

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*  
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE**

**ANA CRISTINA COELHO MAGRINI PRAMPERO**

**Avaliação de impactos à saúde e ao meio ambiente provocados  
pelo mercúrio do amálgama odontológico nas Unidades Básicas de  
Saúde do município de Barra do Garças - MT**

**Goiânia  
2012**

**ANA CRISTINA COELHO MAGRINI PRAMPERO**

**Avaliação de impactos à saúde e ao meio ambiente provocados  
pelo mercúrio do amálgama odontológico nas Unidades Básicas de  
Saúde do município de Barra do Garças - MT**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Saúde, da Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Ciências Ambientais e Saúde

Orientador: Prof. Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin

**Goiânia**

**2012**

P898a     Prampero, Ana Cristina Coelho Magrini.  
Avaliação de impactos à saúde e ao meio ambiente provocados pelo  
mercúrio do amálgama odontológico nas unidades básicas de  
saúde do município de Barra do Garças – MT [manuscrito] /  
Ana Cristina Coelho Magrini Prampero. – 2012.  
115 f.

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Pró-  
Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2012.

Orientador: Prof. Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin.

Inclui lista de figuras, tabelas, quadros, abreviaturas.

Inclui anexos.

1. Doença ocupacional. 2. Amálgama odontológico – contaminação -  
riscos – equipe odontológica. 2. Mercúrio – contaminação –  
riscos – meio ambiente. I. Título.

CDU: 546.49:615.9(817.1)(043)

## DEDICATÓRIA

*Ao meu filho Bruno que me estimula a buscar vida nova a cada dia e ao meu marido Sérgio pelo apoio, dedicação e por acreditar em meu potencial, por terem aceitado se privar de minha companhia e compreenderem minhas ausências, concedendo a mim a oportunidade de me realizar ainda mais.*

*Aos meus pais Neide e Cesar, exemplos de força e dedicação, bases da minha educação, que semearam e cuidaram com atenção e carinho do meu crescimento pessoal e profissional.*

*Às minhas irmãs Luciana e Andrea, minha sobrinha linda Ana Carolina e meus cunhados Fabrício e Arnaldo pela companhia e apoio e por cuidarem tão bem do meu filho nos momentos de minha ausência.*



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pela vida, por me dar força para continuar minha caminhada sem desistir e a superar as pedras no caminho.

Especialmente ao meu orientador Prof. Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin pela confiança depositada e pelo carinho, paciência e simplicidade com que conduziu essa orientação.

Particularmente ao Prof. Dr. Luiz Fabrício Zara pelas orientações e por abrir as portas ao Laboratório de Química da UNESP – Araraquara para serem realizadas as análises químicas.

Ao Prof. Dr. Julio Cesar Rocha e Prof. Dr. Ademir dos Santos do Departamento de Química Analítica da UNESP pela disposição em realizar as análises químicas.

Ao Rafael do Laboratório de Química da UNESP, por intermediar minhas conversas com o Prof. Ademir.

Ao meu pai, ao Vinícius e ao meu cunhado Fabrício, pelo auxílio na confecção dos mapas.

À coordenadora do mestrado Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maira Barberi, por não poupar esforços como interlocutora dos alunos e por suprir eventuais falhas e lacunas.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Flavia Lucia David pela amizade e paciência no auxílio às minhas dúvidas e questionamentos.

À Prof<sup>a</sup> e amiga Marta de Lima Castro pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos queridos amigos Walleska e Alfredo pela hospedagem e companhia nas viagens à Goiânia.

À amiga e colega de classe Adriane Feitosa Valadares pela espontaneidade e alegria na troca de informações e confidências numa demonstração de amizade e solidariedade.

Ao mestre Paramananda que, por meio dos ensinamentos da ioga me proporcionou sabedoria e discernimento para acreditar que tudo é possível, basta querer e lutar.

À querida Moema por sempre me lembrar de que eu tiraria este trabalho de letra.

“Quando você vê a perfeição total em tudo, não apenas nas coisas com que concorda, mas (e talvez especialmente) nas de que discorda, atinge a maestria”.

Neale Donald Walsch

## RESUMO

PRAMPERO, A. C. C. M., **Avaliação de impactos à saúde e ao meio ambiente provocados pelo mercúrio do amálgama odontológico nas Unidades Básicas de Saúde do município de Barra do Garças - MT. 2012.** 115 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2012.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a exposição ocupacional da equipe odontológica das Unidades Básicas de Saúde do município de Barra do Garças quanto à contaminação pelo mercúrio do amálgama odontológico. Avaliou-se também a contaminação do solo do aterro sanitário municipal, local para onde possivelmente são descartados os resíduos de amálgama. Nesse estudo, foram identificadas as formas de acondicionamento, manuseio e tratamento do mercúrio e do amálgama pelos cirurgiões dentistas e auxiliares de saúde bucal do momento da chegada ao consultório odontológico até o descarte final no meio ambiente. No aterro sanitário foram coletadas amostras de solo em transecta da vala séptica, onde são depositados os resíduos de serviços de saúde, da vala comum e da área externa ao aterro para comparação dos resultados. Ao redor de cada vala e na área externa foram demarcados quatro pontos (norte, sul, leste e oeste) e em cada ponto foram coletadas amostras da superfície, 50 cm de profundidade e 1 metro de profundidade totalizando 36 amostras. Foi realizada também uma entrevista nas 15 Unidades Básicas de Saúde do município com a aplicação de questionário com informações a respeito dos hábitos, estilo de vida e características ambientais e coleta de amostras de cabelo para determinação dos teores de mercúrio dos dentistas (n=15), auxiliares de saúde bucal (n=15) e um grupo controle, no caso, o agente comunitário de saúde (n=15). As análises de solo e de teor de mercúrio no cabelo foram realizadas pela técnica de espectrofotometria de absorção atômica acoplada ao gerador de vapor frio (CVAAS). O estudo permitiu concluir que não há contaminação do solo do aterro sanitário onde são depositados os resíduos de amálgama, sendo que os valores encontrados estão abaixo dos valores de prevenção encontrados na legislação e que em relação à concentração de teor de mercúrio no cabelo dos grupos estudados, não foi verificado contaminação, estando os valores abaixo do valor de

tolerância. Quanto às variáveis estudadas (tempo de serviço, consumo de bebida alcoólica, hábito de fumar, consumo de peixe, problemas de visão e audição e sintomas neurológicos) não houve diferença significativa em relação à concentração de mercúrio no cabelo. Mesmo não havendo contaminação da equipe odontológica deve-se fazer o monitoramento biológico, pois se verifica falhas durante o manuseio e descarte do amálgama. Foram observadas também falhas quanto ao cumprimento das normas de gerenciamento dos resíduos sólidos de saúde, denotando a necessidade do serviço público em ter e seguir protocolos conforme a legislação.

**Palavras chave:** Contaminação por mercúrio. Amálgama odontológico. Aterro sanitário.

## ABSTRACT

PRAMPERO, A. C. C. M., **Assessment of impacts on health and the environment caused by mercury from dental amalgam in Basic Health Units of the city of Barra do Garças - MT. 2012.** 115 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2012.

The objective of this research paper was to evaluate the occupational exposure of the dental staff from the Basic Health Units from the city of Barra do Garças related to the contamination of mercury of dental amalgam. It was also evaluated the soil contamination of the city's sanitary landfill which is the possible place where the residuum of amalgam is disposed. In this study, it was identified the ways of packaging, handing and the mercury treatment and the amalgam by the dentists and auxiliaries from oral health from the time they get to the dental office until the final disposal to the environment. At the sanitary landfill, we collected samples of the soil in the ditch septic transecta where the residuum from health service is dumped, from the ordinary ditch and the outside area from the sanitary landfill so as to compare the results. It was marked four points (north, south, east and west) around each ditch and the outer area and at every point sample was collected samples from the surface, 50cm deep and 1 meter deep totaling 36 samples. It was also carried out an interview at the 15 Basic Health Units from the city with a questionnaire with information about the habits, lifestyle and environmental characteristics and hair sample collection to find out the mercury levels from the dentists (n=15) auxiliaries of oral health (n=15) and a control group, in that case, the community health worker (n=15). The analyzes of the soil and the mercury content in hair were performed by the technique of atomic absorption spectrophotometer coupled to cold generator steam (CVAAS). The study concluded that there is no soil contamination from the landfill where the amalgam waste is disposed, and the results found are below the results found in the prevention and legislation related to the concentration of mercury content in the hair of both groups that were observed, and the results were below the tolerance values. As for the variables (length of service, alcohol consumption, smoking, fish consumption, vision and hearing problems and some neurological symptoms) there was no significant difference related to the concentration of mercury

in the hair. Although there was no contamination of the dental staff, it is necessary to make the biological monitoring as it was observed failures during handling and the waste of the amalgam. It was also observed that the management regulations of the health solid waste were not fulfilled, indicating that the public service has to have and follow protocols according to the legislation.

**Keywords:** Contamination by mercury. Dental amalgam. Landfill.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b>	Ciclo da liberação de mercúrio na atmosfera.....	21
<b>FIGURA 2.</b>	Ciclo local de contaminação por mercúrio por meio de intervenção antrópica.....	23
<b>FIGURA 3.</b>	Esquema do ciclo de intoxicação do mercúrio no homem.....	25
<b>FIGURA 4.</b>	Elementos dentários restaurados com amálgama.....	27
<b>FIGURA 5.</b>	Esquema das fontes e do destino dos resíduos de amálgama em odontologia.....	29
<b>FIGURA 6.</b>	Localização do município de Barra do Garças, Mato Grosso.....	41
<b>FIGURA 7.</b>	Aterro sanitário de Barra do Garças: perfil geológico e as direções em corte do fluxo das águas subterrâneas.....	43
<b>FIGURA 8.</b>	Planta do aterro sanitário de Barra do Garças.....	44
<b>FIGURA 9.</b>	A) portão de entrada do aterro B) escritório (2010).....	45
<b>FIGURA 10.</b>	A) guarita na entrada do aterro B) balança eletro mecânica (2010).....	45
<b>FIGURA 11.</b>	A) barracão para depósito de embalagens vazias de agrotóxicos B) vala séptica cheia em agosto (2011).....	45
<b>FIGURA 12.</b>	A) vista lateral da guarita e balança B) trator de esteira (2011).....	46
<b>FIGURA 13.</b>	Mapa topográfico do aterro sanitário de Barra do Garças.....	47
<b>FIGURA 14.</b>	Vala séptica do aterro sanitário ilustrando o local da emenda da geomembrana (2010).....	48
<b>FIGURA 15.</b>	A) aferição dos pontos de coleta com GPS e anotações A) amostra da coleta de solo no aterro (2011).....	52
<b>FIGURA 16.</b>	A) vala séptica cheia (04/2010) B) vala séptica em uso (04/2010).....	53
<b>FIGURA 17.</b>	A) vala comum coberta com geomembrana e presença de chorume B) catadores de lixo (2010).....	53

<b>FIGURA 18.</b>	A) valas aterradas B) dreno de ar (2010).....	53
<b>FIGURA 19.</b>	Mapa do aterro sanitário de Barra do Garças mostrando os pontos de coleta das amostras de solo.....	54
<b>FIGURA 20.</b>	A) aplicação do questionário e da coleta de amostra de cabelo (2011).....	59
<b>FIGURA 21.</b>	Diagrama de coleta de amostras de cabelo humano.....	59
<b>FIGURA 22.</b>	A) amalgamador dosador B) amalgamador em cápsula (2010).....	69
<b>FIGURA 23.</b>	A) frasco de limalha de prata B) frasco de mercúrio C) cápsula de amálgama D) limalha de prata E) mercúrio F) cápsula de amálgama aberta (2011).....	69
<b>FIGURA 24.</b>	A) frasco de vidro com tampa B) frasco de plástico com tampa (2011).....	73



## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1.</b>	Identificação dos resíduos sólidos de saúde de acordo com o símbolo e a cor da embalagem.....	40
<b>TABELA 2.</b>	Teores de mercúrio total nas amostras de solo em relação ao perfil e a localização.....	64
<b>TABELA 3.</b>	Distribuição dos teores de mercúrio total encontrados no solo em relação à localização da coleta no aterro sanitário.....	65
<b>TABELA 4.</b>	Distribuição dos teores de mercúrio total encontrados nos pontos da coleta de solo em relação ao perfil da vala séptica, vala comum e área externa do aterro.....	66
<b>TABELA 5.</b>	Distribuição dos teores de mercúrio total encontrados nos pontos da coleta de solo em relação à direção da vala séptica, vala comum e área externa do aterro.....	67
<b>TABELA 6.</b>	Distribuição dos valores de p para o teste Tukey.....	67
<b>TABELA 7.</b>	Características dos amalgamadores, do mercúrio e dos resíduos de amálgama.....	70
<b>TABELA 8.</b>	Média da quantidade de restaurações de amálgama realizadas mensalmente nas Unidades Básicas de Saúde	79
<b>TABELA 9.</b>	Correlação da quantidade de restaurações de amálgama mensal e concentração de mercúrio total nos cirurgiões dentistas.....	80
<b>TABELA 10.</b>	Características pessoais e de trabalho dos grupos: Cirurgião Dentista (CD), Auxiliar de Saúde Bucal (ASB) e Agente Comunitário de Saúde (ACS).....	81
<b>TABELA 11.</b>	Concentração de mercúrio total em amostras de cabelo nos grupos CD, ASB e ACS.....	84
<b>TABELA 12.</b>	Relação da concentração de mercúrio total entre os grupos CD, ASB e ACS.....	84
<b>TABELA 13.</b>	Concentração de mercúrio total nos grupos CD e ACS em relação à variável sexo.....	86
<b>TABELA 14.</b>	Concentração de mercúrio total nos grupos CD, ASB e ACS em relação à variável tempo de serviço.....	86

<b>TABELA 15.</b>	Concentração de mercúrio total nos grupos CD, ASB e ACS em relação à variável consumo de bebida alcoólica.....	87
<b>TABELA 16.</b>	Concentração de mercúrio total no grupo ASB em relação à variável hábito de fumar.....	87
<b>TABELA 17.</b>	Concentração de mercúrio total nos grupos CD e ACS em relação à variável consumo de peixe.....	88
<b>TABELA 18.</b>	Concentração de mercúrio total nos grupos CD, ASB e ACS em relação à variável problema de visão.....	89
<b>TABELA 19.</b>	Concentração de mercúrio total no grupo CD em relação à variável problema de audição.....	90
<b>TABELA 20.</b>	Frequência dos sintomas relatados pelo grupo CD.....	90
<b>TABELA 21.</b>	Frequência dos sintomas relatados pelo grupo ASB.....	91
<b>TABELA 22.</b>	Frequência dos sintomas relatados pelo grupo ACS.....	92

## LISTA DE QUADROS

<b>QUADRO 1.</b>	Pontos de amostragem das coletas de solo com sua descrição e coordenadas.....	55
<b>QUADRO 2.</b>	Equipes de Saúde Bucal (ESB) do município de Barra do Garças.....	58
<b>QUADRO 3.</b>	Identificação e quantificação dos resíduos sólidos por consultório odontológico.....	78

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACS	Agente Comunitário de Saúde
ADA	American Dental Association
AE	Área Externa
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ASB	Auxiliar de Saúde Bucal
CD	Cirurgião Dentista
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CETESB	Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental
CNES	Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CVAAS	Técnica de Espectrofotometria de Absorção Atômica Acoplada ao Gerador de Vapor Frio
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ESB	Equipe de Saúde Bucal
FDI	Federação Dentária Internacional
Hg	Mercúrio
Hg <sup>0</sup>	Mercúrio Elementar
HgT	Mercúrio Total
NR	Norma Regulamentadora
OMS	Organização Mundial de Saúde
PGRSO	Plano de Gerenciamento de Resíduos Odontológicos
PGRSS	Plano de Gerenciamento de Resíduos de Saúde
RSS	Resíduos Sólidos de Saúde
SUS	Sistema Único de Saúde
TSB	Técnico em Saúde Bucal
UBS	Unidade Básica de Saúde
UNESP	Universidade do Estado de São Paulo
USEPA	United States Environmental Protection Agency
VC	Vala Comum
VS	Vala Séptica

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>20</b>
2.1 Toxicidade do mercúrio.....	24
2.2 Exposição humana e ambiental ao mercúrio .....	26
2.3 Composição do amálgama odontológico .....	27
2.4 Doenças provocadas pela exposição ao mercúrio.....	29
2.5 Exposição ocupacional em serviços odontológicos.....	31
2.6 Cabelo como matriz analítica na determinação de mercúrio.....	32
2.7 Normatização da exposição ao mercúrio .....	34
2.8 Resíduos Sólidos de Saúde (RSS) .....	35
2.8.1 <i>Legislação nacional, estadual e municipal sobre resíduos sólidos de saúde</i> .....	36
2.8.2 <i>Gerenciamento dos resíduos sólidos de saúde</i> .....	37
2.8.3 <i>Classificação dos resíduos produzidos pelo consultório odontológico segundo o CONAMA (BRASIL, 2005)</i> .....	38
<b>3 MUNICÍPIO DE BARRA DO GARÇAS .....</b>	<b>41</b>
3.1 Caracterização do aterro sanitário municipal .....	43
3.2 Caracterização da saúde no município.....	49
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>51</b>
4.1 Coleta das amostras de solo .....	52
4.2 Procedimentos para análise das amostras de solo.....	56
4.3 Coleta das amostras de cabelo e questionário .....	57
4.4 Procedimentos para análise das amostras de cabelo.....	60
4.5 Análise Estatística .....	62
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>63</b>
5.1 Solo .....	63

<b>5.2 Descrição das características de preparo, manuseio e descarte do amálgama.....</b>	<b>68</b>
<b>5.3 Caracterização dos entrevistados e análise das concentrações de mercúrio no cabelo.....</b>	<b>81</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES.....</b>	<b>94</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>97</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>113</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A exposição ao mercúrio pela população em geral se origina de três fontes principais: consumo de peixe, amálgamas dentários e vacinas, cada qual com seu perfil toxicológico e sintomas clínicos. Os seres humanos podem ser expostos a duas formas orgânicas de mercúrio, distintas, mas relacionadas: o metilmercúrio ( $\text{CH}_3\text{Hg}^+$ ) e o etilmercúrio ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Hg}^+$ ). O amálgama odontológico pode ao liberar vapor de mercúrio, ser inalado e absorvido pela corrente sanguínea, expondo tanto dentistas como qualquer pessoa que tenha restauração de amálgama (CLARKSON; MAGOS; MYERS, 2003).

A principal espécie de mercúrio encontrada nos peixes é o metilmercúrio, que sofre biomagnificação e bioacumulação podendo contaminar o ser humano por meio da alimentação (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME CHEMICALS - UNEP, 2002).

