal Oficial da União Europeia. Directiva 2009/161/UE da Comissão de 17 de Dezembro de 2009 que estabelece uma terceira lista de valores-limite de exposição profissional indicativos para a aplicação da Directiva 98/24/CE do Conselho e que altera a Directiva 2000/39/CE. [Acesso em 14 nov. 2010]. Disponível em: http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:338:0087:0089:PT:PDF.

77. Bussacos MA. Estatística aplicada à saúde ocupacional. São Paulo: FUNDACENTRO; 1997. 103p.

78. Field A. Descobrindo a estatística com o SPSS. Porto Alegre: Artmed; 2009. 687 p.

79. Motta VT, Oliveira Filho PF SPSS – Análise de dados biomédicos. Rio de Janeiro: MEDBOOK; 2009. 334 p.

80. São Paulo (cidade), Secretaria da Saúde, Coordenação de Epidemiologia e Informação CEInfo. Inquérito de Saúde no Município de São Paulo – ISA Capital 2003. Principais Resultados - Estilo de Vida, Morbidade Referida, Uso de Serviços, Auto-Avaliação de Saúde e Temas Especiais. Julho, 2007. São Paulo: Secretaria Municipal da Saúde; 2006. 29 p.

81. Corradi-Webster CM, Laprega MR, Furtado EF. Avaliação do desempenho do CAGE com pacientes psiquiátricos ambulatoriais. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2005 Nov./Dec; 13(2): 1213-18.

82. Domingos NAM, Domingos, JCV. Levantamento sobre o uso de álcool e drogas em universitários. Rev. bras.ter. cogn. 2005 jun.; 1(1): 75-82.

83. Lundberg I, Hogberg M, Michelsen H, Nise G, Hogstedt C. Evaluation of the Q16 questionnaire on neurotoxic symptoms and a review of its use. Occupational and Environmental Medicine. 1997; 54:343-50. (English)

84. Cruz LPS, Campos VP. Amostragem passiva de poluentes atmosféricos. Aplicação ao $SO_{2.}$ Quím. Nova. 2002 Mai; 25(3):406-11.

85. Melchert WR, Cardoso AA. Construção de amostrador passivo de baixo custo para determinação de dióxido de nitrogênio. Quím. Nova. 2006 Mar./Apr; 29(2):365-87.

86. Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). Saúde e Ambiente – saúde do Trabalhador. [Acesso em 10/02/2010]. Disponível em: http://www.opas.org.br/ambiente/temas.cfm?id=44&area=Conceito

87. Silva PRD, Pinto RHR, Corrêa MCCSF, Yanaguizawa JR JL. Nova legislação para radiologia odontológica. Avaliação dos alunos da UNIMAR. Revista da Faculdade de Ciências Odontológicas (online). 1999; 2(2): ISSN 1516-5639. [Acesso em 15 dez. 2010]. Disponível em: http://www.unimar.br/publicacoes/revistafco/paginas/pag8.htm.

88. Ministério da Saúde (Brasil), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução – RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde**.** [Acesso em 14 dez. 2010]. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/50_02rdc.pdf.

89. Ministério da Saúde (Brasil), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria/MS/SVS nº 453, de 01 de junho de 1998. Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico. [Acesso em 15 dez. 2010]. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/453_98.htm

90. Kansas Department of Health & Environment (KDHE). Radiation Protection in Dentistry. National Council on Radiation Protection and Measurements Report Nº. 145. [Acesso em 18 dez. 2010]. Disponível em: http://www.kdheks.gov/radiation/download/RADIATION_PROTECTION_NCRP_REPORT.pdf.

91. São Paulo (Estado), Secretaria de Estado da Saúde. Resolução SS-15, de 18-1-99**.** Aprova Norma Técnica que estabelece condições para instalação e funcionamento de estabelecimentos de assistência odontológica, e dá providências correlatas. [Acesso em 07 nov. 2010]. Disponível em: http://www.cro-rj.org.br/legislacao/index.asp.

92. Tuji FM. Visão Geral sobre Radiobiologia e Radioproteção. Jornal do Conselho Regional de Odontologia - PA, Belém; fev 2006.

93. Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA) (Australia). Radiation Safety and Protection Plan – Intra-oral Dental Diagnostic Radiography. [Acesso em 18 dez. 2010]. Disponívelem: http://www.health.qld.gov.au/radiationhealth/documents/rsppintraoraldental.pdf.

94. Bicalho FC, Barcellos, Regina MG. Temas de Arquitetura de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde; Organizador: Antônio Pedro Alves de Carvalho. 1ª Ed. Salvador: UFBA/FAU/ISC; 2002. 235 p.

95. Ministério da Saúde (Brasil), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Serviços Odontológicos: Prevenção e Controle de Riscos / Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006.156 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

96. Ministério da Saúde (Brasil), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). RE/ANVISA nº 9, de 16 de janeiro de 2003 - ANVISA – Orientação técnica elaborada por grupo técnico assessor sobre padrões referenciais de qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo.

97. Ministério da Saúde (Brasil), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria 3.523/88, de 28 de agosto de 1998 – Regulamento Técnico contendo medidas básicas referentes aos procedimentos de verificação visual do estado de limpeza, remoção de sujidades por métodos físicos e manutenção do estado de integridade e eficiência de todos os componentes dos sistemas de climatização, para garantir a Qualidade do Ar de Interiores e prevenção de riscos à saúde dos ocupantes de ambientes climatizado.

98. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7256: Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) - Requisitos para projetos e execução das instalações. Rio de Janeiro: ABNT; 2005. 22p.

99. Quadros ME, Lisboa HM, Oliveira VL, Schirmer WN. Qualidade do ar em ambientes internos hospitalares: estudo de caso e análise crítica dos padrões atuais. Eng Sanit Ambient 2009 jul/set; 14(3):431-38.

100. Ritchie KA, Burke FJT, Gilmour WH; Macdonald EB, Dale IM, Hamilton RM, McGowan DA, Binnie V, Collington D, Hammersle R. Mercury vapour levels in dental practices and body mercury levels of dentists and controls. *British Dental Journal*. 2004, 197:625-32. (English)

101. Morita MC, Haddad AE, Araújo ME. Perfil atual e tendências do cirurgião-dentista brasileiro. Maringá: Dental Press; 2010. 96 p.

102. Department of Health and Human Services (US), U.S. Food and Drug Administration (FDA) [Internet]. Maryland: FDA Issues Final Regulation on Dental Amalgam. 2009. [Acesso em 05 jan. 2011]. Disponível em: http://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/Pressannouncements/ucm173992.htm

103. American Dental Association [Internet]. Chicago: Amalgam. (Dental Filling Options). [Acesso em 05 jan. 2011]. Disponível em: http://www.ada.org/3094.aspx#top.

104. Guimarães VV, Florindo AA, Stopa SR, César CL, Barros MB, Carandina L, Goldbaum M. Consumo abusivo e dependência de álcool em população adulta no Estado de São Paulo, Brasil. Rev. bras. epidemiol. 2010 June; 13(2):314-25.

105. Tachelli DP. Utilização do teste CAGE para avaliação de complicações no trans e pós-operatório de pacientes submetidos à cirurgia bucal. [Dissertação]. São Paulo: Hospital Heliópolis; 2009. 50 f. Mestrado em Ciências.

106. Maciel C, Kerr-Corrêa F. Complicações psiquiátricas do uso crônico do álcool: síndrome de abstinência e outras doenças psiquiátricas. Rev. Bras. Psiquiatr. 2004 maio; 26(1):47-50.

107. Roels H, Abdeladim S, Braun M, Malchaire J, Lauwerys R. Detection of hand tremor in workers exposed to mercury vapor: A comparative study of three methods. Environmental Research. 1989 Aug.; 49(2): 152-65. (English)

108. Piikivi L, Tolonen U. EEG findings in Chlor-alkali workers subjected to low long term exposure to mercury vapour. Br J Ind Med 1989; 46:370-5. (English)

109. Nadorfy-Lopez E, Torres SH, Finol H, Mendez M, Bello B. Skeletal muscle abnormalities associated with occupacional exposure to mercury vapours. Histol Histopathol 2000;15:673-82. (English)

110. Moen BE, Hollund BE, Riise I. Neurological symptoms among dental assistants: a cross-sectional study. Journal of Occupational Medicine and Toxicology 2008 May: 3-10. (English)

111. Wastensson G, Lamoureux D, Sällsten G, Beuter A, Barregård L. Quantitative assessment of neuromotor function in workers with current low exposure to mercury vapor. Neurotoxicology. 2008 Jul; 29(4):596-604. (English)

112. Faria MAM. Mercurialismo metálico crônico ocupacional. Rev. Saúde Pública. 2003 fev; 37(1): 116-27.

113. Franciscato C. Efeitos Protetores do Zinco Sobre Alterações Comportamentais e Bioquímicas Induzidas pelo Mercúrio em Ratos Jovens. [Tese]. Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Santa Maria; 2009. 112 f. Doutorado em Bioquímica Toxicológica.

114. Echeverria D, Woods JS, Heyer NJ, Martin MD, Rohtman, DS, Farin FM, Li T. The Association Between Serotonin Transporter Gene Promoter Polymorphism (5-HTTLPR) and Elemental Mercury Exposure on Mood and Behavior in Humans. Journal of Toxicology and Environmental Health. 2010 June; Part A, 73(15): 1003-20. (English).

115. Bonduki CE, Haidar MA, Lima GR, Edmund CB. Terapia de reposição hormonal em mulheres na pós-menopausa. PSIQUIATRIA na prática médica. Centro de Estudos – Departamento de Psiquiatria – UNIFESP/EPM: 2001 jan-mar; 34(1). [Acesso em 15 dez. 2010]. Disponível em: www.unifesp.br/dpsiq/polbr/ppm/atu3_05.htm.

116. Jesus LF, Marinha MS, Moreira MFR. Distúrbios osteomusculares em cirurgiões-dentistas: uma revisão de literatura. Revista Uniandrade. 2010 jan-jun.; 11(1):75-88.

117. Oliveira APN. Investigação de Fatores Predisponentes para a Ocorrência de Fendas Orofaciais em Crianças - estudo exploratório. [Dissertação]. Rio de Janeiro; Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2004. 66f. Mestrado em Saúde Coletiva.

118. Sikorski R, Juszkiewicz T, Paszkowski T. Women in dental surgeries: Reproductive hazards in occupational exposure to metallic mercury. Int Arch Occup Environ Health 1987; 59:551-557. (English)

119. Larsson KS. The dissemination of false data through indequate citation. J Int Med. 1995; 238:445-450. (English)

120. Davis B J , Price HC, O'Connor RW, Fernando R, Rowland AS, Morgan DL. Mercury Vapor and Female Reproductive Toxicity. Toxicol. Sci. 2001; 59(2):291-6. (English).

121. Rowland, A. S., Baird, D. D., Weinberg, C. R., Shore, D. L., Shy, C. M., & Wilcox, A. J.. The effect of occupational exposure to mercury vapour on the fertility of female dental assistants. Occupational & Environmental Medicine.1994; 51:28-34. (English)

122. Yang JM, Chen QY and Jiang XZ (2002). Effects of metallic mercury on the perimenstrual symptoms and menstrual outcomes of exposed workers. Am J Ind Med 42(5): 403-9.

123. Department of Health and Human Services (US), Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Division of Toxicology and Environmental Medicine. Medical Management Guidelines for Mercury. 2008. [Acesso em 22 dez. 2010]. Disponível em: http://www.atsdr.cdc.gov/mhmi/mmg46.html.