No passado o mercúrio foi muito utilizado na medicina como cloreto mercurioso ou calomel e na formulação de explosivos como fulminato de mercúrio. Atualmente o mercúrio é utilizado na fabricação de termômetros, barômetros, lâmpadas, aparelhos elétricos, pesticidas, na indústria de papel, em tintas e baterias além do cinábrio ser usado como pigmento vermelho em tintas a óleo (GRAZIA; PESTANA, 2008).

Para o meio ambiente, o mercúrio é considerado um dos maiores perigos e um dos poucos metais poluentes que provocou a morte de pessoas pela ingestão de alimentos contaminados (LACERDA; SALOMONS, 1992).

A contaminação ambiental provocada por metais tem sido aumentada devido ao elevado uso dos recursos naturais pela sociedade moderna. Com isso áreas mais remotas como o continente antártico apresentaram concentrações de contaminantes como o mercúrio com níveis acima dos níveis naturais esperados para a região, sendo a distribuição desses contaminantes feita pelo transporte atmosférico em escala global (LACERDA; MALM, 2008).

Por mais de 150 anos o amálgama odontológico vem demonstrando eficácia

por sua durabilidade considerável em uma variedade de situações clínicas, embora o uso de materiais restauradores com grandes vantagens estéticas e adesivas, como a resina, esteja aumentando (FEDERAÇÃO DENTÁRIA INTERNACIONAL - FDI, 2007a).

O vapor de mercúrio elementar é um material tóxico que altera a bioquímica celular, afeta o sistema nervoso central, o sistema imunológico, o sistema reprodutor e o sistema excretor (FUENTES; GIL 2003).

Mesmo o amálgama liberando baixos níveis de vapor de mercúrio, não há nexos de causalidade entre a sua liberação e os efeitos no desenvolvimento do sistema neurológico. Contudo os fetos e as crianças podem ser mais sensíveis aos efeitos neurotóxicos provocados pela liberação do vapor de mercúrio (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION - FDA, 2009).

Na odontologia o mercúrio pode ser prejudicial à saúde por liberar seu vapor durante o preparo ou substituição do amálgama, portanto, a manipulação, a armazenagem dos resíduos e o despejo do amálgama devem ser cuidadosamente realizados para proteger os profissionais, os pacientes e o meio ambiente dos seus efeitos tóxicos locais ou sistêmicos (KAMETANI, 2009).

Pelo fato do amálgama ser um material restaurador amplamente usado em odontologia, principalmente no serviço público, em virtude da sua facilidade de utilização e do baixo custo e pela presença do mercúrio na sua composição liberando vapor, viu-se a necessidade de avaliar a exposição ocupacional da equipe odontológica do município de Barra do Garças quanto à contaminação pelo mercúrio, além da contaminação do solo do aterro sanitário, local para onde possivelmente são descartados estes resíduos de amálgama.

O estudo tem como objetivo identificar as formas de acondicionamento, manuseio e tratamento do mercúrio e do amálgama pelos cirurgiões dentistas e auxiliares de saúde bucal do momento da chegada ao consultório odontológico das Unidades Básicas de Saúde do município de Barra do Garças até o descarte final no meio ambiente e propor ações e programas visando minimizar os riscos da exposição ocupacional ao vapor de mercúrio e os riscos ao meio ambiente, além de subsidiar políticas públicas para manutenção ou melhoria das condições de uso deste material.



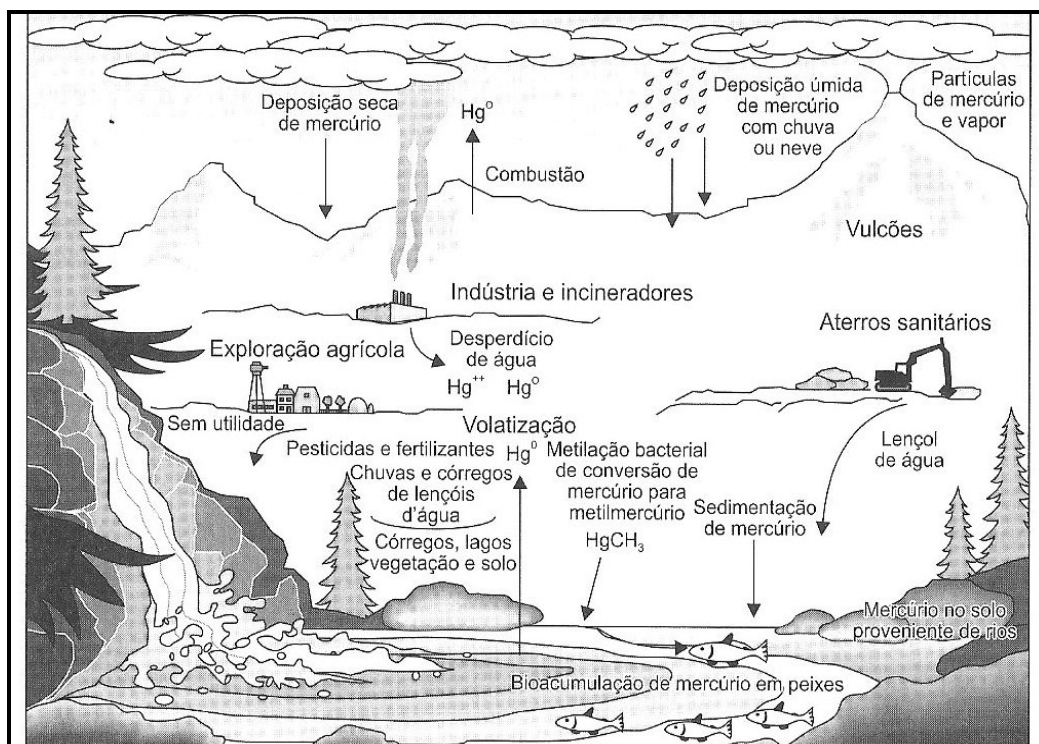
## 2 REVISÃO DA LITERATURA

O mercúrio (Hg) é um elemento constitutivo da Terra. É considerado um metal pesado e na sua forma pura é conhecido como “elementar” ou “metálico”, sendo um metal brilhante, branco prateado e pouco encontrado na natureza nesta forma. É altamente volátil a temperaturas normais e quanto mais aumenta a temperatura mais vapor é liberado, sendo extremamente tóxico (UNEP, 2002) e seus vapores são rapidamente absorvidos quando inalados (ZIFF, 1987).

Segundo Azevedo (2003), o símbolo Hg do mercúrio vem do nome hidrargiro, que foi introduzido do grego por Aristóteles ou Teofrasto que significa hydro= água mais árgyros= prata. É também conhecido como azougue pelos árabes e pelos mineradores e garimpeiros de ouro. Seu uso se iniciou com o homem pré histórico, utilizando o cinábrio para desenhar nas paredes das cavernas, nos objetos de argila e nas pinturas faciais.

O mercúrio ocorre naturalmente no meio ambiente e é extraído como sulfeto de mercúrio, ou, minério de cinábrio. A comercialização do mercúrio metálico teve origem através dos depósitos de cinábrio. A forma metálica é refinada a partir de minério de sulfeto de mercúrio por aquecimento a temperaturas acima de 540°C que vaporiza o mercúrio do minério e esses vapores são então capturados e resfriados para formar o mercúrio metálico líquido (UNEP, 2002).

As maiores fontes naturais de mercúrio são a desgaseificação da crosta terrestre, as emissões vulcânicas e a evaporação dos corpos naturais de água. Estas emissões de mercúrio são na ordem de 2.700 à 6.000 toneladas por ano. Já a extração de mercúrio das fontes de atividades humanas como a mineração mundial é estimada em cerca de 10.000 toneladas por ano. Outras fontes importantes de liberação de mercúrio são a queima de combustíveis fósseis, fundição de minério de sulfeto metálico, refino de ouro, produção de cimento, resíduos da incineração, e aplicações industriais de metais (WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, 1991). Uma vez liberado, o mercúrio persiste no meio ambiente onde circula entre o ar, a água, os sedimentos, o solo e a biota em várias formas, sendo que mesmo as regiões sem emissões de mercúrio significativos são prejudicados devido ao transporte global e sua liberação é visto na Figura 1.



**Figura 1.** Ciclo da liberação de mercúrio na atmosfera

Fonte: North (2002) apud Azevedo (2003) p.26

Segundo Gomes et al. (2007), as minas de Almaden na Espanha concentram a maior quantidade de mercúrio na Terra, com teores de cerca de 8%, sendo este valor muito maior do que qualquer outra mina. O aprofundamento das escavações da mina, juntamente com as propriedades físicas e químicas do mercúrio, a emissão de vapor à temperatura ambiente (pressão de vapor de 0,17 Pa) e as deficiências na ventilação da área interna das minas, tiveram um grande efeito sobre a mortalidade e morbidade (capacidade de produzir doença) dos mineiros que trabalharam nessas minas. A maior exposição ocorreu durante a perfuração, com valores de até 2,26 mg/m<sup>3</sup> no ar, 2.194 mg/L na urina e 374 mg/L no sangue. A operação do forno e as tarefas de limpeza foram os valores mais altos encontrados na metalurgia, chegando até 3,37 mg/m<sup>3</sup>. O enchimento de garrafas com mercúrio por queda livre resultaram valores na faixa de 1,13 - 2,43 mg/m<sup>3</sup> no ar. Após a introdução de um novo sistema de ventilação esses valores caíram para 0,32 - 0,83 mg/m<sup>3</sup>. As atividades das minas de Almaden cessaram em 2001 com um total de 7.644 toneladas de minério extraído na última década.

No Brasil não há produção de mercúrio, sendo a matéria prima importada de outros países (LACERDA; SALOMONS, 1992).

O mercúrio é encontrado em diferentes formas e essas formas são chamadas de “espécies”, o que é conhecido como especiação. Seus grupos mais importantes são: mercúrio elementar, as espécies de mercúrio orgânico e as espécies de mercúrio inorgânico (UNEP, 2002).

Para Azevedo (2003, p. 7),

Além de seu estado elementar (mercúrio metálico); ele pode existir em duas formas oxidadas:  $1^+$  (ion mercurioso,  $Hg_2^{2+}$ ) e  $2^+$  (ion mercúrico,  $Hg^{2+}$ ) nas quais o átomo perdeu um e dois eletrons, respectivamente. O íon mercurioso é constituído pela associação de dois átomos de mercúrio, cada um tendo perdido um eletron, o que resulta na valência aparente de  $1^+$ . Esse íon é bastante peculiar, pois combina um duplo íon não apenas em soluções, mas também em seus compostos que ocorrem no estado sólido e gasoso.

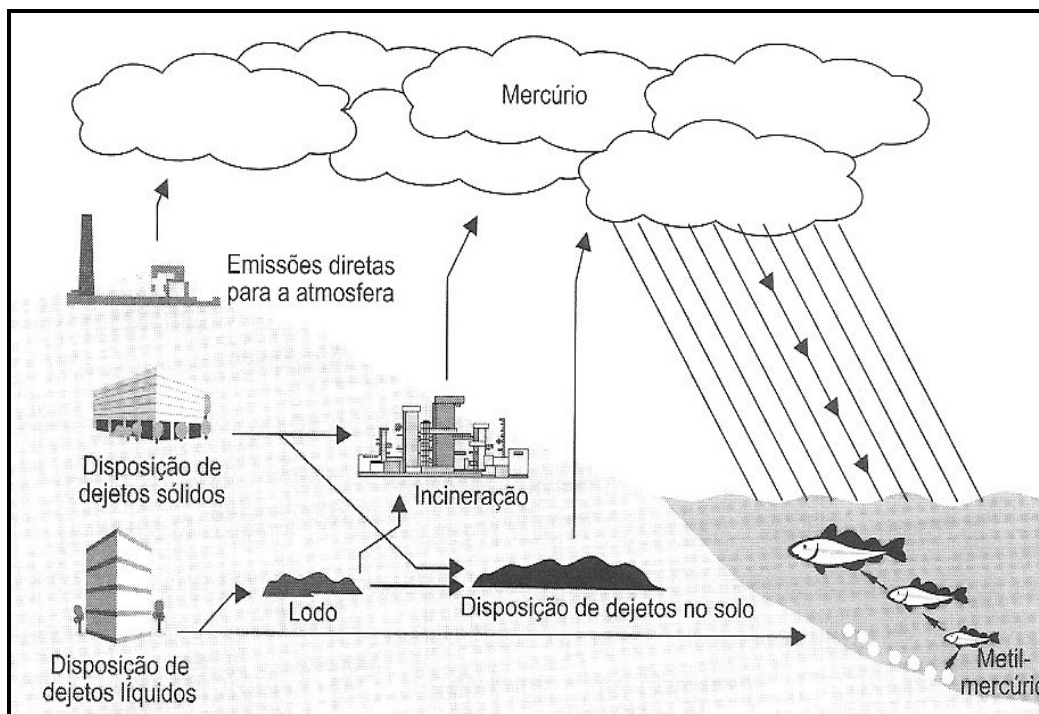
O mercúrio pode se combinar ao carbono formando compostos "orgânicos" de mercúrio ou organomercúricos, como dimetilmercúrio, fenilmercúrio, etilmercúrio e metilmercúrio, porém, o metilmercúrio é o composto mais comum no ambiente. O metilmercúrio e o fenilmercúrio podem existir também na forma inorgânica como "sais", por exemplo, cloreto de metilmercúrio ou acetato de fenilmercúrio. Quando puros, a maioria das formas de metilmercúrio e fenilmercúrio são sólidos brancos cristalinos. O dimetilmercúrio, entretanto, é um líquido incolor (AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY - ATSDR, 1999).

O  $Hg^0$  pode se reoxidar de forma relativamente lenta para  $Hg^{2+}$ , permanecendo na atmosfera por cerca de um ano ou talvez menos, tempo suficiente para ser distribuído por sobre o planeta antes de retornar ao mar, lagos, geleiras e superfície sólida da Terra, tornando seu ciclo de poluição global (BRABO, 2010).

Nos solos o mercúrio pode ser encontrado normalmente nas formas  $Hg^0$  e  $Hg^{++}$ . Como o  $Hg^{++}$  tem a facilidade de se complexar nas condições ambientais normais, somente uma fração dessa forma ocorre como íon livre, sendo que a maior parte pode se ligar à matéria orgânica sob condições ácidas. Sob condições neutras a alcalinas o mercúrio pode se ligar à estrutura cristalina dos minerais presentes no solo ou ser adsorvido na sua superfície (GRAZIA; PESTANA, 2008).

O processo aquático de bioacumulação do mercúrio ocorre devido a mudança na especiação de mercúrio metilado para formas inorgânicas. A metilação pode ocorrer tanto por ação antimicrobiana como por ação não enzimática e uma vez que o metilmercúrio é liberado, ele entra na cadeia alimentar pela rápida difusão e forte ligação às proteínas. Devido à biomagnificação da cadeia alimentar, altos níveis de metilmercúrio são encontrados nos tecidos de espécies predadoras tanto de água doce como salgada, entre elas a truta de água doce, robalos, atum, tubarões e outros. A relação entre a concentração de metilmercúrio em tecidos de peixes para a concentração aquática é geralmente na proporção de 10.000 e 100.000 (WHO, 1990).

Segundo Azevedo (2003) há dois ciclos de transporte e distribuição do mercúrio no meio ambiente. O ciclo global que ocorre pela desgaseificação da crosta terrestre, circulação atmosférica e sua precipitação por meio da chuva e retorno às terras e águas e o ciclo local oriundo das fontes antropogênicas e provocado pela metilação do mercúrio inorgânico, conforme visto na Figura 2.



**Figura 2.** Ciclo local de contaminação por mercúrio por meio de intervenção antrópica

Fonte: Winsconsin Mercury Sourcebook (1997) apud Azevedo (2003) p. 29

Segundo Marins et al. (2010) contaminante é uma substância ou elemento presente em concentrações anômalas; contaminação é a introdução, no meio, de elementos em concentrações nocivas à saúde humana, tais como organismos patogênicos, substâncias tóxicas ou radioativas; poluente é uma substância ou elemento presente em concentrações muito maiores do que as naturais daquela substância, como consequência de atividade(s) antrópica(s) que causam no ambiente um efeito deletério ou que diminuem o valor daquele bem natural e poluição é o aumento da concentração de uma determinada substância pela ação humana acima de um limite aceitável, que possa causar danos ao homem ou a outras formas de vida.

Apesar da implementação de legislação ambiental mais rígida e diminuição das fontes pontuais de contaminação ambiental nas últimas três décadas, o mercúrio continua sendo um contaminante devido a processos antrópicos, naturais e também pelas variações climáticas globais e de mudanças no uso dos solos (LACERDA; MALM, 2008).

## **2.1 Toxicidade do mercúrio**

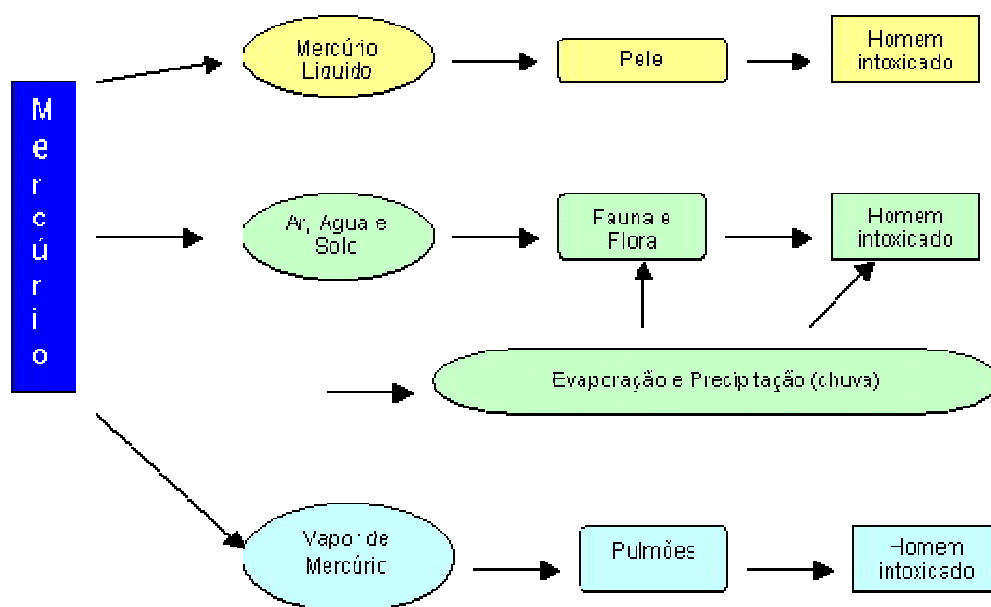
Micaroni, Bueno e Jardim (2000) relacionam a toxicidade do mercúrio com a forma em que este composto se apresenta, sendo que os organomercuriais (especialmente os mais leves) são bem mais tóxicos que as formas inorgânicas.