124. Cravo M, Vieira R, Gonçalo M, Figueiredo A. Intoxicação aguda por mercúrio inorgânico aplicado na pele. Med Cutan Iber Lat Am. 2008; 36(6):296-8.

125. Cadarso AI, Lázaro ARD, Morillas LS, Mosquera MR, Sánchez GL, Martos MR. Resumen de Síndrome de Baboon. Allergologia et immunopathologia: International journal for clinical and investigate allergology and clinical immunology. 2004; 32(1): 43-5. (Spanish)

126. Pérez CR, Baldrih ES, Torres EB, Montañola AA. Síndrome de Baboon. Dermatologia – Cosmética, Médica y Quirúrgica. 2009 enero-marzo; 7(1):editorial. (Spanish)

127. Fernandez JGA, Frutos FJO, Vazquez MR, Fuente EG, Romero PLO, Diez LI. Mercury exanthem («baboon» syndrome). Actas dermo-siliográficas. 2000; 91(6):271-3. (English)

128. Silva ICM, Campos RC, Câmara VM. Exposição ao mercúrio em clínica odontológica: Concentração no ar e sua relação com procedimentos clínicos. I Simpósio Brasileiro de Saúde Ambiental. Ciência e Saúde Ambiental – Teorias, Metodologias e Práxis; 2010. p 114-4.

129. Morais CMP, Günther WMR. Pneus inservíveis: um panorama da problemática e formas de utilização desse resíduo no Brasil. XXIX Congreso de la Asociacion Interamericana de Ingenieria Sanitaria y Ambiental (AIDIS); 2004; Porto Rico. [Acesso em 09 dez. 2010]. Disponível em*:* www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/passero.pdf

130. Rio de Janeiro (Estado). Projeto de Lei Nº 1546/2008. Proíbe a fabricação e comercialização de incenso que contenham na composição as substâncias benzeno, formol, tolueno, estireno, acetaldehido e monóxido de carbono e dá outras providências. [Acesso 15 dez. 2010]. Disponível em:

http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/scpro0711.nsf/012cfef1f272c0ec832566ec0018d831/cd8c147c946de87b832574480068cbf8?OpenDocument

131. O Círculo de Diana [homepage na Internet]. Loja Esotérica na Internet. [Acesso em 15 dez. 2010]. Disponível em: http:// www.circulodediana.com.br.

132. Artesanum.com [homepage na Internet]. Artesanatos e Manualidades do Mundo. [Acesso em 15 dez. 2010]. Disponível em: http://pt.artesanum.com/artesanato-porta_incenso-23274.html.

133. Council of European Dentists [Internet]. Bruxelas: Dental Amalgam. [Acesso em: 04 jan. 2011]. Disponível em: http://www.eudental.eu/index.php?ID=5986.

134. Jornal O GLOBO on line - Ciência. China é o maior emissor de gases do efeito estufa do mundo. Publicado em 13/06/2008. [Acesso em: 28 dez. 2010]. Disponível em: http://oglobo.globo.com/ciencia/salvevoceoplaneta/mat/2008/06/13/china_o_maior_emissor_de_gases_do_efeito_estufa_do_mundo-546788696.asp.

135. Jornal Record on line. Maiores emissores de gases de efeito de estufa. Publicado em 28/11/2010. [Acesso em 28 dez. 2010]. Disponível em: http://2010.record.xl.pt/galerias/infografias/interior.aspx?content_id=526122.

136. Ferreira AM. SPSS – Manual de Utilização. Escola Superior Agrária de Castelo Branco - Instituto Politécnico de Castelo Branco; 1999. [Acesso em: 12 jan. 2011]. Disponível em: http://www.scribd.com/doc/4918180/SPSS-MANUAL-DE UTILIZACAO.

137. Karahalil B, Rahravi H, Ertas N. Examination of urinary mercury levels in dentists in Turkey. Hum Exp Toxicol. 2005 Aug.; 24(8): 383-8. (English)

138. Chaari N, Kerkeni A, Saadeddine S, Neffati F, Khalfallah T, Akrout M. L'imprégnation mercurielle des dentistes et de leurs assistants dans la ville de Monastir, Tunisie. Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-faciale. 2009 June; 110(3):139-44. (French)

139. Pohl L, Bergman M.The dentist's exposure to elemental mercury vapor during clinical work with amalgam. Acta Odontol Scand. 1995 Feb; 53(1):44-8. (English)

140. Cury AADB, Santos MN, Cury JÁ. Contaminação pelo mercúrio: exposição e condições de trabalho dos Cirurgiões-Dentistas. RGO (Porto Alegre). 1991 jul.-ago.; 39(4):293-7.

141. Kelman G R. Urinary mercury excretion in dental personnel. Br J Ind Med. 1978 Aug.; 35 (3): 262–5. (English)

142. Merfield D P, Taylor A, Gemmell D M, Parrish J A. Mercury intoxication in a dental surgery following unreported spillage. British Dental Journal 1976 Sept; 141:179 –86. (English).

143. Cook TA, Yates PO. Fatal mercury intoxication in a dental surgery assistant. British Dental Journal. 1969 Dec; 127:553-5. (English)

144. Tonello AS, Pernambuco RA, Gazoto JLO. Biossegurança em Consultório Odontológicos Particulares do Município de Bauru-SP, Brasil. Odontologia e Sociedade. 2007; 9(2):5-10.

145. Pedrosa HLO, Figueiredo RLQ, Albuquerque TTP, Costa EB. Avaliação dos cirurgiões-dentistas sobre o gerenciamento dos resíduos odontológicos produzidos na prática diária. Arquivos em Odontologia. 2007 out/dez; 43(4):125-30.

146. Department of Health and Human Services (US), U.S. Food and Drug Administration (FDA). Medical Devices – Alternatives to dental Amalgam. Última atualização: 09/08/2010. [Acesso em 04 jan. 2011]. Disponível em: http://www.fda.gov/MedicalDevices/ProductsandMedicalProcedures/DentalProducts/DentalAmalgam/ucm171108.htm.

147. Health Canada [Internet]. Ontario: The Safety of Dental Amalgam. 2006. [Acesso em 04 jan. 2011]. Disponível em: http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/md-im/applic-demande/pubs/dent_amalgam-eng.php.

148. Formolo E, Demarco FF, Barbosa AN, Braghini Mi, Rodrigues Júnior S. Prevalência de restaurações de amálgama ou resina composta em dentes posteriores: estudo preliminar. JBC j. bras. clin. odontol. integr. 2003 mar.-abr.; 7(38):120-4.

149. Haj-Ali R, Walker MP, Williams K. Survey of general dentists regarding posterior restorations, selection criteria, and associated clinical problems. Gen Dent. 2005 Sept-Oct;53(5):369-75. (English)

150. Figueiredo RJA, Serafim ARF, Sales GCF, Santos RL. Aplicabilidade clínica das resinas compostas em dentes posteriores: caso clínico. Anais do X Encontro de Iniciação à Docência. UFPB – PRG. 2008. [Acesso em 03 jan. 2011]. Disponível em: www.prac.ufpb.br/anais/IXEnex/.../anais/.../6CCSDCOSMT27.pdf.

151. Silva JMF, Rocha DM, Kimpara ET, Uemura ES. Resinas compostas: estágio atual e perspectivas. Revista Odonto. 2008 dez.; 16(32):98-104.

152. Beatrice LC, Silva CH, Aguiar CM, Faria AB, Barros LF. Resinas compostas: contração e profundidade de polimerização. Odontologia. Clín.-Científ. 2009 abr/jun.; 8 (2):111-4.

153. Organização Mundial de Saúde (OMS). Future Use of Materials for Dental Restoration. Report of the meeting convened at WHO HQ, Geneva, Switzerland 16th to 17th November 2009. [Acesso em 05 jan. 2011]. Disponível em: http://mercurypolicy.org/wpcontent/uploads/2010/12/who_mtg_report_nov_20102.pdf.

154. Department of Health (Union Kingdom), Medical Devices Agency (MDA). Safety Action Notice - Leakage of mercury from amalgam. [Acesso em 05 jan. 2011]. Disponível em: http://www.mhra.gov.uk/Publications/Safetywarnings/MedicalDeviceAlerts/Safetynotices/CON008801.

155. Silva FWGP, Queiroz AM, Nelson-Filho P, Freitas AC. Amálgama aderido: uma opção em odontopediatria Odontologia. Clín.- Científ. 2006 jul/set.; 5(3):231-7.

156. Magro C, Bastos PAM, Navarro MFL. Segurança no uso do mercúrio em restaurações de amálgama. Ver. Odontol. Univ. São Paulo 1994 jan./mar.; 8 (1): 1-6.

157. Benitez ABCE, Fuller JB, Salgado PE, Gabrielli F, Dinelli W, Gabrielli APR. Amalgama dental: estudo “in vitro” da liberação de mercúrio, através de espectrofotometria de absorção atômica, em função do tipo de ligas, polimento e tempo. Ver. Odontol. Univ. São Paulo 1995 jan./mar.; 9(1):39-43.

158. Nazar MW, Pordeus IA, Werneck MAF. Gerenciamento de resíduos sólidos de odontologia em postos de saúde da rede municipal de Belo Horizonte, Brasil. Rev Panam Salud Publica. 2005 Apr; 17(4):237-42.

159. Pécora JD, Guimarães LFL, Spano JCE, Barbin EL, Silva RS. Análise qualitativa da presença de mercúrio em cápsulas de amálgama utilizadas. Robrac. 2002; 11(31):27-9.

160. Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Laboratório de Gerenciamento de Resíduos Odontológicos (LAGRO). [Acesso em 01 dez. 2010]. Disponível em: http://www.forp.usp.br/restauradora/lagro/.

161. Ministério da Saúde (Brasil). Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução - RDC nº 306. De 7 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. [Acesso em 14 dez. 2010]. Disponível em: http://www.bvsde.ops oms.org/bvsacd/cd49/regula306.pdf.

162. Rio de Janeiro (cidade), Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB). Resíduos de Serviços de Saúde. [Acesso em 06 jan. 2011]. Disponível em: http://comlurb.rio.rj.gov.br/rss.htm.

163. Rio de Janeiro (cidade), Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB). Norma Técnica 42-60-01. Acondicionamento, Coleta e Destinação Final de Resíduos de Serviços de Saúde. 2003. [Acesso em 06 jan. 2011]. Disponível em: http://www.secovirio.com.br/media/Norma%20Comlurb%20%20lixo%20hospitalar%20-%20infectante.pdf.

164. Fundação Oswaldo Cruz, Comissão Técnica de Biossegurança [Internet]. Rio de Janeiro: CTBio / O que é Biossegurança? [Acesso em 04 fev. 2011]. Disponível em: http://www.fiocruz.br/biosseguranca/ctbio/oqueebiosseguranca.php

165. Equipaminas - [homepage na Internet]. Equipamentos de Proteção Individual. [Acesso em 04 fev. 2011]. Disponível em: http://www.equipaminas.com

166. Kulkarni S, Tadakamadla SK, Jain K, Goyal D, Balasubramanyam G, Duraiswamy P. Mercury higiene practice among practicing dentists and undergraduate dental students of India. Rev Clín Pesq Odontol. 2008 jan/abr; 4(1):19-26. (English).

167. Loiola M. Ortodontia Contemporânea Blog [Internet]. Salvador: Isolite Systems – Iluminação Intrabucal; 2010. [Acesso em: 06 nov. 2010] Disponível em: http://ortodontia-contemporanea.blogspot.com/2010_08_01_archive.html.