O mercúrio contamina o ambiente através de processos de mineração; indústrias de plástico; papel; eletrônicos; hospitalar e de energia utilizando combustível fóssil. Os solos e cursos de água são contaminados pelos garimpos e moinhos de beneficiamento (GRAZIA; PESTANA, 2008).

O nível e a duração da exposição ao mercúrio, a idade (estágio de vida) e a forma específica do mercúrio são diretamente proporcionais à sua toxicidade, sendo o consumo de peixes contaminados a fonte potencial de exposição ao metilmercúrio das populações humanas (HOLMES; JAMES; LEVY, 2009).

Há várias formas de contaminação humana pelo mercúrio. Como se observa na Figura 3 o mercúrio líquido pode penetrar na pele levando à intoxicação humana. Outra forma de contaminação é através do meio ambiente, principalmente pelo ar, água e solo. A via respiratória é a principal via de penetração do mercúrio no organismo, pois 80% do mercúrio inalado ficam retidos no organismo, podendo se depositar em vários órgãos ou tecidos, principalmente nos pulmões.

A principal fonte de contaminação dos profissionais de odontologia é por meio do vapor de mercúrio.



**Figura 3.** Esquema do ciclo de intoxicação do mercúrio no homem  
Fonte: AREASEG (2012)

A população mundial vem aumentando com o passar dos anos e com isso tornam-se necessários mais recursos alimentares para suprir suas necessidades. Sendo o ambiente aquático uma importante fonte de alimentação, devido ao consumo de peixes e frutos do mar e uma fonte potencial de contaminação humana, a redução da poluição de mercúrio provocada pelo homem se faz necessária. Financeiramente é mais rentável prevenir a poluição do que remediar, tratando as águas poluídas, sendo, portanto necessária a criação global de leis que reduzam o uso do mercúrio (HYLANDER; LINDVALL; GAHNBERG, 2006).

## 2.2 Exposição humana e ambiental ao mercúrio

No século XX os compostos de alquilmercúrio foram descobertos por suas propriedades antifúngicas, sendo usadas na cultura de cereais, protegendo os grãos das infecções fúngicas. No entanto, no final dos anos 50 e início dos anos 60 surtos graves de envenenamento por alquilmercúrio foram descobertos em vários países em desenvolvimento. Os pães caseiros foram preparados diretamente dos grãos tratados com alquilmercúrio provocando o envenenamento dos indivíduos que se alimentaram desses pães (CLARKSON, 2002).

O “Chapeleiro Maluco” do filme Alice no País das Maravilhas tem comportamento excêntrico, compatível com os efeitos provocados pela contaminação por vapor de mercúrio, uma vez que o nitrato de mercúrio é utilizado na preparação do feltro para fazer chapéu (WALDRON, 1983).

Em maio de 1956, na cidade de Minamata, a sudoeste da região de Kyushu no Japão, foi oficialmente descoberta a Doença de Minamata. Esta doença é provocada pelo envenenamento de seres humanos através da ingestão de peixes e moluscos contaminados com metilmercúrio. O metilmercúrio foi descarregado nas águas residuais de uma fábrica de produtos químicos de acetaldeído (Chisso Co. Ltd.) que liberavam seus efluentes na Baía de Minamata. Os níveis de contaminação de mercúrio foram na ordem de 5,61 - 35,7 ppm (HARADA, 1995).

Na Suécia, no final dos anos 50, aves predatórias estavam desenvolvendo distúrbios neurológicos. Estas aves estavam no topo da cadeia alimentar, onde pequenos mamíferos consumiram grãos tratados com alquilmercúrio, iniciando o ciclo de contaminação. As penas dessas aves foram analisadas e detectou-se aumento nos níveis de mercúrio na mesma época em que os compostos de mercúrio foram introduzidos nos fungicidas agrícolas (CLARKSON, 2002).

Para Kametani (2009), há dois grupos expostos ocupacionalmente ao mercúrio. Entre eles estão os que trabalham em indústrias que utilizam este material e um segundo grupo que são os cirurgiões dentistas, devido ao preparo e substituição de restaurações de amálgama.

Dodes (2001) considera que a toxicidade do mercúrio está relacionada à quantidade e duração da exposição em ambientes ocupacionais. A intoxicação por mercúrio na odontologia passou a ser discutida devido aos efeitos nocivos à saúde no organismo humano (SAQUY, 1996).

### 2.3 Composição do amálgama odontológico

Segundo Saquy (1996), o amálgama foi introduzido na odontologia moderna por Taveau em 1826, que utilizava uma “pasta prateada”, constituída pela combinação de prata e mercúrio, em restaurações dentárias permanentes (Figura 4). Devido às dificuldades encontradas para a obtenção de prata purificada, passou-se a misturar o mercúrio com a limalha de moedas, as quais continham prata e outros metais em sua composição, para a obtenção do amálgama.



**Figura 4.** Elementos dentários restaurados com amálgama  
Fonte: odontologianet.blogspot.com (2012)



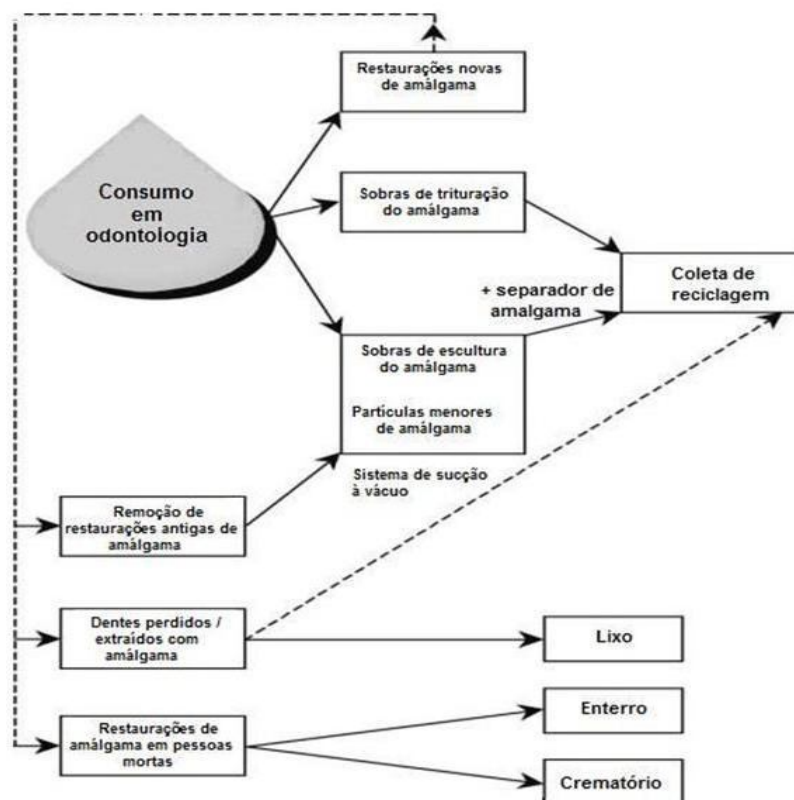
O amálgama é a mistura de duas substâncias, uma delas é uma liga ou mistura dos seguintes metais: aproximadamente 65% de prata; 25% de estanho; 6% de cobre; e 2% de zinco e a segunda substância do amálgama é o mercúrio metálico. As duas substâncias são misturadas numa proporção de 50% da liga e 50% do mercúrio formando o amálgama (ZIFF, 1987) para o preenchimento de lesões cariosas ou defeito na estrutura do dente (FDA, 2009) apresentando-se como uma alternativa de tratamento reabilitador para dentes posteriores vitais ou não vitais com a coroa clinicamente comprometida.

Em odontopediatria o amálgama utilizado é preferencialmente o de cobre, podendo conter até 70% de mercúrio e 30% de cobre, levando à exposição do cirurgião dentista, auxiliares de consultório dentário e também dos pacientes (WHO 1991).

De acordo com Barbin, Spanó e Pécora (2011) durante o preparo do amálgama para a realização de uma restauração, a sobra é de cerca de 30% do que é amalgamado. Esta sobra é resultante do excesso manipulado bem como das raspas produzidas pela escultura do amálgama. Para diminuir os riscos de contaminação do ambiente e dos profissionais é aconselhado usar a menor relação possível de mercúrio na liga e o amalgamador deve estar em perfeito estado de conservação.

As sobras de amálgama e das restaurações de amálgama removidas dos dentes são física e quimicamente estáveis, mas ainda existe a possibilidade de lixiviação no ambiente durante o período de deposição em aterro de resíduos sólidos (OZBEK; SANIN 2004). Por isso, para serem lançados ao meio ambiente os resíduos de amálgama deveriam ser previamente tratados em solução de enxofre (SAQUY 1996).

Um relatório do Reino Unido constatou que 7,41 toneladas de mercúrio proveniente do amálgama odontológico são descarregadas na rede de esgoto, na atmosfera e no solo e 11,5 toneladas são encaminhadas para a reciclagem ou depositadas no lixo dos resíduos odontológicos (Figura 5). O amálgama odontológico, juntamente com os aparelhos médicos e laboratoriais são responsáveis por cerca de 53% das emissões totais de mercúrio ao meio ambiente (WHO, 1991).



**Figura 5.** Esquema das fontes e do destino dos resíduos de amálgama em odontologia

Fonte: Adaptado de Horsted Bindslev (2004)

## 2.4 Doenças provocadas pela exposição ao mercúrio

Segundo Stone et al. (2003), o mercúrio orgânico é a espécie mais tóxica para seres humanos, podendo produzir efeito neurotóxico em adultos e afetar o sistema nervoso em desenvolvimento de fetos e crianças pequenas.

A contaminação por mercúrio no organismo humano do adulto afeta principalmente o sistema nervoso central provocando problemas neurológicos como insônia, tremores, dores de cabeça, irritabilidade, fraqueza, visão turva, alterações de personalidade, parestesia, polineuropatia, labilidade emocional, disartria, dificuldade na fala, retardo na resposta mental e marcha instável. Já a exposição pré

ou pós natal ao metilmercúrio pode provocar paralisia cerebral, retardo mental, convulsões e morte. Os sais de mercúrio afetam os rins de humanos em níveis elevados, podendo levar à necrose tubular aguda e glomerulonefrite imunológica, além de provocar arritmia e cardiomiopatia (TCHOUNWOU et al., 2003; RITCHIE et al., 2004).

A absorção de mercúrio inorgânico pelo trato gastrointestinal em humanos se aproxima de 7% da dose ingerida, enquanto o tecido renal concentra a maior quantidade de mercúrio após a exposição de sais inorgânicos e mercúrio elementar. O metilmercúrio é uma forma de mercúrio orgânico e tem o poder de interagir com o DNA e RNA das células e ligar-se a grupos sulfidríla, que desempenham um papel importante na determinação da estrutura secundária de proteínas e outras macromoléculas biológicas. A absorção do metilmercúrio pelo trato gastrointestinal pode atingir 95% da dose ingerida, além de ter afinidade com o sistema nervoso central (STONE et al., 2003).

Para Dodes (2001) a toxicidade crônica do mercúrio pode levar ao eretismo, que se caracteriza por insônia, irritabilidade, perda de memória, falta de autocontrole, timidez, sonolência, depressão e eventuais tremores, enquanto os efeitos renais levam a proteinúria.

Segundo Cunha (2008) o mercúrio é conhecido por ser um agente teratogênico e o metilmercúrio encontrado no organismo materno é transferido para a placenta e transportado para o feto. Já a concentração de mercúrio inorgânico é maior no líquido amniótico devido a sua menor capacidade de atravessar a barreira placentária e pode ser transportado também pelo leite materno.

Levy et al. (2003) acreditam que apesar de não haver tantas evidências científicas que comprovem a toxicidade da exposição de níveis baixos do mercúrio em crianças, o risco maior está nos danos neurológicos devido ao sistema da criança estar em desenvolvimento, podendo ocorrer também a toxicidade renal.

No entanto Lauterbach et al. (2008) concluíram em estudos entre crianças de 8 a 12 anos que a exposição ao amálgama não tem potenciais efeitos neurológicos ou neurocomportamentais.

Segundo Fakoura, Esmaili-Saria e Zayerib (2010), o vapor de mercúrio é altamente absorvido pelos pulmões podendo causar pneumonia, tosse, gengivite,

estomatite, bronquite, dor no peito, dispneia, salivação e diarreia excessiva. Enquanto para Lee et al. (2010), a exposição prolongada ao vapor de mercúrio pode causar efeitos neurocomportamentais, alterações de humor, tremores, hipertensão arterial, disfunções no sistema nervoso autônomo e acrodinia.

Em 1999 Saxe et al. realizaram um estudo para analisar a correlação de restaurações de amálgama com a doença de Alzheimer em seres humanos e puderam constatar que o mercúrio das restaurações de amálgama não é um fator neurotóxico na patogênese da doença.

Lindbohm et al. (2007) investigaram se dentistas e auxiliares expostas ao amálgama odontológico sofrem um risco maior de aborto espontâneo, mas constataram que não houve associação forte, apesar de um ligeiro aumento não significativo de risco.

## **2.5 Exposição ocupacional em serviços odontológicos**

O ambiente contaminado dos consultórios odontológicos constitui risco não só para os profissionais como também para os pacientes, principalmente aqueles submetidos a procedimentos demorados, ou os que necessitam de retornos constantes (CLARO et al., 2003).

Para Saquy (1996), as fontes potenciais de contaminação do mercúrio no consultório odontológico são: derramamento acidental de mercúrio, higiene inadequada do ambiente de trabalho, excesso de mercúrio de amálgama recém-preparado, amalgamadores mecânicos, condensadores ultrassônicos, aquecimento de porta-amálgama para desalojar partículas presas, falhas na refrigeração durante a remoção de restaurações antigas, esterilização imprópria de instrumentos contaminados com mercúrio, vazamento nos dispensadores, estocagem inadequada de restos de amálgama, esgotos, lixos e tapetes, sendo que o derramamento de mercúrio e subsequente acúmulo no carpete ou nas frestas dos pisos constituem uma das maiores fontes de contaminação.

Stone et al. (2003) constataram a presença de metilmercúrio em águas residuais de unidades odontológicas em concentrações importantes. A quantidade de metilmercúrio é baixa em comparação ao mercúrio total, mas notável quando se considera a toxicidade do metilmercúrio.

Segundo Saquy (1998) entre os meios de prevenção de contaminação ao mercúrio no consultório odontológico estão: ter piso totalmente impermeável, sem poros ou trincas, sendo de fácil limpeza, devendo em caso de acidente lançar enxofre em pó sobre o mercúrio, que se combinará ao mercúrio e formará sulfeto de enxofre neutralizando-o; o amalgamador deve ficar em local distante de calor para não ocorrer a evaporação do mercúrio e os restos de amálgama devem ser guardados em recipiente com água e descartados para ser recolhido pela coleta especial por se tratar de material contaminado.

Segundo Grigoletto et al. (2008), a contaminação ambiental por mercúrio proveniente de amálgamas dentários é de 3 a 4% quando comparada à industrial e de combustíveis fósseis. No Brasil o valor estimado do uso de mercúrio em odontologia é aproximadamente 16 toneladas por ano, no entanto, esse descarte pode ser minimizado se equipamentos de coleta e segregação forem acoplados às saídas de água das clínicas dentárias, para serem submetidos a um tratamento.

Dodes em 2001 realizou um estudo baseado em evidências de trabalhos já publicados na literatura que condenam e que apoiam o uso do amálgama odontológico e concluiu que existem inúmeros erros metodológicos e lógicos nos que condenam o amálgama e os elementos que provam a segurança das restaurações de amálgama são convincentes, permanecendo seguras e eficazes.

## **2.6 Cabelo como matriz analítica na determinação de mercúrio**

Há vários tipos de exames para constatar o nível de mercúrio no organismo dos seres humanos, entre eles, exame de urina, de sangue e pelo fio de cabelo (KAMETANI, 2009).

Para Holmes, James e Levy (2009) as células vermelhas do sangue ou o fio de cabelo são considerados bons biomarcadores para exposição ao metilmercúrio, enquanto que o mercúrio urinário total é um bom indicador de exposição ao mercúrio inorgânico. Por meio da concentração de metilmercúrio no cabelo pode-se medir a quantidade de mercúrio adquirido pelo consumo de peixes (BERGLUND et al., 2005).

Suzuki, Imura e Clarkson (1991) afirmam que o metilmercúrio é acumulado no cabelo e sua concentração é diretamente proporcional à concentração simultânea no sangue. Portanto, quando incorporado dentro da fibra do cabelo, sua concentração permanece estável, de modo que o cabelo serve como registro histórico de níveis sanguíneos passados.

Para Lima e Silva (2007), uma das vantagens do cabelo como marcador biológico está na facilidade de estocagem e transporte, não tendo a necessidade de cuidados com a refrigeração, controle de pH e adição de preservantes como nas amostras de sangue e urina, além da possibilidade de se obter uma segunda amostra similar à anterior e de realizar análises estratificadas devido à detecção de analitos por um grande período.

De acordo com o manual de análises de mercúrio do Japão algumas circunstâncias externas podem alterar a quantidade de mercúrio no cabelo como, por exemplo, a adesão de vapor externo de mercúrio e mercúrio inorgânico, tratamentos de cabelo como permanentes, além da influência do local de coleta da amostra (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - JAPÃO, 2004).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde o valor de referência para o mercúrio total em cabelo é de  $2 \mu\text{g.g}^{-1}$  (WHO, 1990).

No entanto Pozebon, Dressler e Curtius (1999) acreditam não ser possível falar em valores normais, mas em faixas de concentração consideradas normais, para o mercúrio no cabelo, pois alguns fatores contribuem para que ocorram diferentes concentrações em determinada população (idade, hábitos alimentares, localização geográfica, sexo, ocupação entre outros). O valor da concentração está entre  $0,3$  e  $12,2 \mu\text{g.g}^{-1}$  de mercúrio.

O cabelo deve ser coletado com tesoura de aço inoxidável, de uma mesma região do escalpo dado a existência de variações de sua composição com a sua

localização anatômica. Coleta-se logo acima da nuca, por ser esta região menos afetada pela calvície no homem. Cortam-se mechas com pelo menos 100 fios, a até 1 cm do couro cabeludo. Amarrando-se a mecha de cabelo de modo a preservar a posição longitudinal relativa de cada fio e marcando-se a extremidade distal e proximal, será possível obter dados sobre a história da exposição. Entretanto, isto nem sempre será possível, em função do tamanho e tipo de cabelo. As mechas de cabelo podem ser acondicionadas em envelopes de papel ou em sacos plásticos transparentes (CAMPOS; PIVETTA, 1993).