168. Air Purifier Reviews [homepage na Internet]. 2010. [Acesso em: 06 nov. 2010]. Disponível em: http://airpurifier reviews.info.

169. Ministério da Saúde (Brasil), Conselho Nacional de Saúde. Pesquisa Nacional de Saúde Bucal – 2010. [Acesso em: 09 jan. 2011]. Disponível em: http://conselho.saude.gov.br/ultimas_noticias/2010/img/apresentacao_281210.pdf.

170. Rodrigues JG, Araújo APT. Normas para apresentação de teses e dissertações. Rio de Janeiro: Biblioteca de Ciências Biomédicas, 2007. (Série Publicações da Biblioteca; vol 2). [Acesso 05 dez. 2010]. Disponível em: http://www.fiocruz.br/pesquisaclinica/media/normas-tese-dissertacao.pdf.

ANEXO - A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - 1

(Para os trabalhadores expostos ao mercúrio)

Você está sendo convidado para participar da pesquisa "Exposição Ocupacional ao Mercúrio em Trabalhadores do Ambulatório Odontológico de um Posto de Atendimento Médico". Você foi selecionado porque trabalha no ambulatório odontológico do Posto de Atendimento Médico da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com a pesquisadora ou com a instituição.

Os objetivos deste estudo são verificar se os cirurgiões-dentistas e o ar do consultório onde eles trabalham estão contaminados por mercúrio e tentar diminuir ou acabar com a contaminação. Sua participação nesta pesquisa consistirá em doar urina e responder um questionário. Este estudo não oferece nenhum risco para você, porque a coleta de urina não faz mal, no máximo, você vai sentir um desconforto. Os benefícios relacionados com a sua participação são saber se está contaminado, como se contamina e aprender a diminuir essa contaminação e também os efeitos que, por acaso, já existam. No caso dos resultados mostrarem alguma contaminação, você deve procurar o médico clínico do Posto de Atendimento Médico XXX, que estará capacitado para lhe prestar a assistência necessária.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Ninguém, além de você, vai ficar sabendo dos resultados dos seus exames. Seu nome não vai aparecer em nenhum lugar, porque será transformado em código. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação, pois vamos juntar os resultados em grupos. Depois da análise da urina, todo material será jogado fora e os resultados serão usados em relatórios e artigos científicos. Esses dados ficarão sob a guarda da coordenadora do projeto por cinco anos, e depois serão destruídos.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço institucional da pesquisadora principal e do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

_____

Pesquisadora principal

Comitê de Ética em Pesquisa - CEP/ENSP
Rua Leopoldo Bulhões, nº 1480, Térreo
Manguinhos – Rio de Janeiro – RJ
CEP: 21041-210 / Tel: (21) 2598-2863

Nome: Leda Diva Freitas de Jesus
Rua Leopoldo Bulhões, nº 1480
Manguinhos – Rio de Janeiro – RJ
CEP: 21041-210 / Tel: (21) 2598-2821

Orientadora: Profª Drª Maria de Fátima Ramos Moreira

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

_____

Sujeito da pesquisa

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - 2
(Para os cirurgiões-dentistas NÃO-expostos ao mercúrio)

Você está sendo convidado para participar da pesquisa "Exposição Ocupacional ao Mercúrio no Ambulatório Odontológico de um Posto de Atendimento Médico". Você foi selecionado porque exerce uma especialidade da odontologia na qual não se expõe ao mercúrio e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com a pesquisadora ou com a instituição.

Os objetivos deste estudo são verificar se os cirurgiões-dentistas e o ar do consultório onde eles trabalham estão contaminados por mercúrio e tentar diminuir ou acabar com a contaminação. Sua participação nesta pesquisa consistirá em doar urina e responder um questionário. Este estudo não oferece nenhum risco para você, porque a coleta de urina não faz mal, no máximo, você vai sentir um desconforto. Os benefícios relacionados com a sua participação são saber se está contaminado, como se contamina e aprender a diminuir essa contaminação e também os efeitos que, por acaso, já existam. No caso dos resultados mostrarem alguma contaminação, você deve procurar o médico clínico do Posto de Atendimento Médico XXX, que estará capacitado para lhe prestar a assistência necessária.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Ninguém, além de você, vai ficar sabendo dos resultados dos seus exames. Seu nome não vai aparecer em nenhum lugar, porque será transformado em código. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação, pois vamos juntar os resultados em grupos. Depois da análise da urina, todo material será jogado fora e os resultados serão usados em relatórios e artigos científicos. Esses dados ficarão sob a guarda da coordenadora do projeto por cinco anos, e depois serão destruídos.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço institucional da pesquisadora principal e do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

_____
Pesquisadora principal

Comitê de Ética em Pesquisa - CEP/ENSP
Rua Leopoldo Bulhões, nº 1480, Térreo
Manguinhos – Rio de Janeiro – RJ
CEP: 21041-210 / Tel: (21) 2598-2863

Nome: Leda Diva Freitas de Jesus
Rua Leopoldo Bulhões, nº 1480
Manguinhos – Rio de Janeiro – RJ
CEP: 21041-210 / Tel: (21) 2598-2821

Orientadora: Prof.ª Drª Maria de Fátima Ramos Moreira

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

_____
Sujeito da pesquisa

ANEXO – B

QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL - Tipo Adulto

Número controle: |__ __ __ __| |__ __| |__ __ __| |__ __|
Ano Mês Controle Visita

ID

Nome: _____
Endereço: _____
_____
Telefone (residencial e celular): _____
E-mail: _____

DG

1. Sexo:
1.( ) Masculino
2.( ) Feminino => **Está grávida ou amamentando?** 1.( ) Sim 2.( ) Não

2. Data de nascimento: __ / __ / ____ **Idade:** _____ anos

3. Local de nascimento:
Município: _____
Estado: _____

4. Estado civil:
1.( ) Casado (a) / Vive junto
2.( ) Solteiro (a)
3.( ) Viúvo (a)
4.( ) Divorciado (a) / Separado (a)

5. Perto de sua residência, em um raio de aproximadamente 100 metros, há alguma indústria?
1.( ) Sim
2.( ) Não => **Pule para a questão 7.**

6. Que tipo de produto é fabricado na indústria perto da sua residência? Pode marcar mais de uma opção.
1.( ) Lâmpadas 2.( ) Tintas 3.( ) Plástico / PVC
4.( ) Fertilizantes (agrotóxicos) 5.( ) Cimento 6.( ) Cosmético
7.( ) Fundição de metais 8.( ) Siderúrgica 9.( ) Refinaria
10.( ) Pilhas 11.( ) Desinfetantes / Bactericidas / Fungicidas
12. ( )Baterias (produção e recuperação)

7. Qual(is) especialidade(s) da odontologia o senhor(a) exerce? (pode marcar mais de uma opção)

1.( ) Dentística 2.( ) Endodontia 3.( ) Periodontia
4.( ) Ortodontia 5.( ) Implantodontia 6.( ) Cirurgia BMF
7.( ) Odontopediatria 8.( ) Prótese dentária 9.( ) Radiologia
10.( ) Outras => **Quais?** _____

8. O(A) sr(a) exerce alguma outra profissão além de cirurgião-dentista?

1.( ) Sim => **Qual?** _____
2.( ) Não

9. Além da odontologia, o(a) sr(a) exerce ou já exerceu alguma atividade em que mantenha contato com mercúrio?

1.( ) Sim. => **Qual?** _____
2.( ) Não

10. O(A) sr(a) possui algum passatempo, mania ou hobby?

1.( ) Sim => **Qual?** _____
2.( ) Não

MG

11. O(A) sr(a) apresentou algum problema de saúde nos últimos 12 meses?

1. ( ) Sim **=> Qual (is)?** _____
2. ( ) Não

12. O(A) sr(a) foi submetido há alguma cirurgia no último ano ?

1.( ) Sim => **Qual?** _____
2.( ) Não

13. O(A) sr(a) toma algum medicamento todos os dias?

1.( ) Sim => **Qual?** _____ **Há quanto tempo?** _____
2.( ) Não

14. O(A) sr(a) já foi afastado do trabalho por motivo de doença?

1.( ) Sim =>**Motivo: _____ Tempo de afastamento**: ___ **meses** ___ **dias**
2.( ) Não

1.SN

15. O(A) sr(a) sente tremores em alguma parte do corpo?

1.( ) Sim
2.( ) Não => **Pule para a questão 17**

16. Em que partes do corpo o(a) sr(a) sente tremores? Pode marcar mais de 1 opção.

1. ( ) Dedos das mãos
2. ( ) Pálpebras
3. ( ) Lábio
4. ( ) Língua

1.1.Q 16

17. O(A) sr(a) esquece facilmente das coisas?
1.( ) Sim 2.( ) Não

18. Os seus familiares e/ou amigos têm falado que o(a) sr(a) está esquecido?
1.( ) Sim 2.( ) Não

19. Frequentemente o(a) sr(a) esquece de realizar atividades que considera importantes (como desligar o fogão ou trancar a porta, etc)?
1.( ) Sim 2.( ) Não

20. É difícil entender as notícias, programas e novelas que o(a) sr(a) assiste na TV ou escuta no rádio?
1.( ) Sim 2.( ) Não

21. O(A) sr(a) tem frequentemente dificuldade para se concentrar?
1.( ) Sim 2.( ) Não

22. O(A) sr(a) se sente frequentemente irritado sem motivo ?
1.( ) Sim 2.( ) Não

23. O(A) sr(a) se sente frequentemente abatido ou triste sem motivo?
1.( ) Sim 2.( ) Não

24. O(A) sr(a) precisa fazer anotações sobre atividades que sabe que deve realizar?
1.( ) Sim 2.( ) Não

25. O(A) sr(a)se sente excessivamente cansado?
1.( ) Sim 2.( ) Não

26. O(A) sr(a) sente, às vezes, como se houvesse uma pressão sobre peito?
1.( ) Sim 2.( ) Não

27. O(A) sr(a) tem a sensação de que vai cair ao estar de pé ou caminhando?
1.( ) Sim 2.( ) Não

28. O(A) sr(a) sente frequentemente pontadas dolorosas, dormência ou formigamento em alguma parte do corpo?
1.( ) Sim 2.( ) Não

29. O(A) sr(a) tem dificuldades para abotoar botões?
1.( ) Sim 2.( ) Não

30. O(A) sr(a) sente que tem perdido forças nos seus braços ou nas suas pernas?
1.( ) Sim 2.( ) Não

31. Quando o(a) sr(a) acorda durante o sono, tem dificuldades de voltar a dormir?
1.( ) Sim 2.( ) Não

32. O seu interesse sexual vem diminuindo?

1.( ) Sim 2.( ) Não

2.SDG

33. Quantos dias na semana o(a) sr(a) costuma comer peixe?

1.( ) Todos os dias
2.( ) 5 a 6 dias
3.( ) de 1 a 4 dias
4.( ) Quase nunca ou nunca