## **2.7 Normatização da exposição ao mercúrio**

Segundo a classificação dos resíduos sólidos quanto ao risco à saúde pública e ao meio ambiente pela Norma Brasileira 10004 de 2004, o mercúrio é considerado como resíduo perigoso Classe I pelo risco, principalmente, ligado à toxicidade e patogenicidade humana, além da contaminação ambiental (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

A Norma Regulamentadora (NR) 15 do Ministério do Trabalho, estabelecida pela Portaria nº 3214, de 08 de junho de 1978 considera como limite de tolerância para o mercúrio o valor de  $0,04 \text{ mg/m}^3$  de ar, em uma jornada de trabalho de até 48 horas semanais e a insalubridade para os trabalhadores é considerada de grau máximo (BRASIL, 1978).

O valor de referência de normalidade para o mercúrio inorgânico de acordo com a NR 07 é de até  $5 \text{ ug.g}^{-1}$  de creatinina na urina e seu índice máximo biológico permitido é de  $35 \text{ ug.g}^{-1}$  de creatinina. A ultrapassagem deste valor significa exposição excessiva (BRASIL, 1978).

Para a Organização Mundial de Saúde - OMS as estimativas para a concentração tolerável de exposição por inalação de vapor de mercúrio elementar em longo prazo é de  $0,2 \text{ ug/m}^3$  e para ingestão tolerável de mercúrio total é de  $2 \text{ ug.kg}^{-1}$  por dia (WHO, 2007).

## 2.8. Resíduos Sólidos de Saúde (RSS)

Segundo a resolução nº 358, de 29 de abril de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2005, p. 02) resíduos de serviços de saúde são:

Todos aqueles resultantes de atividades exercidas nos serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos; importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico in vitro; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, entre outros similares que, por suas características, necessitam de processos diferenciados em seu manejo, exigindo ou não tratamento prévio à sua disposição final.

Conforme a classificação do CONAMA os resíduos gerados pelas práticas odontológicas se enquadram nos grupos A (infectantes ou biológicos), B (químicos), D (comuns) e E (infectantes). A presente dissertação aborda o grupo B, onde se encontra o mercúrio, que também exige critérios especiais de manuseio, acondicionamento e destinação final dos seus resíduos (BRASIL, 2005).

A disposição final de resíduos de serviços de saúde é a prática de dispor os resíduos sólidos no solo previamente preparado para recebê-los, de acordo com critérios técnico-construtivos e operacionais adequados, em consonância com as exigências dos órgãos ambientais competentes (BRASIL, 2005).

Os resíduos contendo mercúrio com características de periculosidade, quando não forem submetidos a processo de reutilização, recuperação ou reciclagem, devem ser submetidos a tratamento e disposição final específico. Os resíduos no estado sólido, quando não tratados, devem ser dispostos em aterro de resíduos perigosos - Classe I e os resíduos no estado líquido não devem ser encaminhados para disposição final em aterros (BRASIL, 2005). Esses resíduos deverão ser acondicionados em recipientes sob selo d'água e encaminhados para recuperação (BRASIL, 2004).



### **2.8.1 Legislação nacional, estadual e municipal sobre resíduos sólidos de saúde**

Historicamente, na esfera nacional, o gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os resíduos de saúde, era regulamentado pelo CONAMA. Com a criação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), pela lei 9782/99, a saúde passa a regulamentar os resíduos gerados nos serviços de saúde. Com isso resultou na demanda de uma ação de harmonização entre as regulamentações federais da área ambiental e da vigilância sanitária. Foi então publicado a RDC ANVISA nº 306 de 2004 e a Resolução CONAMA nº 358 de 2005. Para que acontecesse essa consolidação estiveram envolvidos setores regulados e representantes das três esferas de governo, com ampla discussão técnica sobre o conteúdo da regulação. A harmonização das regulamentações gerou para aqueles que lidam com serviços de saúde um instrumento prático para o gerenciamento dos resíduos sanitários, contribuindo para o desenvolvimento de ações seguras e para o acesso de informações atualizadas (BRASIL, 2007).

No Estado de Mato Grosso a lei n. 7862 de 19 de dezembro de 2002 dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, define diretrizes e normas de prevenção da poluição, proteção e recuperação da qualidade do meio ambiente e da saúde pública, assegurando o uso adequado dos recursos ambientais no Estado de Mato Grosso. Os responsáveis pela geração de resíduos de saúde ficam obrigados a elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Saúde – PGRSS (MATO GROSSO, 2002).

O município de Barra do Garças conta com o Código de Postura do município, conforme a lei complementar nº 127 de 28 de abril de 2010 cujo conteúdo refere-se à medidas de Polícia Administrativa a cargo do município, em matéria de higiene, ordem e costume público. Sobre o controle do lixo em seus artigos 21 e 22 cita que o lixo hospitalar depositado em aterro sanitário deverá ser coberto imediatamente e que, os funcionários responsáveis pelo serviço de coleta do lixo hospitalar deverão usar uniformes e luvas especiais sempre desinfetados (BARRA DO GARÇAS, 2010).

O Código Sanitário do município de Barra do Garças de 16 de dezembro de 2003 somente diz respeito aos resíduos sólidos de saúde em seu art. 161, citando que os estabelecimentos de assistência à saúde deverão adotar procedimento adequado na geração, acondicionamento, fluxo, transporte, armazenamento, destino final e demais questões relacionadas com resíduos de serviços de saúde (BARRA DO GARÇAS, 2003).

### **2.8.2 Gerenciamento dos resíduos sólidos de saúde**

De acordo com a RDC 306 ANVISA (BRASIL, 2004, p.02),

O gerenciamento dos RSS constitui-se em um conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas e técnicas, normativas e legais, com o objetivo de minimizar a produção de resíduos e proporcionar aos resíduos gerados, um encaminhamento seguro, de forma eficiente, visando à proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente. O gerenciamento deve abranger todas as etapas de planejamento dos recursos físicos, dos recursos materiais e da capacitação dos recursos humanos envolvidos no manejo dos RSS.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde é um documento obrigatório exigido pela ANVISA e pelo CONAMA para o funcionamento dos estabelecimentos de serviços de saúde. Cada estabelecimento deve elaborar o seu plano baseado nas características dos resíduos gerados e estabelecer as diretrizes para o manejo dos resíduos. Deve contemplar os seguintes aspectos dos resíduos: geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como as ações de proteção à saúde pública e ao meio ambiente (BRASIL, 2004).

Segundo Scheneider et al. (2002), o gerenciamento dos resíduos de saúde é uma ferramenta capaz de reduzir a geração, aumentar o potencial de reciclabilidade e diminuir os riscos relacionados ao manejo inadequado, permitindo melhor

aproveitamento das áreas destinadas à disposição e ao tratamento dos resíduos, e em especial à busca de melhores tecnologias para minimização, reaproveitamento e reciclagem desses resíduos.

Lima Sales et al. (2009) enfatizam que o adequado manejo interno controla e diminui vários riscos e problemas relacionados ao manejo inadequado dos resíduos sólidos de saúde e reduz a quantidade de resíduos desde o ponto de origem, elevando a qualidade e eficiência dos serviços prestados pelo estabelecimento de saúde.

Nazar, Pordeus e Werneck (2005) consideram a segregação dos resíduos importante para diminuir o volume dos resíduos infectantes encaminhados para a coleta hospitalar, já que quando esses resíduos são misturados aos resíduos comuns estes passam a ser considerados também resíduos infectantes e se esta etapa não for realizada de forma adequada todas as outras etapas do gerenciamento ficam comprometidas.

Segundo Günther (2008), para a implementação do PGRSS deve haver esforço de todos os profissionais envolvidos no estabelecimento, além de envolvimento da área administrativa para prover recursos materiais e capacitação dos recursos humanos.

Almeida et al. (2009) observaram em um estudo sobre gerenciamento dos resíduos de saúde em Juazeiro do Norte que a maior parte das unidades acondicionam os resíduos do grupo A em recipientes destinados aos perfuro cortantes ou nos sacos pretos destinados aos resíduos do grupo D, falhando na etapa de segregação.

### ***2.8.3 Classificação dos resíduos produzidos pelo consultório odontológico segundo o CONAMA (BRASIL, 2005)***

GRUPO A/SUBGRUPO A4 - Resíduos com possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar risco de infecção.

Exemplos:

- Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre (gaze, luva usada, gorro, máscara, tubete anestésico, algodão, outros);
- Peças anatômicas (órgãos e tecidos) e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou de estudos anatomopatológicos ou de confirmação diagnóstica.

GRUPO B - Resíduos químicos: resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente:

- Restos de amálgama, frascos vazios de glutaraldeído, ácidos, resinas e outros produtos químicos.

GRUPO C - Rejeitos radioativos: não são produzidos no consultório odontológico.

GRUPO D - Resíduos comuns: resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares:





- Papel de uso sanitário, absorventes higiênicos, sobras de alimentos e do preparo de alimentos, resíduos provenientes das áreas administrativas, peças descartáveis de vestuário, caixas de luva ou outros, resíduos de varrição, flores, podas e jardins.

GRUPO E - Materiais perfuro cortantes:

- Agulhas descartáveis, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, instrumentais quebrados, matriz, cunha de madeira ou plástico, agulha de sutura, etc.

A identificação dos resíduos, conforme a Tabela 1 serve para garantir que a segregação dos resíduos realizada nos locais de geração seja conservada e que esses resíduos sejam encaminhados para o tratamento correspondente, evitando que os locais de destino, como por exemplo, a área destinada aos resíduos hospitalares no aterro sanitário seja preenchida com lixo comum, além da possibilidade desses resíduos serem tratados antes de serem lançados ao meio ambiente ou encaminhados para a reciclagem.

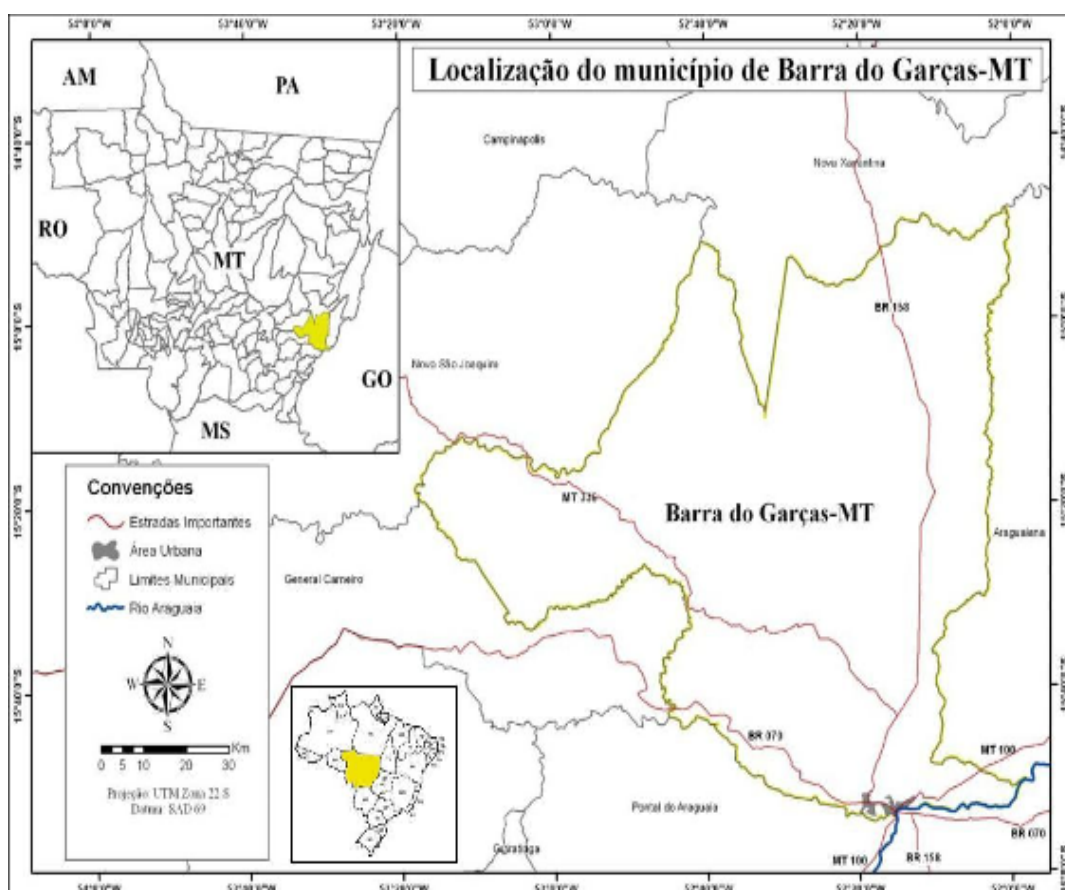
**Tabela 1.** Identificação dos resíduos sólidos de saúde de acordo com o símbolo e a cor da embalagem

Grupo	Símbolo de Identificação	Cor da Embalagem
Grupo A	 Resíduo Infectante	Saco Branco Leitoso
Grupo B		Embalagem original ou embalagem resistente à ruptura
Grupo D		Saco azul ou preto
Grupo E	 Resíduo Perfuro cortante	Embalagem rígida, resistente à punctura, ruptura e vazamento, com tampa e identificada.

**OBS:** O consultório odontológico não produz resíduos do Grupo C  
Fonte: Adaptado de PGRSS Consultório Odontológico – ABO (2012)

### 3 MUNICÍPIO DE BARRA DO GARÇAS

O município de Barra do Garças fundado em 15 de setembro de 1948 está localizado na região sudoeste do estado de Mato Grosso, divisa com o estado de Goiás, no Vale do Araguaia (Figura 6) e dista 500 km da capital do estado, Cuiabá. Os principais recursos hídricos do município são os rios Garças e Araguaia. O município é circundado pelo Parque da Serra Azul ao norte e ao leste e localiza-se no centro geodésico do Brasil. A população é de 54.761 habitantes e distribui-se por 9.141,841 Km<sup>2</sup> (BRASIL, 2010a).



**Figura 6.** Localização do município de Barra do Garças, Mato Grosso  
Fonte: Adaptado de Machado e Cedro (2009)

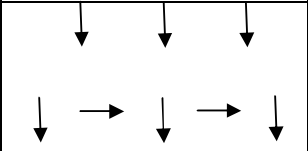
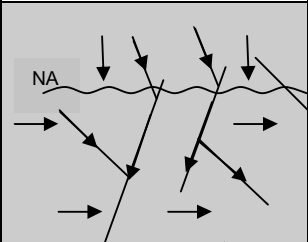
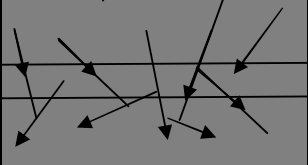
A sede do município se localiza a 364,26 metros de altitude sendo determinada pelas coordenadas geográficas de 15° 52' 21,1" de latitude S e 52° 18' 05,6" de longitude W de GR (INSTITUTO DE TERRAS DO MATO GROSSO - INTERMAT, 2012). Os municípios limítrofes são Nova Xavantina, Pontal do Araguaia, Araguaiana, General Carneiro e Novo São Joaquim. Os acessos ao município são pela BR 070, BR 158 e GO 060.

A Geologia do município é formada por coberturas do Fanerozóico e Quaternárias (Pleistoceno e Holoceno), rochas da Bacia do Paraná (arenito e basalto) e alguns granitoides associados (RESENDE; SALLES, 2004).

O relevo do município de Barra do Garças se caracteriza por ser 79% plano, 20% suave ondulado e 1% montanhoso com destaques para a Baixada Araguaia, Serra do Taquaral e Serra do Roncador. As unidades geomorfológicas encontradas no município são o Planalto do Rio das Mortes e a Depressão do Araguaia com superfície rebaixada e suavemente dissecada, com formas predominantemente tabulares e convexas (RESENDE; SALLES, 2004).

Em relação à pedologia predomina no município latossolo vermelho-amarelo distribuído em um relevo plano ou suavemente ondulado favorecendo sua utilização agrícola. Fatores como a acidez e a baixa fertilidade natural são limitadores à produtividade. Este tipo de solo necessita de manejo adequado para controle de erosão. Ocorrem ainda manchas de latossolo vermelho-escuro e solos litólicos com características arenosas e médio-cascalhentas com propensão à erosão nas áreas em que o relevo apresenta-se acidentado, sendo este tipo de solo próprio para a preservação da fauna e flora (RESENDE; SALLES, 2004).

De acordo com Silva e Colturato (2003) o embasamento geológico do aterro sanitário municipal é formado principalmente por arenitos do grupo Rio Ivaí que se encontra em contato discordante com rochas do grupo Cuiabá (filitos e quartzitos). Segundo os autores, os arenitos se apresentam com bom grau de sedimentação e muito fraturados conferindo certa vulnerabilidade à contaminação dos solos e águas subterrâneas (Figura 7). Eles sugerem que a preservação das águas subterrâneas está diretamente associada à eficácia do processo de impermeabilização do substrato onde são depositados os resíduos, como também da coleta e tratamento adequados dos efluentes líquidos (chorume) gerados.