34. O(A) sr(a) costuma sentir náuseas?

1.( ) Sim 2.( ) Não

35. O(A) sr(a costuma ter vômitos?

1.( ) Sim 2.( ) Não

36. O(A) sr(a) costuma ter gengivite?

1.( ) Sim 2.( ) Não

37. O(A) sr(a) costuma ter aftas?

1.( ) Sim 2.( ) Não

3.SDM

38. O(A) sr(a) costuma ter coceiras nas mãos ou braços?

1.( ) Sim 2.( ) Não

39 A pele das suas mãos ou braços costuma ficar vermelha?

1.( ) Sim 2.( ) Não

40. A pele das suas mãos ou braços costuma descamar?

1.( ) Sim 2.( ) Não

HPP

41. O(A) sr(a) sofre de alguma doença congênita?

1.( ) Sim. => **Qual(is)?** _____
2.( ) Não

42. O(A) sr(a) tem ou já teve algum dos problemas abaixo? Pode marcar mais de uma opção.

( ) hipertireoidismo
( ) traumatismo cranioencefálico
( ) Diabete Mellitus
( ) alterações sanguíneas
( ) tratamento psiquiátrico
( ) filhos com má-formação congênita => **Qual?** _____
( ) aborto espontâneo
( ) Outra doença ou distúrbio crônico => **Qual?** _____

43. O(A) sr(a) sofre de alguma doença renal?

1.( ) Sim. => **Quando foi diagnosticada? _____**
2.( ) Não

44. Quantas vezes por <u>semana</u> o(a) sr(a) consome bebida alcoólica?

1.( ) Todos os dias
2.( ) 5 a 6 dias
3.( ) de 1 a 4 dias
4.( ) Quase nunca
5.( ) Nunca **=> Pule para a questão 50**

<u>1.TC</u>

45. Alguma vez o(a) sr(a) sentiu que deveria diminuir a quantidade de bebida alcoólica ou parar de beber?

1.( ) Sim 2.( ) Não

46. As pessoas o(a) aborrecem porque criticam o seu modo de tomar bebida alcoólica?

1.( ) Sim 2.( ) Não

47. O(A) senhor(a) se sente chateado(a) consigo mesmo(a) pela maneira como costuma tomar bebida alcoólica?

1.( ) Sim 2.( ) Não

48. O(A) sr(a) costuma tomar bebidas alcoólicas pela manhã para diminuir o nervosismo ou ressaca?

1.( ) Sim 2.( ) Não

<u>HO</u>

49. Há quantos anos o(a) sr(a) trabalha como cirurgião-dentista?

1.( ) Menos de 1 ano
2.( ) 1 a 5 anos
3.( ) 6 a 10 anos
4.( ) 11 a 15 anos
5.( ) 16 a 20 anos
6.( ) Mais de 20 anos

50. Em que local o(a) sr(a) trabalha como cirurgião-dentista? Pode marcar mais de uma opção.

1.( ) Serviço público civil
2.( ) Serviço público militar
3.( ) Empresa
4.( ) Clínica
5.( ) Consultório particular
6.( ) Outros => **Qual? _____**

51. Em seu consultório particular, no horário em que o senhor não está trabalhando, há outro(a) dentista utilizando o mesmo espaço físico e os mesmos equipamentos que o senhor(a)?

1.( ) Sim => **Qual(is) especialidade(s) esse outro dentista exerce? _____**
2.( ) Não

52. Quantos dias por semana trabalha como cirurgião-dentista? _____ dias.

53. Incluindo todos os locais onde trabalha como cirurgião-dentista, em média, quantas horas por dia exerce a profissão? _____ horas.

54. Incluindo todos os locais onde trabalha como cirurgião-dentista, em média, quantas obturações de amálgama executa durante 1 dia de trabalho? _____ obturações.

55. Quem prepara o amálgama?

1.( ) Cirurgião-dentista
2.( ) Auxiliar de consultório
3.( ) Outros

56. Qual o mecanismo utilizado para o preparo do amálgama? Pode marcar mais de uma opção.

1.( ) Amalgamador
2.( ) Gral e pistilo
3.( ) Outros => **Qual? _____**

57. Em que local do consultório o amálgama é preparado?

1.( ) Em cima da bancada
2.( ) Em cima da bandeja ou kart
3.( ) Em um cômodo separado
4.( ) Outros => **Qual? _____**

58. O amálgama é preparado perto da estufa ou autoclave?

1.( ) Sim 2.( ) Não

59. Que tipo de amálgama costuma utilizar?

1.( ) Em cápsulas
2.( ) Em pastilhas
3.( ) Limalha e mercúrio separadamente

60. Como o <u>mercúrio</u> é armazenado no consultório?

1.( ) Em recipiente de plástico
    1.( ) aberto
    2.( ) fechado
1.( ) Em recipiente de vidro
    1.( ) aberto
    2.( ) fechado

61. Onde são <u>descartados os resíduos de amálgama</u> (sobra do que é preparado, raspas produzidas pela escultura e partes de obturações antigas removidas)? Pode marcar mais de 1 opção.

1.( ) Lixo comum
2.( ) Coleta seletiva
3.( ) Escoa pelo ralo da cuspideira
4.( ) Descartex
5.( ) Recipientes plásticos
6.( ) Enviado para reciclagem

62. Em caso de <u>armazenagem de resíduos de amálgama</u>, que tipo de recipiente costuma utilizar? Pode marcar mais de uma opção.

1.( ) Plástico
2.( ) Vidro
    1.( ) aberto
    2.( ) fechado
        1.( ) com líquido
        2.( ) sem líquido => **Pule para a questão 66**

63. Em caso de armazenagem de resíduos de amálgama em recipiente (plástico ou vidro) <u>com</u> líquido, que tipo de substância costuma utilizar?

1.( ) Água comum
2.( ) Água destilada
3.( ) Fixador para radiografias
4.( ) Glicerina
5.( ) Outros => **Qual?** _____

64. De que material é feito o piso do consultório? Pode marcar mais de uma opção.

1.( ) Piso frio (cimento, cerâmica, porcelanato, mármore, granito, ardósia)
2.( ) Madeira (taco, laminado ou carpete de madeira)
3.( ) Carpete
4.( ) Emborrachado
5.( ) Outro => **Qual?** _____

65. Qual o sistema de ventilação <u>mais</u> utilizado no consultório?

1.( ) Ar condicionado
2.( ) Ventilador
3.( ) Exaustor
4.( ) Ventilação natural

66. Na maior parte do tempo, as janelas do consultório costumam ficar:

1.( ) Abertas 2.( ) Fechadas

67. Qual o material utilizado nas janelas?

1.( ) Cortinas de tecido
2.( ) Cortinas de plástico
3.( ) Persianas de PVC / alumínio
4.( ) Persianas de madeira / bambu
5.( ) Persianas de tecido
6.( ) Outros => Qual? _____

68. Que Equipamentos de Proteção Individual (EPI) costuma utilizar? Pode marcar mais de uma opção.

1.( ) Máscara
2.( ) Luva não-estéril
3.( ) Luva estéril
4.( ) Gorro ou touca
5.( ) Jaleco manga curta
6.( ) Jaleco manga comprida
7.( ) Óculos de grau ou de proteção
8.( ) Sapatos fechados

69. Qual o procedimento adotado quando o mercúrio é derramado na bancada ou no piso?

1.( ) Nenhum
2.( ) Somente varrer
3.( ) Varrer e lavar com sabão/detergente

70. Na sua opinião, o mercúrio é um metal:

1.( ) Inofensivo
2.( ) Tóxico apenas para o meio ambiente
3.( ) Tóxico apenas para os seres humanos e animais
4.( ) Tóxico para o meio ambiente, seres humanos e animais.

71. Durante o período em que cursou a faculdade de odontologia, o(a) sr(a) recebeu alguma informação sobre a toxicidade do mercúrio?

1.( ) Sim. => **Qual(is) disciplina(s)? _____**
2.( ) Não

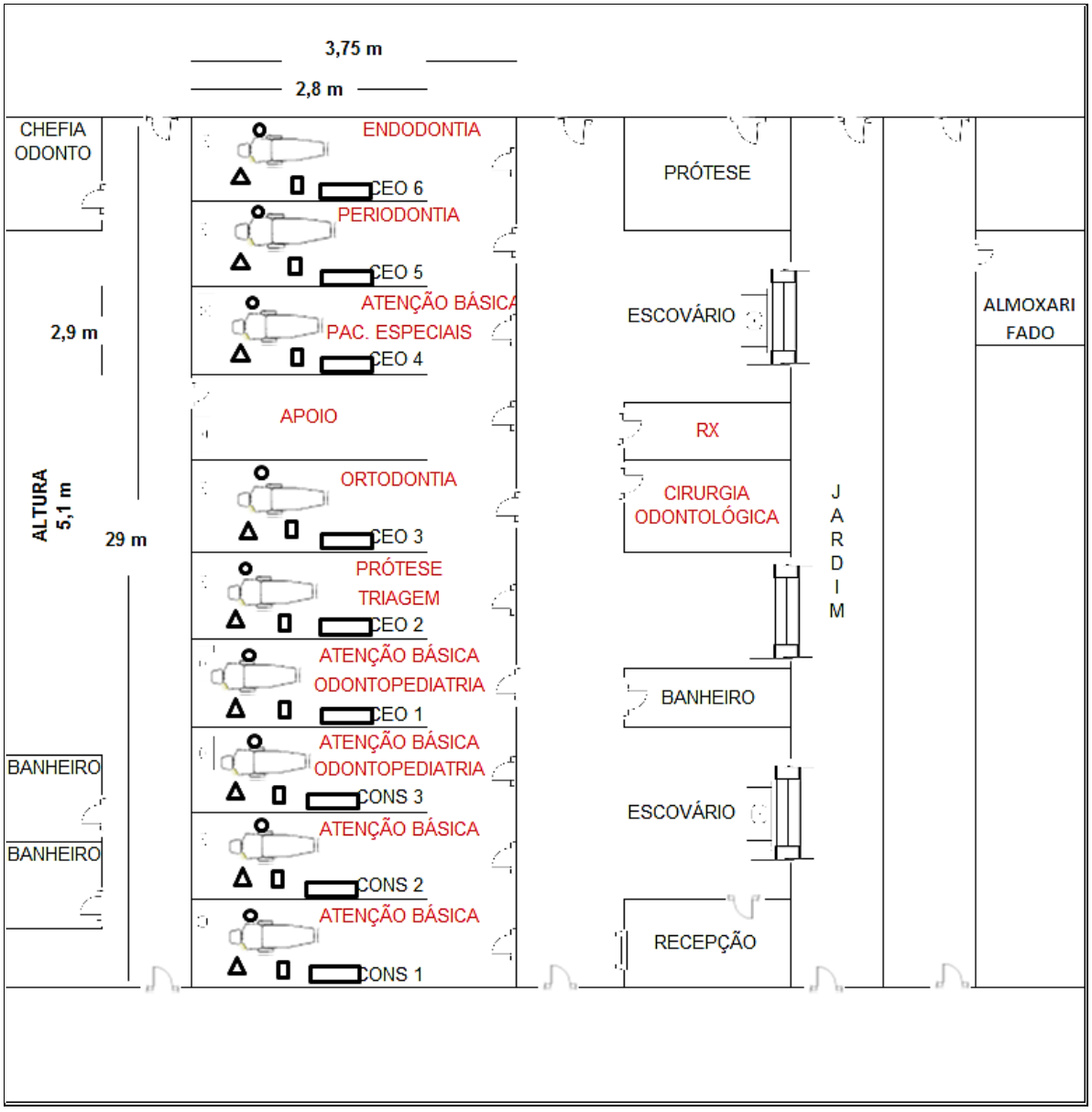
72. Como o(a) sr(a) avalia a sua saúde atual?

1.( ) Ótima
2.( ) Boa
3.( ) Regular
4.( ) Ruim

Justifique: _____
_____
_____

ANEXO – C

LAYOUT DO PAM



Cirurgião- Dentista

Equipo

Mesa

Cuspideira

FRENTE DA RECEPÇÃO: Parte inferior de madeira compensada e superior de vidro