<b>Perfil geológico e fluxo das águas subterrâneas</b> NW SE	<b>Espessura (m)</b>	<b>Litologia</b>	<b>Unidade Geológica</b>	<b>Tipo de porosidade</b>	<b>Coef. de infiltração (litros/m<sup>2</sup>.dia)</b>
	0 a 10	Solo arenoso, silto-argiloso	Depósitos aluvionares	Granular	T1 = 103 a 113
	Até 40	Arenitos de cor avermelhada e diamictitos	Grupo Rio Ivaí	Granular e fissural	T2 ~ 38
	Indeterminada	Filitos e quartzitos	Grupo Cuiabá	Essencialmente fissural	T3 < T2

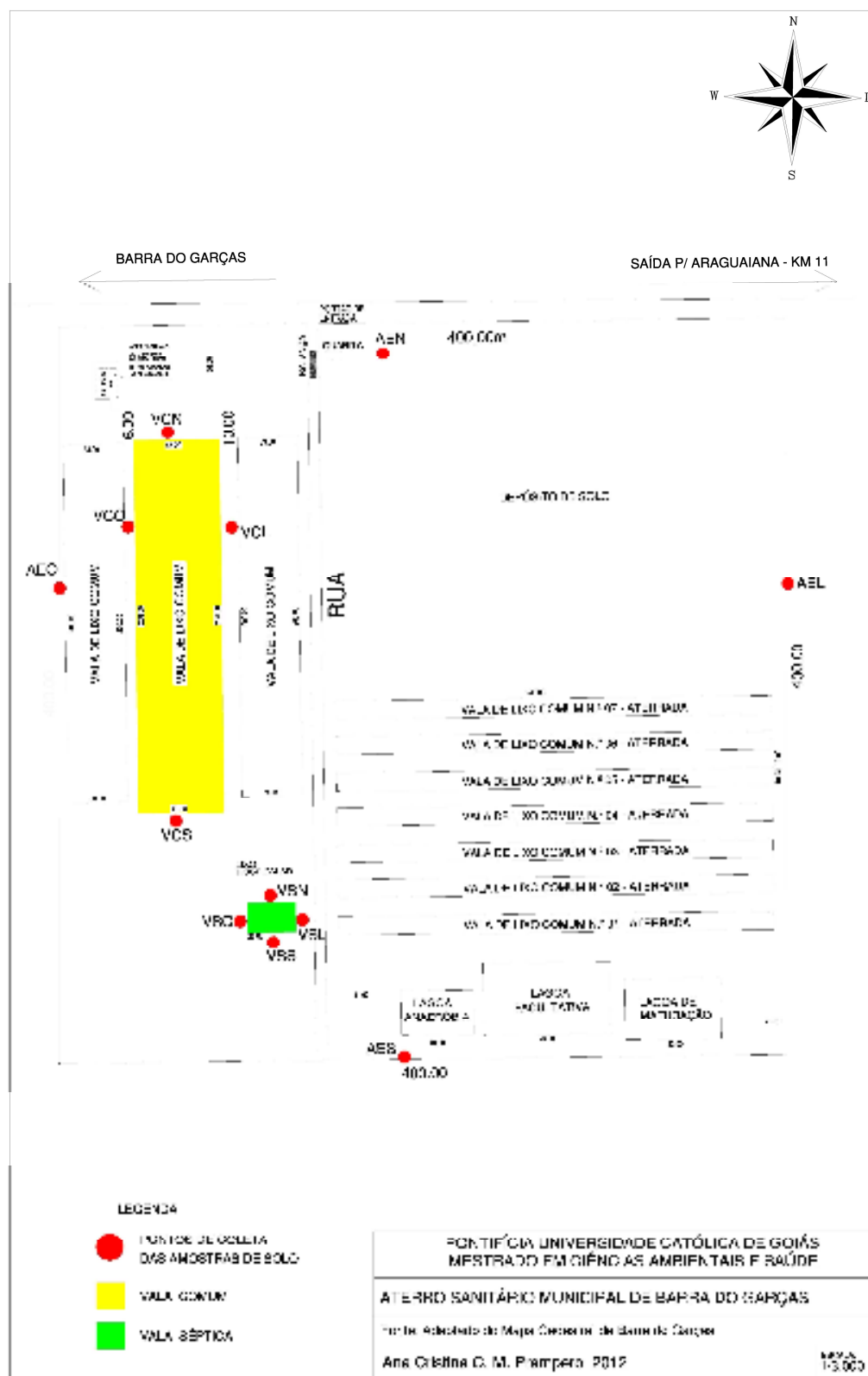
**Figura 7.** Aterro sanitário de Barra do Garças: perfil geológico e as direções em corte do fluxo das águas subterrâneas  
Fonte: Silva; Colturato (2003)

### 3.1 Caracterização do aterro sanitário municipal

Segundo a NBR 8419 o aterro sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, utilizando princípios de engenharia para confiná-los à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992).

O aterro sanitário de Barra do Garças é administrado pela prefeitura municipal sob responsabilidade da Secretaria de Viação, Obras e Serviços Públicos. Está localizado na rodovia MT-100 saída para o município de Araguaiana, distando aproximadamente 11 km do centro da cidade. O terreno é próprio da prefeitura e sua área é de 16,00 ha. A implantação ocorreu no período de julho de 2000 até agosto de 2001 (Figura 8).





**Figura 8.** Planta do aterro sanitário de Barra do Garças

Como característica física o aterro possui uma balança rodoviária eletro-mecânica, um poço semi artesiano, uma guarita e um barracão para depósito de vasilhames usados de agrotóxicos (Figuras 9, 10 e 11), este barracão é vedado por uma cerca. Ao redor de toda a área do aterro possui cerca viva com vegetação do gênero *eucalyptus* para diminuir os odores provocados pelo ar, além de diminuir a poluição visual.



**Figura 9.** A) portão de entrada do aterro B) escritório (2010)



**Figura 10.** A) guarita na entrada do aterro B) balança eletro mecânica (2010)



**Figura 11.** A) barracão para depósito de embalagens vazias de agrotóxicos B) vala séptica cheia (08/2011)

Para a escavação das valas são usados equipamentos de terraplanagem como: trator de esteira (Figura 12), pá carregadeira, retro escavadeira e caminhões que depositam o solo escavado em local próximo para que possa ser utilizado posteriormente na cobertura das camadas de lixo.



**Figura 12.** A) vista lateral da guarita e balança B) trator de esteira (2011)

O lixo do dia ou no máximo 2 dias é espalhado por trator de esteiras e posteriormente coberto com uma camada de aproximadamente 20 cm do solo que foi depositado durante a escavação da vala.

As primeiras valas para disposição dos resíduos foram iniciadas à jusante do aterro e projetadas longitudinalmente com 240,00 m de comprimento por 4,00 m de profundidade e 10,00 m de largura na boca, impermeabilizada com emulsão asfáltica CM 30 e com declividade para os drenos de fundo construídos nas laterais das valas. Os drenos são direcionados para as lagoas de tratamento de chorume. Ao final, quando cheias, as valas são cobertas com solo argiloso e, posteriormente, é plantado *brachiaria humidicola* sobre o solo.

Atualmente no aterro sanitário do município (Figura 13) mudou-se o sistema de valas. Elas são construídas em seção trapezoidal, maiores, com drenos de fundo e cobertura total das paredes e fundo com geomembrana de polietileno de alta densidade (PEAD), sempre com declividade para os drenos e estes para as lagoas de tratamento de chorume (informação verbal)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Informação verbal fornecida pelo Secretário de Obras e Planejamento de Barra do Garças Sr. Cesar Natal Magrini em outubro de 2011.

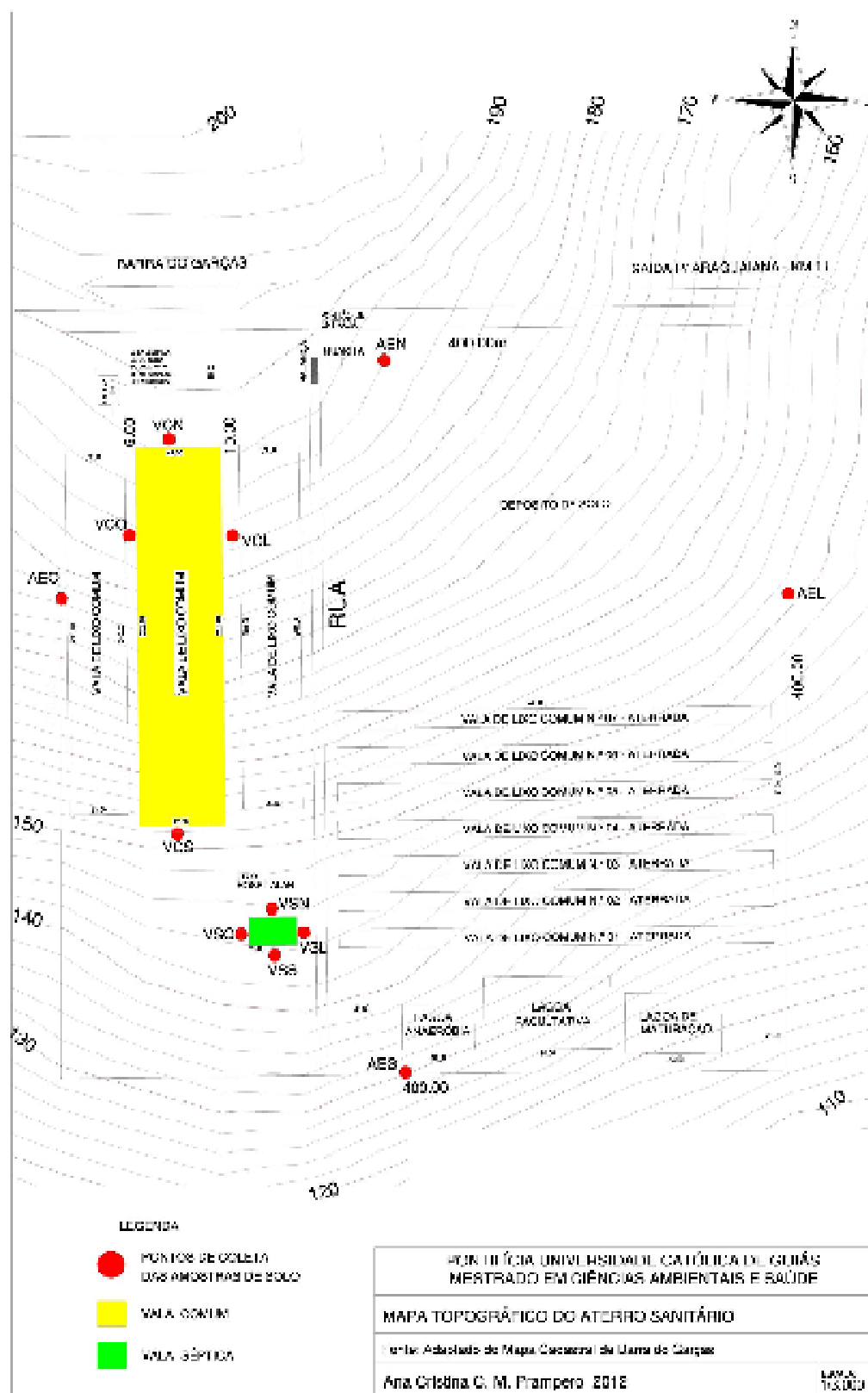


Figura 13. Mapa topográfico do aterro sanitário de Barra do Garças

De acordo com Sumi (2009), na fase de construção do aterro sanitário é realizada a impermeabilização da base com solo argiloso e membranas geomecânicas, a fim de evitar o contato do lixiviado com o solo e a eventual contaminação da água subterrânea.

Durante o trabalho de campo verificou-se que a vala séptica estava coberta pela geomembrana, porém no local das emendas de uma lona na outra não estava devidamente vedada permitindo a passagem de chorume para o solo, conforme visto na Figura 14. Observa-se também que, apesar de haver balança para controle da origem, qualidade e quantidade dos resíduos a ser disposto no aterro, ela não está em condições de uso.



**Figura 14.** Vala séptica do aterro sanitário ilustrando o local da emenda da geomembrana (2010)

Depois de passar pela balança os dados referentes aos resíduos coletados deveria ser devidamente preenchidos em um formulário que possibilitaria o município ter informações sobre a eficiência de execução do sistema de limpeza urbana, permitindo melhor avaliação das rotas, cumprimento de horário e quantidade de resíduos gerados.



Guizard et al. (2006) salientam que os aterros sanitários particulares são fiscalizados e cobrados quanto à regularidade do funcionamento adequado pelos órgãos licenciadores brasileiros e pelas instituições ligadas ao meio ambiente, enquanto que os aterros públicos, argumentando falta de verbas, não seguem os padrões estabelecidos pelas normas, deixando passivos ambientais para os seus sucessores e para a comunidade.

### **3.2 Caracterização da saúde no município**

Segundo o Ministério da Saúde a “Saúde da Família” é entendida como uma estratégia de reorientação do modelo assistencial, operacionalizada mediante a implantação de equipes multiprofissionais em Unidades Básicas de Saúde. As equipes acompanham um determinado número de famílias em uma área geográfica anteriormente delimitada, atuando com ações de promoção da saúde, prevenção, recuperação, reabilitação de doenças e agravos mais freqüentes, e na manutenção da saúde desta comunidade (BRASIL, 2012b).

Barra do Garças foi uma das primeiras cidades da região a municipalizar as ações básicas de saúde e atuar na média complexidade tanto na área médica como odontológica. A partir do ano de 2002 adotou a gestão plena se responsabilizando pelo total das ações e dos serviços de atenção à saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS) e as primeiras Equipes de Saúde da Família foram implantadas em 1996 (BARRA DO GARÇAS, 2009).

A capacidade instalada dos serviços públicos de saúde no município conta com um Hospital Municipal Dr. Kleide Coelho de Lima com 10 leitos de UTI adulto e um Pronto Socorro Municipal; um Laboratório Municipal Dr. Arnulfo Cunha Coutinho; um Hospital Dia Santo Antônio; um Centro de Atenção Psicossocial - CAPS AD; duas Policlínicas (Santo Antônio e São José); uma Farmácia Básica; uma Farmácia Popular do Brasil; uma Farmácia dos Programas Especiais; um Centro de Referência Regional de Especialidades; um Centro de Reabilitação e Fisioterapia;

uma Unidade de Coleta e Transfusão Sanguínea; três Centros de Saúde (Indianópolis, Toricoeje e Vale dos Sonhos); um Posto de Saúde (Voadeira); um CTA/SAE (Centro de Testagem e Aconselhamento/Serviço de Atendimento Especializado) e quinze Unidades de Saúde da Família (BARRA DO GARÇAS, 2009).

Segundo a portaria nº 648/GM de 2006 do Ministério da Saúde a equipe de saúde bucal, inserida na Estratégia Saúde da Família pode ser caracterizada por dois tipos de modalidades, a modalidade tipo I que é formada por um cirurgião dentista e um auxiliar de saúde bucal, e a modalidade tipo II formada por um cirurgião dentista, um auxiliar de saúde bucal e um técnico em saúde bucal, atuando com responsabilidade sanitária pela mesma população e território que a Equipe de Saúde da Família à qual está vinculada, e com jornada de trabalho de 40 horas semanais para todos os seus componentes. Cada equipe se responsabiliza pelo acompanhamento de, no máximo, 4 mil habitantes, sendo a média recomendada de 3 mil habitantes de uma determinada área (BRASIL, 2006).

A Estratégia Saúde da Família é a porta de entrada do SUS com objetivo de integrar a comunidade a exercer seu direito pertinente à promoção e prevenção da saúde e qualidade de vida, exercendo o direito de cidadania, consolidando os princípios gerais de equidade, intersetorialidade, participação social, criação de um entorno propício à vida e a justiça social (BARRA DO GARÇAS, 2009).

De acordo com o DATASUS o município de Barra do Garças contabiliza atualmente quinze Unidades de Saúde da Família com suas respectivas equipes de saúde bucal cadastradas no CNES (cadastro nacional dos estabelecimentos de saúde) abrangendo 91,5% da população. Dentre as ações de recuperação e reabilitação de doenças realizadas nas Unidades pela equipe odontológica estão as restaurações de amálgama que têm a finalidade de reintegrar o dente ou a restauração ao sistema estomatognático recuperando a forma anatômica e a função do elemento (BRASIL, 2012a).

A Secretaria Municipal de Saúde conta com um quadro de vinte dentistas, sendo que desses, quinze estão inseridos na Estratégia Saúde da Família. O município conta também com dezoito auxiliares de saúde bucal, sendo quinze inseridos na Estratégia e noventa e quatro agentes comunitários de saúde.

## 4 METODOLOGIA

Este estudo foi dividido em duas etapas:

A primeira foi realizada no aterro sanitário municipal onde se coletou amostras de solo para averiguação de possível contaminação por mercúrio na vala séptica onde são depositados os resíduos de amálgama odontológico. Foram coletadas também amostras da vala comum e da área externa ao aterro para posterior comparação dos valores e informações sobre a criação e o funcionamento do aterro sanitário pelo responsável técnico do local.

A segunda foi realizada nas Unidades Básicas de Saúde (UBS) do município com a aplicação de questionário com perguntas fechadas, sendo que para a formulação e aplicação das questões foi considerada a definição do problema e o objeto de estudo com informações a respeito dos hábitos, estilo de vida e características ambientais (APÊNDICE A). Posteriormente seguiu-se à coleta de amostras de cabelo para determinação dos teores de mercúrio nos dentistas e auxiliares de saúde bucal (grupos de estudo) e agentes comunitários de saúde (grupo controle).

O trabalho obedeceu a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde que incorpora os quatro referenciais da bioética: autonomia; não maleficência; beneficência; justiça e equidade, e visou assegurar os direitos e deveres que dizem respeito à comunidade científica, aos sujeitos da pesquisa e ao Estado (BRASIL, 1996) e foi aprovado pelo Comitê de Ética para Pesquisas em Seres Humanos (CEP) da Escola de Saúde Pública do Estado de Mato Grosso sob o parecer nº 577-11.

A Secretaria Municipal de Saúde de Barra do Garças permitiu a realização da pesquisa nas Unidades Básicas de Saúde, conforme assinatura da Secretária Municipal na folha de rosto do projeto submetido ao CEP (ANEXO A) e o responsável técnico pela Secretaria de Viação, Obras e Serviços Públicos do município autorizou a coleta das amostras de solo no aterro sanitário conforme ANEXO B.



#### 4.1 Coleta das amostras de solo

A coleta das amostras de solo foi realizada com o auxílio de um servidor que fez as perfurações no solo para as coletas em profundidade usando instrumento coletor de solo de aço inoxidável. Em cada amostra foi coletada cerca de 500g, tendo sido traçado previamente à coleta, um quadrado de 30 cm x 30 cm. As amostras foram acondicionadas e identificadas em sacos plásticos de polietileno e em seguida encaminhadas para o laboratório para análise. As coordenadas geográficas dos pontos de coleta foram devidamente aferidas por GPS (Figura 15).



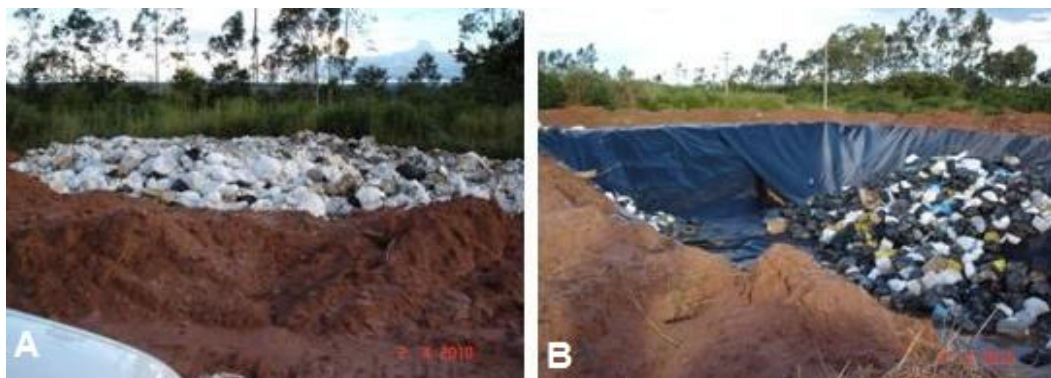
**Figura 15.** A) aferição dos pontos de coleta com GPS e anotações B) amostra da coleta de solo no aterro (2011)

Os locais escolhidos para a coleta foram a vala séptica ou vala hospitalar, por serem depositados resíduos provenientes de clínicas e consultórios odontológicos bem como de lixo hospitalar em geral; a vala comum onde são depositados resíduos de lixo comum e nas margens externas do aterro próximo à cerca de divisa, que não está em contato direto com os resíduos depositados no aterro, sendo utilizado para comparação dos resultados (Figura 19).

Foram escolhidos 12 pontos para coleta das amostras de solo. Desses 12 pontos 4 foram ao redor da vala séptica (Figura 16), tendo sido traçada uma transecta na direção norte-sul e outra na direção leste-oeste. Em cada um desses 4 pontos foram coletadas 3 amostras em profundidade, sendo uma na superfície, uma a 50 cm da superfície e outra a 1 m da superfície. A mesma coleta se realizou ao

redor da vala comum (Figura 17) e na área externa do aterro. No total foram obtidas 36 amostras de solo.

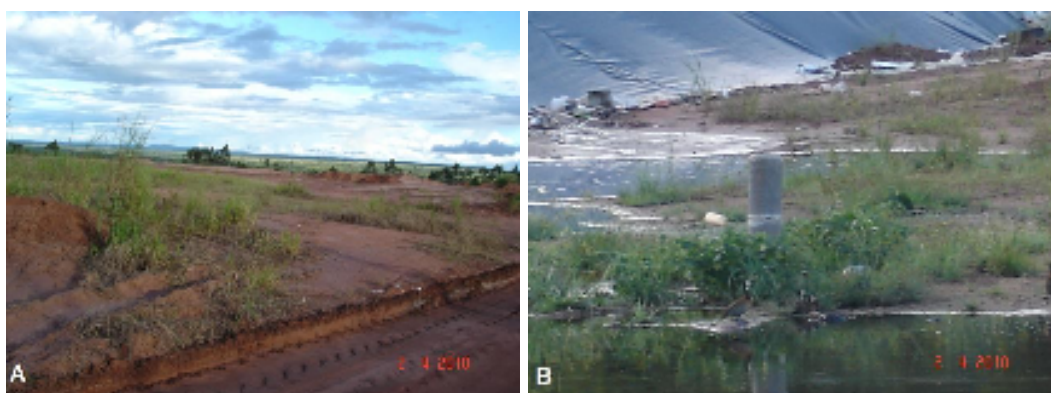
Na Figura 18 observam-se as valas aterradas e um dos drenos usado na liberação dos gases que se formam no interior do aterro.



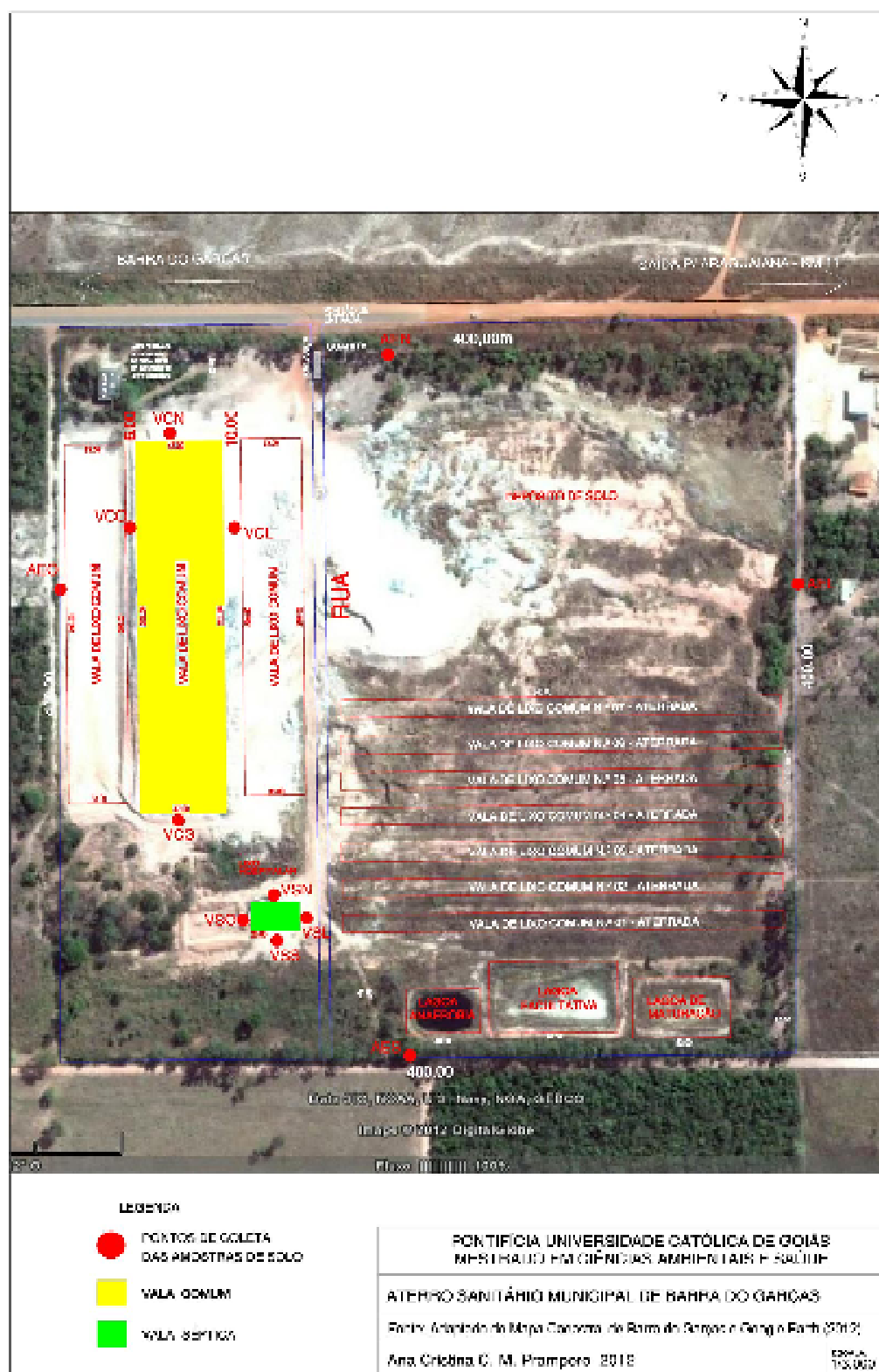
**Figura 16.** A) vala séptica cheia (04/2010) B) vala séptica em uso (04/2010)



**Figura 17.** A) vala comum coberta com geomembrana e presença de chorume B) catadores de lixo (2010)



**Figura 18.** A) valas aterradas B) dreno (2010)



**Figura 19.** Mapa do aterro sanitário de Barra do Garças mostrando os pontos de coleta das amostras de solo

O Quadro 1 apresenta os pontos das coletas de solo seguido da descrição e respectivas coordenadas geográficas de cada ponto.

**Quadro 1.** Pontos de amostragem das coletas de solo com sua descrição e coordenadas

Pontos	Descrição	Direção	Perfil	Coordenadas Geográficas	
				Latitude	Longitude
VSN1	Vala séptica	Norte	Superfície	S 15°52'19,45"	O 52°11'13,95"
VSN2	Vala séptica	Norte	0,50cm	S 15°52'19,45"	O 52°11'13,95"
VSN3	Vala séptica	Norte	1 m	S 15°52'19,45"	O 52°11'13,95"
VSS1	Vala séptica	Sul	Superfície	S 15°52'20,18"	O 52°11'13,92"
VSS2	Vala séptica	Sul	0,50cm	S 15°52'20,18"	O 52°11'13,92"
VSS3	Vala séptica	Sul	1 m	S 15°52'20,18"	O 52°11'13,92"
VSL1	Vala séptica	Leste	Superfície	S 15°52'19,76"	O 52°11'13,38"
VSL2	Vala séptica	Leste	0,50cm	S 15°52'19,76"	O 52°11'13,38"
VSL3	Vala séptica	Leste	1 m	S 15°52'19,76"	O 52°11'13,38"
VSO1	Vala séptica	Oeste	Superfície	S 15°52'19,86"	O 52°11'14,43"
VSO2	Vala séptica	Oeste	0,50cm	S 15°52'19,86"	O 52°11'14,43"
VSO3	Vala séptica	Oeste	1 m	S 15°52'19,86"	O 52°11'14,43"
VCN1	Vala comum	Norte	Superfície	S 15°52'11,13"	O 52°11'16,05"
VCN2	Vala comum	Norte	0,50cm	S 15°52'11,13"	O 52°11'16,05"
VCN3	Vala comum	Norte	1 m	S 15°52'11,13"	O 52°11'16,05"
VCS1	Vala comum	Sul	Superfície	S 15°52'18,28"	O 52°11'15,88"
VCS2	Vala comum	Sul	0,50cm	S 15°52'18,28"	O 52°11'15,88"
VCS3	Vala comum	Sul	1 m	S 15°52'18,28"	O 52°11'15,88"
VCL1	Vala comum	Leste	Superfície	S 15°52'12,81"	O 52°11'14,56"
VCL2	Vala comum	Leste	0,50cm	S 15°52'12,81"	O 52°11'14,56"
VCL3	Vala comum	Leste	1 m	S 15°52'12,81"	O 52°11'14,56"

continua

conclusão

Pontos	Descrição	Direção	Perfil	Coordenadas Geográficas	
				Latitude	Longitude
VCO1	Vala comum	Oeste	Superfície	S 15°52'12,82"	O 52°11'16,68"
VCO2	Vala comum	Oeste	0,50cm	S 15°52'12,82"	O 52°11'16,68"
VCO3	Vala comum	Oeste	1 m	S 15°52'12,82"	O 52°11'16,68"
AEN1	Área externa	Norte	Superfície	S 15°52'09,78"	O 52°11'11,97"
AEN2	Área externa	Norte	0,50cm	S 15°52'09,78"	O 52°11'11,97"
AEN3	Área externa	Norte	1 m	S 15°52'09,78"	O 52°11'11,97"
AES1	Área externa	Sul	Superfície	S 15°52'22,26"	O 52°11'11,53"
AES2	Área externa	Sul	0,50cm	S 15°52'22,26"	O 52°11'11,53"
AES3	Área externa	Sul	1 m	S 15°52'22,26"	O 52°11'11,53"
AEL1	Área externa	Leste	Superfície	S 15°52'13,78"	O 52°11'04,46"
AEL2	Área externa	Leste	0,50cm	S 15°52'13,78"	O 52°11'04,46"
AEL3	Área externa	Leste	1 m	S 15°52'13,78"	O 52°11'04,46"
AEO1	Área externa	Oeste	Superfície	S 15°52'13,92"	O 52°11'17,84"
AEO2	Área externa	Oeste	0,50cm	S 15°52'13,92"	O 52°11'17,84"
AEO3	Área externa	Oeste	1 m	S 15°52'13,92"	O 52°11'17,84"

VS= Vala Séptica

VC= Vala Comum

AE= Área Externa

N= Norte

S= Sul

L= Leste

O= Oeste

1= Superfície    2= 50 cm (profundidade)    3= 1 m (profundidade)

#### 4.2 Procedimentos para análise das amostras de solo

O método de espectrofotometria de absorção atômica por vapor frio é um método muito mais sensível quando comparado com a convencional espectrofotometria de absorção atômica por chama. Sua vantagem está na

habilidade em medir mercúrio nas amostras com um espectrofotômetro de ultravioleta ou uma simples lâmpada de mercúrio, sendo que o vapor de mercúrio elementar ( $\text{Hg}^0$ ) é gerado através da combustão direta da amostra a ser analisada (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - JAPÃO, 2004).

As análises foram realizadas no Instituto de Química de Araraquara, Universidade do Estado de São Paulo – UNESP pelo Departamento de Química Analítica, coordenado pelo Prof. Dr. Julio Cesar Rocha e pelo Dr. Ademir dos Santos, conforme termo de cooperação técnica (ANEXO C).

No laboratório, as amostras foram homogeneizadas, peneiradas na fração <200 mesh (<74  $\mu\text{m}$ ) e digeridas em meio ácido. O teor de mercúrio total ( $\text{HgT}$ ) foi quantificado pela técnica de geração de vapor de mercúrio a frio acoplado a espectroscopia de absorção atômica (CVAAS). No laboratório foram feitas as análises granulométricas e do teor de matéria orgânica das amostras de solo, para verificação do potencial de estocagem de mercúrio no solo.

#### **4.3. Coleta das amostras de cabelo e questionário**

A pesquisa foi realizada nas quinze Equipes de Saúde Bucal inseridas na Estratégia de Saúde da Família do município de Barra do Garças (Quadro 2). O número de sujeitos da pesquisa foi 45 e foram divididos em três grupos sendo dois grupos de estudo e um grupo controle.

Os grupos de estudo foram: 15 cirurgiões dentistas (CD) e 15 auxiliares de saúde bucal (ASB) e o grupo controle: 15 agentes comunitários de saúde (ACS). Os cirurgiões dentistas e auxiliares de saúde bucal foram escolhidos como grupo de estudo por estarem expostos ocupacionalmente ao mercúrio durante o manuseio, o preparo e o descarte do amálgama odontológico. Os agentes comunitários de saúde foram escolhidos como grupo controle por fazerem parte da Equipe de Saúde da Família, mas não estarem em contato direto com o mercúrio no seu trabalho diário e serem comparados posteriormente.

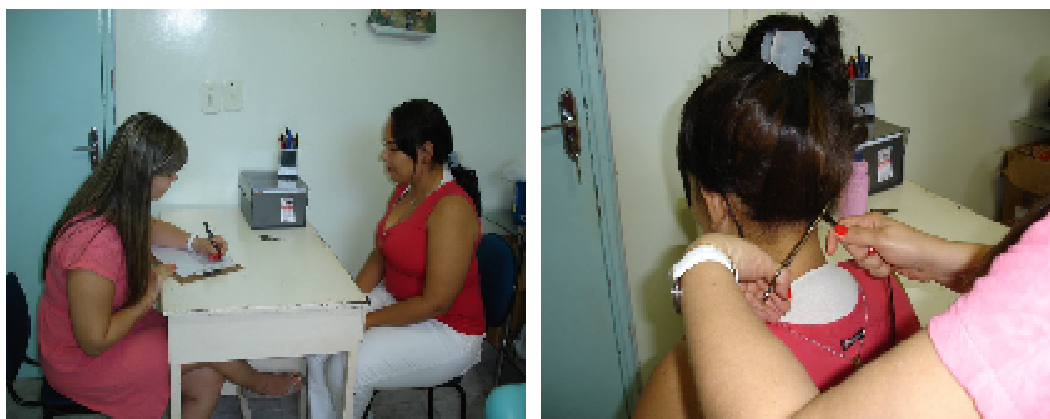
**Quadro 2.** Equipes de Saúde Bucal (ESB) do município de Barra do Garças

ESB Anchieta	ESB Jardim Palmares
ESB Campinas	ESB Rural
ESB Centro	ESB Santo Antônio I
ESB Dr. João Bento	ESB Santo Antônio II
ESB Jardim Araguaia	ESB São Sebastião
ESB Jardim das Mangueiras	ESB Sena Marques
ESB Jardim Nova Barra	ESB Vila Maria
ESB Jardim Ouro Fino	

Antes de qualquer coleta, todos os indivíduos foram convidados a participar do estudo e esclarecidos quanto aos procedimentos da entrevista e coleta de amostra biológica (cabelo) e também quanto à segurança de não ser identificado e de ser mantido o caráter confidencial da informação relacionada à sua privacidade, além de poder desistir da participação a qualquer momento. Foi esclarecido o compromisso de ser prestada informação atualizada durante o estudo e os casos identificados de contaminação que possam afetar a saúde dos participantes serão devidamente atendidos pela rede pública de saúde do município de Barra do Garças.

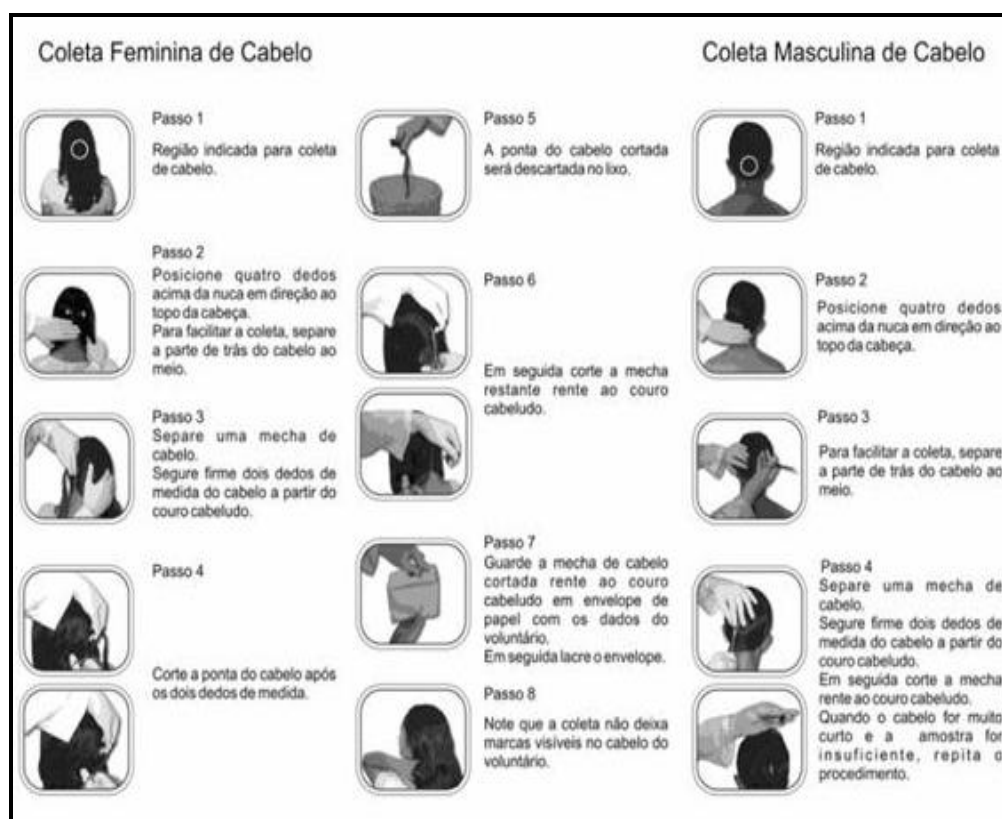
A cada participante da pesquisa foi aplicado um questionário estruturado em forma de entrevista e realizada pela própria pesquisadora no local de trabalho de cada participante, com as seguintes informações: dados de identificação (sexo, faixa etária); história ocupacional (grau de instrução, tempo de serviço); dados de morbidade (ansiedade, depressão, dificuldade de prestar atenção, falhas de memória, insônia, mudanças de humor, nervosismo) e hábitos sociais (consumo de bebida alcoólica, hábito de fumar, consumo de peixe nas refeições). Além das questões pessoais, os cirurgiões dentistas responderam ainda às questões relacionadas às formas de acondicionamento, manuseio, tratamento e descarte do amálgama e seus resíduos no consultório odontológico. Em seguida prosseguiu-se à coleta das amostras de cabelo (Figura 20).





**Figura 20.** Aplicação do questionário e da coleta de amostra de cabelo (2011)

As amostras de cabelo foram obtidas da área occipital da cabeça incluindo em média 100 fios cortado com tesoura, 1 a 2 mm da raiz do cabelo (Figura 21). As amostras foram colocadas em envelopes previamente etiquetados e armazenados em sacos de polietileno à temperatura ambiente.



**Figura 21.** Diagrama de coleta de amostras de cabelo humano



#### 4.4 Procedimentos para análise das amostras de cabelo

As análises foram realizadas no Instituto de Química de Araraquara, Universidade do Estado de São Paulo – UNESP pelo Departamento de Química Analítica, coordenado pelo Prof. Dr. Julio Cesar Rocha e pelo Dr. Ademir dos Santos pela técnica de espectrofotometria de absorção atômica acoplada ao gerador de vapor frio (CVAAS). Com relação às técnicas para determinação de mercúrio, as mais utilizadas na atualidade são a espectrofotometria de absorção atômica do vapor frio e a espectrofotometria de fluorescência do vapor frio (MICARONI; BUENO; JARDIM, 2000). Estas estão relacionadas com a radiação eletromagnética absorvida ou emitida dos átomos de uma amostra.

A amostra de cabelo foi cortada em pedaços de aproximadamente 5 mm, com o auxílio de uma tesoura e em local limpo.

A seguir foi utilizado o procedimento de lavagem, conforme a descrição:

- montou-se um funil com papel de filtro sobre o erlenmeyer;
- colocou-se a amostra em um béquer;
- adicionou-se acetona p.a. na quantidade aproximada do dobro do volume de amostra e agitou-se com o auxílio de uma bagueta de vidro; esperou-se a amostra decantar e descartou-se a acetona sobrenadante;
- adicionou-se água destilada (na mesma quantidade da acetona) ao béquer e agitou-se por 10 minutos;
- esperou-se novamente a amostra decantar e desprezou-se o sobrenadante;
- repetiu-se o procedimento com água destilada por mais duas vezes;
- adicionou-se novamente acetona, agitando por 10 minutos e descartou-se o sobrenadante, após a amostra decantar;
- com o auxílio de “jatos” de acetona transferiu a amostra de cabelo para o papel de filtro posicionado no funil e aguardou-se até a filtração total

da amostra;

- transferiu-se o papel de filtro para um local limpo e aguardou-se até a secagem completa do papel de filtro e da amostra;
- transferiu-se a amostra para recipientes limpos e descontaminados onde pode ficar por tempo indeterminado.

A quantificação de mercúrio total em amostras de cabelo foi feita utilizando-se um analisador automático para a determinação de mercúrio por decomposição térmica e amalgamação em coluna de ouro, SMS 100 da Perkin Elmer.

Após a lavagem do cabelo, o mesmo foi inserido em “barquinhas” de níquel, onde a massa é registrada pelo equipamento. A “barquinha” foi inserida automaticamente no sistema de análise de mercúrio. O processo envolveu a combustão (decomposição) da amostra em altas temperaturas com oxigênio. Os gases foram transportados para um tubo catalítico aquecido que removem halogênios, óxidos de nitrogênio e óxidos de enxofre.

O mercúrio elementar ( $\text{Hg}^0$ ) restante da combustão foi levado para o tubo de amalgamação contendo areia de ouro, onde ficou retido. O tubo de amalgamação foi então aquecido e liberou o mercúrio gasoso que foi transportado com o auxílio de um gás de arraste para o espectrofotômetro de absorção atômica (CVAAS).

O sinal transiente foi medido em série por uma célula de alta sensibilidade seguida de uma célula de baixa sensibilidade. Após o final da análise, nas “barquinhas” que saem do equipamento não restou nenhum resíduo do cabelo analisado.

Para Pozebon, Dressler e Curtius (1999) para determinar o conteúdo total de determinado elemento presente no cabelo, uma simples lavagem em banho ultrassom já pode ser suficiente, porém, para saber apenas a concentração de elementos provindos da absorção endógena o processo de lavagem torna-se a etapa mais importante da análise.

Paletti (1999) e Farias (2006) comprovaram que a metodologia de espectroscopia de absorção atômica com geração de vapor frio (CVAAS) utilizada para a determinação de mercúrio total em amostras de cabelo mostrou-se perfeitamente adequada, comprovando sua precisão e exatidão.

#### 4.5 Análise Estatística

A tabulação dos dados foi realizada por meio do programa Microsoft® Excel 2007 e as análises estatísticas foram realizadas pelo programa Statistical Package for Social Sciences - SPSS® for Windows®, versão 16.0.

Para a análise das concentrações de mercúrio no solo e no cabelo em relação ao grupo e as variáveis foi utilizado o teste t Student para comparar dois grupos com distribuição normal.

O teste de variância Anova foi utilizado para comparação de mais de dois grupos que possuem distribuição normal.

Para analisar a relação entre a quantidade de restaurações de amálgama mensal e o teor de mercúrio encontrado no cabelo foi utilizado teste Pearson para dados normais.

Para analisar a direção mais significativa na análise do solo foi utilizado o teste Tukey.

Foi utilizado como nível de significância o valor de 5% ( $p < 0,05$ ).

O teste de aderência Kolmogorov - Smirnov de uma variável foi utilizado para a comprovação ou não de normalidade (COSTA, 2010).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação dos resultados inicia-se pelas análises do solo do aterro sanitário. Em seguida são apresentadas as características gerais dos entrevistados das Unidades Básicas de Saúde, seguida das características físicas do consultório odontológico e manuseio, tratamento e descarte dos resíduos de amálgama. Finalmente são apresentadas as análises do teor de mercúrio no cabelo dos participantes.

### 5.1 Solo

Castilhos e Rodrigues (2008) classificam o solo como receptor e acumulador de mercúrio devido a processos naturais e antrópicos. Com a retirada da vegetação local, os processos de erosão e lixiviação podem transportar o mercúrio para os corpos hídricos, podendo aumentar a turbidez das águas.

A Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental – CETESB criou a DECISÃO DE DIRETORIA Nº 195/2005/E, de 23 de novembro de 2005 que dispõe sobre a aprovação dos valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo. O valor de qualidade para o mercúrio no solo é  $0,05 \text{ mg.kg}^{-1}$  ( $50 \text{ } \mu\text{g.kg}^{-1}$ ); o de prevenção é  $0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$  ( $500 \text{ } \mu\text{g.kg}^{-1}$ ) e o de intervenção é  $12 \text{ mg.kg}^{-1}$  para agrícola,  $36 \text{ mg.kg}^{-1}$  para residencial e  $70 \text{ mg.kg}^{-1}$  para industrial (CETESB, 2005).

O Ministério do Meio Ambiente por meio do CONAMA criou a Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009 que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. De acordo com esta resolução

cada estado deverá definir seus valores de referência de qualidade, enquanto que os valores de prevenção são apresentados nesta resolução. Para o mercúrio o valor de prevenção é de  $0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$  ( $500 \text{ } \mu\text{g.kg}^{-1}$ ) de peso seco (BRASIL, 2009).

No Japão o limite de tolerância para o nível de mercúrio no solo é  $0,2 \text{ mg.kg}^{-1}$ , de acordo com o Ministério do Meio Ambiente do Japão. Quando esse valor é excedido o mercúrio pode migrar do solo para outros ambientes como a água (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - JAPÃO, 2004).

Ao comparar os valores da concentração de mercúrio encontrados no solo (Tabela 2), com os valores de referência da CETESB e do Ministério do Meio Ambiente, verifica-se que todos estão abaixo dos valores de prevenção, portanto não há contaminação do solo do aterro sanitário pelo mercúrio na vala séptica nem em outros pontos de coleta das amostras.

**Tabela 2.** Teores de mercúrio total nas amostras de solo em relação ao perfil e a localização

[Hg] $\mu\text{g.kg}^{-1}$	Superfície (1)	0,50 cm (2)	1 m (3)	Valores de prevenção CETESB	Valores de prevenção CONAMA
<b>VS</b>					
N	3,48	11,27	6,62	500	500
S	9,53	4,37	3,77	500	500
L	23,15	21,45	14,11	500	500
O	8,5	9,52	11,98	500	500
<b>VC</b>					
N	8,5	11,81	12,43	500	500
S	11,17	12,44	13,91	500	500
L	11,89	16,52	11,91	500	500
O	9,74	13,56	9,46	500	500
<b>AE</b>					
N	14,75	9,84	11,17	500	500
S	7,18	10,54	11,67	500	500
L	8,97	10,15	10,64	500	500
O	11,85	8,21	8,12	500	500

VS= Vala séptica

VC= Vala comum

AE= Área externa do aterro

Ao analisar a média dos grupos em relação à localização da coleta no aterro (Tabela 3), verifica-se que o valor mais elevado foi do grupo da vala comum, com média de  $11,95 \mu\text{g.kg}^{-1}$ , sugerindo que no grupo VC de amostra do solo existe uma tendência a maior concentração de mercúrio, porém não houve diferença estatisticamente significativa.

**Tabela 3.** Distribuição dos teores de mercúrio total encontrados no solo em relação à localização da coleta no aterro sanitário

[Hg] $\mu\text{g.kg}^{-1}$	n	Média	DP	Min	Max	p
<b>Grupo</b>						
VS	12	10,65	6,39	3,48	23,15	
VC	12	11,95	2,16	8,50	16,52	
AE	12	10,26	2,04	7,18	14,75	
Total	36	10,95	4,02	3,48	23,15	0,573

VS= Vala séptica  
Teste Anova

VC= Vala comum

AE= Área externa do aterro

No aterro sanitário são depositados diversos resíduos contendo metais pesados, entre eles o mercúrio, podendo ser encontrado nesses tipos de resíduos materiais como: lâmpadas, pilhas, baterias, restos de tinta, restos de produtos de limpeza, óleos lubrificantes usados, solventes, embalagens de aerossóis, materiais fotográficos, pesticidas, fungicidas, inseticidas e alguns componentes eletrônicos (WHO, 1991). Todos esses resíduos são encaminhados para o aterro sanitário como lixo comum. Provavelmente por este motivo a vala comum apresenta teores de mercúrio elevados, uma vez que não há coleta e reciclagem desses materiais no município.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, embora uma parte dos resíduos sólidos originados em equipamentos e produtos eletroeletrônicos contendo mercúrio seja descartada de forma irregular no meio ambiente, a maior parte é destinada ao aterro sanitário (BRASIL, 2010c).

A Lei nº 12.305/10 da Política Nacional de Resíduos Sólidos determina que os resíduos devam ser reutilizados, reciclados, tratados antes da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010b).

Comparando os teores de mercúrio em relação à profundidade de cada grupo (vala séptica, vala comum e área externa), observa-se que as médias foram bem próximas, não havendo diferença significativamente estatística entre os perfis (Tabela 4).

**Tabela 4.** Distribuição dos teores de mercúrio total encontrados nos pontos da coleta de solo em relação ao perfil da vala séptica, vala comum e área externa do aterro

[Hg] $\mu\text{g.kg}^{-1}$	VS			VC			AE		
Perfil	n	Média	p	n	Média	p	n	Média	p
Superfície	4	11,17		4	10,33		4	10,69	
0,50 cm	4	11,65		4	13,58		4	9,69	
1 metro	4	9,12		4	11,93		4	10,40	
Total	12	10,65	0,863	12	11,95	0,091	12	10,26	0,807

VS= Vala séptica  
Teste Anova

VC= Vala comum

AE= Área externa do aterro

Os índices de referência para mercúrio em solos que não tenham fontes antrópicas ou vulcânicas de liberação de mercúrio ao redor e sem mercúrio na composição dos minerais de acordo com a United States Environmental Protection Agency – USEPA (2001) é abaixo de  $0,2 \text{ mg.kg}^{-1}$  na camada superficial, sendo que quase todo o mercúrio é encontrado nos primeiros 20 cm. Ao comparar esse valor com o obtido observa-se que na área externa do aterro a média mais elevada está na superfície  $10,69 \mu\text{g.kg}^{-1}$ . A área externa do aterro está mais distante dos resíduos depositados, sugerindo ser o local que menos recebe descarga dos resíduos contaminados por mercúrio provenientes dos resíduos sólidos depositados. Na vala séptica e na vala comum os valores mais elevados encontrados são para a profundidade de 50 cm, podendo ser explicado pelo fato dos resíduos estarem em contato com o solo devido a falha na vedação das geomembranas, permitindo a penetração do chorume levando contaminantes para baixo do solo. Verifica-se também que, mesmo os valores estando abaixo dos limites de prevenção houve maior concentração de mercúrio na vala séptica e na vala comum quando comparada à área externa do aterro.

Em relação à comparação das direções norte, sul, leste e oeste não foram

encontradas diferenças significativas entre os grupos VC e AE, entretanto encontrou diferença significativa no grupo VS como mostra o teste Anova (Tabela 5).

**Tabela 5.** Distribuição dos teores de mercúrio total encontrados nos pontos da coleta de solo em relação à direção da vala séptica, vala comum e área externa do aterro

[Hg] $\mu\text{g.kg}^{-1}$	VS			VC			AE		
Direção	n	Média	p	n	Média	p	n	Média	p
Norte	3	7,12		3	10,91		3	11,92	
Sul	3	5,89		3	12,51		3	9,80	
Leste	3	19,57		3	13,44		3	9,92	
Oeste	3	10,00		3	10,92		3	9,39	
Total	12	10,65	0,006	12	11,95	0,442	12	10,26	0,485

VS= Vala séptica  
Teste Anova

VC= Vala comum

AE= Área externa do aterro

Para verificar qual direção foi mais significativa aplicou-se o teste Tukey (Tabela 6) comprovando que a direção leste da vala séptica foi a mais significativa quando comparada com as outras direções. Ao observar o mapa do aterro verifica-se que ao lado leste da vala séptica se encontra as primeiras valas de lixo comum, que como citado pelo Secretário de Obras não eram cobertas por geomembranas, sendo os resíduos depositados diretamente no solo, inferindo-se que o mercúrio se depositou nessa região, mesmo seu valor estando abaixo dos valores de contaminação.

**Tabela 6.** Distribuição dos valores de p para o teste Tukey

VS		p
Leste	Norte	0,012
	Oeste	0,046
	Sul	0,007
Norte	Oeste	0,764
	Sul	0,973
Oeste	Sul	0,533



Segura-Munhõz (2002) realizou um estudo no aterro sanitário de Ribeirão Preto e observou que o mercúrio foi o metal que se apresentou como o menos detectado estando abaixo dos limites de detecção dos métodos utilizados para o solo. Este achado foi considerado importante pelo fato do mercúrio sofrer bioacumulação, tornando-o altamente tóxico. Mesmo apresentando valores abaixo do limite, os valores encontrados no aterro são superiores ao encontrado no grupo controle e pelo fato do solo apresentar características semelhantes observa possíveis mudanças na composição natural dos metais no solo do aterro sanitário.

Celere et al. (2007) também dosaram a quantidade de mercúrio, mas desta vez no chorume do aterro sanitário de Ribeirão Preto e encontraram valores dentro dos limites máximos estabelecidos pelo CONAMA.

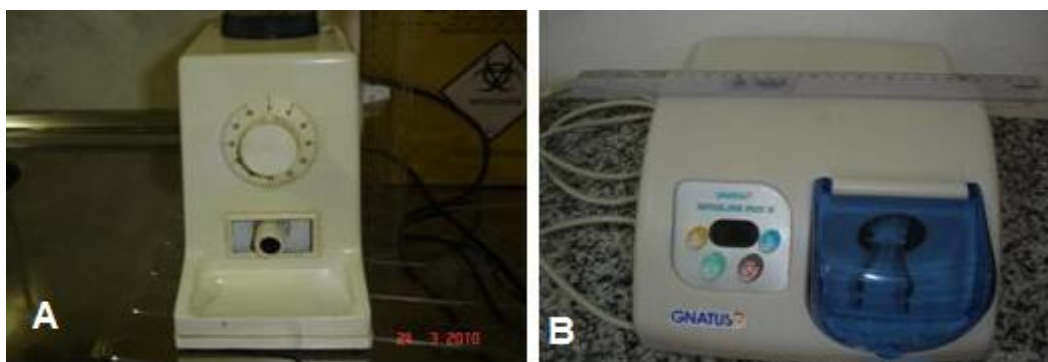
Para Spina (2005) o destino final dos resíduos de serviços de saúde em valas sépticas do aterro apresenta sérios inconvenientes, tornando-se potencialmente causadores de poluição do solo devido aos altos valores de substâncias tóxicas encontradas.

Micaroni, Bueno e Jardim (2000) sugerem a técnica de dessorção térmica e complexação com vários complexantes para anular os efeitos nocivos ao solo e para tratar os resíduos de mercúrio. Nos casos dos compostos orgânicos de mercúrio realiza-se a oxidação ou hidrogenação antes do tratamento para a remoção do mercúrio, podendo ser incinerado em alguns casos específicos. Quanto à disposição final dos resíduos o mais indicado é o encapsulamento por vitrificação por reduzir as emissões de mercúrio para o meio ambiente e o volume a ser disposto.

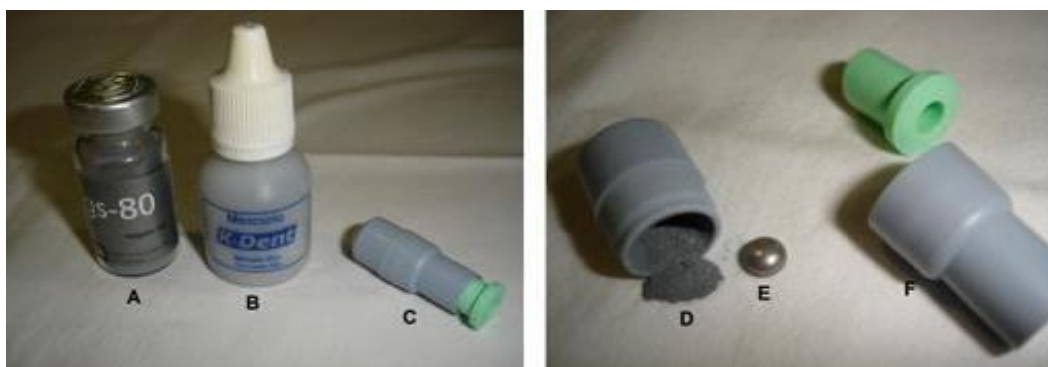
## **5.2 Descrição das características de preparo, manuseio e descarte do amálgama**

Amalgamadores são dispositivos mecânicos que têm a propriedade de fazer reagir o mercúrio com a liga proporcionando uma massa de consistência adequada. Existem dois tipos de aparelhos amalgamadores: os dosadores e os de cápsulas

(Figura 22). Os amalgamadores dosadores apresentam dois reservatórios, sendo o menor para receber o mercúrio e o maior para receber a limalha. A alavanca lateral estabelece a relação pó/líquido de acordo com a quantidade de porção pré-estabelecida. As cápsulas usadas no amalgamador em cápsulas vêm dosadas de fábrica e o amalgamador apenas mistura o pó/líquido dentro da própria cápsula (Figura 23).



**Figura 22.** A) amalgamador dosador B) amalgamador em cápsula (2010)



**Figura 23.** A) frasco de limalha de prata B) frasco de mercúrio C) cápsula de amálgama D) limalha de prata E) mercúrio F) cápsula de amálgama aberta (2011)

No intuito de verificar se havia risco de exposição ao mercúrio metálico durante o preparo, manuseio e descarte do amálgama, os cirurgiões dentistas foram questionados sobre o tipo de amalgamador utilizado e sua manutenção; local e forma de armazenamento do mercúrio e resíduos de amálgama; armazenagem e destino dos resíduos; utilização de isolamento absoluto, equipamento de proteção individual (EPI) e pano de camurça para remoção dos excessos de mercúrio; meio

de refrigeração dos consultórios e sobre a presença do PGRSS nas Unidades de Saúde (Tabela 7).

**Tabela 7.** Características dos amalgamadores, do mercúrio e dos resíduos de amálgama

Variáveis	n	Representatividade (%)
<b>Tipo de amalgamador</b>		
Dosador	11	73,3
Cápsula	4	26,7
Total	15	100,0
<b>Manutenção periódica do amalgamador</b>		
Não	8	53,3
Sim	7	46,7
Total	15	100,0
<b>Local de armazenamento do mercúrio ou cápsulas de amálgama</b>		
Armário aberto	2	13,3
Armário fechado	11	73,3
Gaveta	2	13,3
Total	15	100,0
<b>Forma de armazenamento dos resíduos de amálgama</b>		
Diretamente no lixo	1	6,7
Recipiente de vidro com tampa	5	33,3
Recipiente plástico com tampa	9	60,0
Total	15	100,0
<b>Líquido usado para armazenar os resíduos de amálgama</b>		
Água	13	92,9
Outro (álcool)	1	7,1
Total	14	100,0
<b>Destino dos resíduos de amálgama</b>		
Lixo hospitalar	4	30,8
Reciclagem	9	69,2
Total	13	100,0

Dos amalgamadores utilizados 73,3% (11) são dosadores, enquanto 26,6% (4) são em cápsulas. Os amalgamadores não estão em contato direto com o calor do sol, de estufas ou autoclaves e todas as Unidades de Saúde possuem ar condicionado como meio de refrigeração do consultório odontológico.

A American Dental Association - ADA (2003) recomenda que os consultórios odontológicos sejam bem ventilados e que os que possuem ar condicionado devem substituir seus filtros periodicamente.

Nos estudos de Oikawa et al. (2007) entre os graduandos de Odontologia do Centro de Ensino Superior do Estado do Pará – CESUPA, não há fonte de calor próximo ao mercúrio, as estufas e autoclaves são localizadas em outra sala e o único tipo de aparelho amalgamador utilizado na preparação do amálgama é em cápsula.

Bello et al. (2002) analisaram os questionários em relação à gestão do mercúrio entre trabalhadores da área de odontologia na Venezuela e observaram que todas as clínicas tinham sistemas centrais de ar condicionado e que este fato pode ter influenciado os valores de níveis de mercúrio em grupos expostos e não expostos terem sido iguais.

Ritchie et al. (2004) relataram que 45% dos dentistas à Oeste da Escócia utilizavam amalgamadores em cápsula.

Para Câmara et al. (1990) o aparelho de amalgamação mecânica de sistema capsular diminui a exposição do dentista ao mercúrio.

A FDI (2007b) recomenda o uso apenas de ligas de amálgama pré-encapsuladas, evitando o uso de ligas a granel e mercúrio elementar no consultório odontológico e após o uso recapar as cápsulas, armazená-las em um recipiente fechado e reciclá-las.

Pécora et al. (2002) demonstraram com base em análise química qualitativa, que as cápsulas de amálgama não podem ser descartadas no meio ambiente, pois elas estão contaminadas com mercúrio. As cápsulas devem ser estocadas e encaminhadas para um laboratório de recuperação de resíduos químicos.

A manutenção periódica dos amalgamadores é realizada em 53,3% (8) dos amalgamadores analisados, enquanto que em 46,7% (7) não é realizada.

Glina, Satut e Andrade (1997) realizaram um estudo para avaliar a exposição ocupacional ao mercúrio metálico de dentistas e assistentes em um módulo odontológico de uma Unidade Básica de Saúde de São Paulo e constatou que em relação aos processos que envolviam a manipulação do amálgama, os

trabalhadores da unidade utilizavam amalgamador mecânico dosador, apresentando problemas de vazamento na lateral e trituração deficiente.

Roberts, Leonard e Osborne (2001) avaliaram onze amalgamadores quanto aos níveis de vapor de mercúrio liberados e quatro tiveram suas peças internas com níveis acima dos limites de segurança, concluindo que os amalgamadores podem ser contaminados por mercúrio metálico.

No município de Barra do Garças há uma empresa contratada pela prefeitura para realizar manutenções periódicas nos equipamentos, incluindo os amalgamadores. Estas manutenções deveriam ser preventivas, mas o que se observa é que, na maioria das vezes a manutenção só é realizada quando o equipamento está com defeito.

A camurça é um tecido maleável, resistente, medindo no mínimo 15x15 cm e usada para a remoção do excesso de mercúrio do amálgama, por meio de torção, principalmente quando as dosagens do mercúrio e da liga não estão em proporções adequadas. Nas Unidades de Saúde entrevistadas 73,3% dos profissionais utilizam a camurça para este fim.

Xavier (2011) encontrou números bem próximos a este nos consultórios públicos em Araguaína – TO, 68,1% utilizam camurça para a torção do amálgama. Glina, Satut e Andrade (1997) também constataram o uso de camurça em seus estudos, principalmente pelo fato do amalgamador estar desregulado incorporando maior quantidade de mercúrio na liga de amálgama. Após utilizá-la a mesma era guardada em caixa metálica fechada.

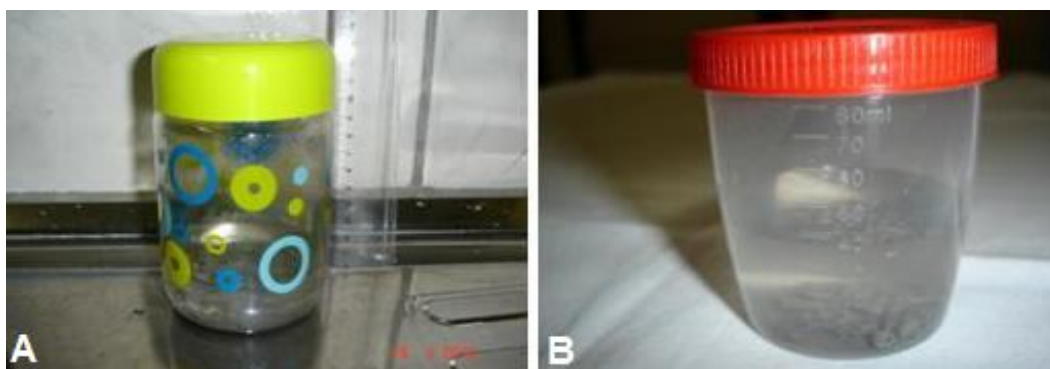
Em relação ao armazenamento dos frascos de mercúrio ou cápsulas de amálgama antes de serem utilizadas, 13,3% (2) é feito em armário aberto, 73,4% (11) em armário fechado, e 13,3% (2) em gaveta. A importância de armazenar esses materiais em locais seguros é pelo fato de evitar que ocorra acidente como cair no chão e quebrar ou derramar, contaminando o ambiente.

A maioria das Unidades 93,3% (14) armazena os resíduos de amálgama em algum recipiente para posteriormente descartá-la ou encaminhá-la para a reciclagem e apenas 6,7% (1) deposita os resíduos diretamente no lixo. Em relação à forma de armazenamento 33,3% (5) armazenam em recipiente de vidro com tampa e 60% (9) armazenam em recipiente de plástico com tampa (Figura 24).

A recomendação da ADA (2003) é colocar os resíduos de amálgama em recipientes inquebráveis e hermeticamente fechados.

Nazar, Pordeus e Werneck (2005) puderam observar que, dos Postos de Saúde Municipais de Belo Horizonte 46,3% (25) unidades armazenam seus resíduos de mercúrio em recipientes de vidro com água e 53,7% (29) em recipientes plásticos com água.

No estudo realizado por Xavier (2011) 51% dos participantes que responderam ao questionário relataram o uso de frasco de vidro para armazenamento dos resíduos, e 49% de plástico.



**Figura 24.** A) frasco de vidro com tampa B) frasco de plástico com tampa (2011)

Das Unidades de Saúde que armazenam seus resíduos em recipientes de vidro ou plástico, todos o fazem em algum tipo de líquido. Destes 93,3% (13) são em água e 7,7% (1) são em álcool. Xavier (2011) encontrou resultados próximos aos nossos, sendo que no seu estudo dos que responderam à questão 93% o armazenavam em água e 2,8% em álcool.

Souza (2008) analisou estudos que apontam os vapores de mercúrio proveniente da armazenagem inadequada dos resíduos de amálgama como sendo fonte de contaminação e que, embora a armazenagem em recipientes hermeticamente fechados contendo solução fixadora não seja uma solução definitiva é a prática mais adotada.

Vários autores realizaram estudos para analisar qual substância para o armazenamento dos resíduos de amálgama se manteria sem liberar vapores de

mercúrio por mais tempo.

Saquy (1996), conseguiu períodos de armazenagem sem a presença de vapor de mercúrio de 17 dias para o fixador radiográfico, 14 dias para a água, 9 dias para o óleo vegetal e de 3 dias para o álcool etílico, sendo esta última considerada a pior solução para armazenamento, para a temperatura de 25°C.

Xavier (2011) salienta que, considerando o armazenamento dos resíduos de amálgama, a temperatura de estocagem influencia na vaporização do mercúrio, recomendando estocá-la em geladeira. Em seus estudos obteve como resultados que a 37°C a solução comercial de limpeza contendo amoníaco foi a que apresentou melhor tempo para estocagem dos resíduos (19 dias), seguida do fixador de radiografias (12 dias), e da solução de bicarbonato de sódio a 50% (7 dias), pelo fato de serem barreiras químicas e as soluções a 4°C evitam a vaporização do Hg por mais que o dobro do tempo que a temperatura de 37°C, provavelmente por impedir a vaporização do Hg, que ocorre próximo a 20°C.

Após armazenagem dos resíduos de amálgama em recipientes com líquido 30,8% (2) das Unidades o encaminham ao lixo hospitalar e 69,2% (12) para a reciclagem.

De acordo com Dalla Costa et al. (2005) na cidade de Maringá, dentre os consultórios analisados que utilizam o amálgama odontológico, cerca de 15% descartam o resíduo em lixo doméstico ou em rede de esgoto que servem estes locais, 6% acumulam nos próprios consultórios (não possuem coleta), os demais (79%) se servem do serviço de coleta da prefeitura da cidade de Maringá, sendo o descarte feito em lixão.

Xavier (2011) relatou que em relação ao descarte do frasco com os resíduos de amálgama, 47,6% (39) dos entrevistados que responderam ao questionário disseram entregar para a vigilância sanitária; 37,8% (31) nunca descartaram; 8,5% (7) devolvem para funcionário da UBS; 3,7% (3) encaminham ao almoxarifado e 2,4% (2) jogam na fossa; porém não foi avaliado neste trabalho se os recipientes com amálgama eram encaminhados para recuperação do mercúrio e da prata.

Nazar, Pordeus e Werneck (2005) constataram que em Belo Horizonte nenhuma Unidade pesquisada encaminhava os resíduos de mercúrio para reciclagem.

Glina, Satut e Andrade (1997) e Micaroni, Bueno e Jardim (2000) salientam que os rejeitos e sobras de material contendo mercúrio devem ser recolhidos periodicamente e encaminhados a empresas que o recuperam, ou ser tratados e destinados à coleta adequada de lixo industrial.

No município de Barra do Garças os resíduos de amálgama encaminhados para a reciclagem são coletados por um técnico da empresa de reciclagem Apliquim Brasil Recicle que se desloca até o município para realizar a coleta. Segundo informações do técnico é coletado por volta de 2.000 a 3.000 kg de resíduos de amálgama em todo o Brasil e do material coletado se extrai mercúrio, prata, cobre e estanho. No entanto não há um tempo estipulado para a coleta, levando por volta de 1 ano a 1 ano e meio entre uma coleta e outra. Nesse período os resíduos de amálgama ficam armazenados em frascos com água ou álcool, conforme visto em nosso estudo, tornando-se potencialmente liberadores de vapor de mercúrio.

Saquy (1996) salienta que, caso os resíduos de amálgama não sejam tratados ou encaminhados para a reciclagem, pode ocorrer a contaminação do ambiente e reforça a tese de que o cirurgião-dentista não deve descartar os resíduos de amálgama direto na rede de esgoto, pois estará contaminando todo o ecossistema.

De acordo com a Apliquim (2012), ao chegar à empresa os resíduos de amálgama dentário e outros materiais mercuriais são inspecionados para a verificação de intercorrências e classificados de acordo com o tipo de resíduo. Após a recepção e verificação, os resíduos passam por uma fase de preparação para o processamento, que inclui desembalagem, ruptura e/ou desmanche, em seguida são carregados na retorta, onde passarão pelo processo de desmercurização. Nesta etapa, os resíduos mercuriais são aquecidos a uma temperatura de aproximadamente 480°C e baixa pressão. O mercúrio destilado é extraído com cerca de 99,9% de pureza e os demais materiais saem do processo descontaminados.

Iano et al. (2008) sugerem como método de recuperação de mercúrio de resíduos de amálgama a técnica de destilação à vácuo, substituindo a chama direta por um manto elétrico. Os resultados mostraram uma recuperação média de mercúrio em torno de 90% em 2 kg de amálgama, após 30 minutos de processamento, mostrando a otimização do procedimento e a recuperação de mercúrio de alta pureza, além da minimização de riscos físicos, químicos e



ergonômicos ao operador, promovendo saúde ambiental e economia de recursos energéticos pela substituição de uma fonte de energia finita (fósseis e orgânicos) por uma fonte de energia elétrica mais adequada ao meio ambiente.

Para Souza (2008) a substituição de restaurações de amálgama por restaurações de resina fotopolimerizável é relevante na redução do uso do mercúrio, no entanto, teoricamente, esta substituição provoca aumento na contaminação ambiental devido ao aumento dos resíduos de amálgama liberados pela troca de restaurações antigas por outras mais estéticas.

No entanto, Calderoni (1997) acredita que o processo de reaproveitamento de resíduos diminui a necessidade de aquisição de matéria prima e de descarte dos resíduos no meio ambiente, reduzindo o impacto ambiental.

O isolamento absoluto é um método de proteção utilizado em odontologia para proporcionar entre outros requisitos, a redução da contaminação da cavidade oral, diminuindo sensivelmente a contaminação ambiental durante o tratamento odontológico e a contaminação do paciente, pois impede que o paciente aspire resíduos de amálgama liberados na inserção ou remoção das restaurações.

Em relação ao isolamento absoluto, nenhum dentista o utiliza na inserção ou remoção do amálgama. Provavelmente por ser uma técnica com custo mais elevado além de aumentar o tempo gasto no procedimento.

Para Claro et al. (2003) uma das medidas utilizadas para a redução da exposição ao mercúrio no ambiente de trabalho dos profissionais, visando proteger também os pacientes, pode ser conseguida através do uso de isolamento absoluto durante a inserção ou remoção do amálgama.

Equipamentos de proteção individual são vestimentas ou acessórios que evitam o contato direto do profissional com substâncias potencialmente maléficas ao organismo.

Nas Unidades Básicas de Saúde do município de Barra do Garças todos os cirurgiões dentistas e auxiliares de saúde bucal usam EPI's (óculos, gorro, máscara, luva e jaleco).

Nos estudos de Souza (2008) a maioria dos profissionais utiliza os EPI's de forma correta.

Xavier (2011) observou que 80% dos entrevistados que responderam ao questionário utilizam luvas e máscaras durante o preparo do amálgama.

Harakeh et al. (2002) realizaram um estudo sobre os fatores que influenciam os níveis de mercúrio total entre os dentistas do Líbano e verificaram que 76% sempre usavam luvas, 69% máscara e 54% óculos de proteção, enquanto o restante os usavam ocasionalmente. Relacionando o uso de EPI's com a quantidade de mercúrio presente no cabelo, obtiveram resultados significativos para uso de luvas e máscaras, associando uma redução na concentração de mercúrio, enquanto que para o uso de óculos de proteção esta diferença não foi estatisticamente significativa.

Zolfaghari et al. (2007) compararam o uso de máscaras de proteção pelos dentistas iranianos na preparação de amálgama odontológico e as concentrações de mercúrio no cabelo e observaram uma diminuição significativa da contaminação, impedindo a sua inalação.

Quando questionados sobre o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Odontológicos – PGRSO nenhuma Unidade disse possuir. Alguns dentistas desconhecem o que é ou do que trata o PGRSO. Apenas uma Unidade relata ter o PGRSS da Unidade Básica de Saúde, mas sem especificações detalhadas do gerenciamento dos resíduos odontológicos.

Nas Unidades de Saúde da Família de Juazeiro do Norte (ALMEIDA et al., 2009) e nos Postos de Saúde Municipais de Belo Horizonte (NAZAR; PORDEUS; WERNECK, 2005) também não possuem PGRSS.

Dalla Costa et al. (2005) salientam a importância de estabelecer um PGRSS, pois as altas concentrações de mercúrio e prata encontradas em resíduos de amálgama e seu descarte incorreto levam a uma preocupação quanto ao potencial risco de contaminação ambiental oferecido por estes resíduos.

Ozbek e Sanin (2004) realizaram um estudo sobre os resíduos sólidos odontológicos produzidos em uma escola de odontologia na Turquia e verificaram que não existe uma regra relacionada à gestão de amálgama na Universidade. O amálgama não é recolhido e tratado como resíduo perigoso e não existe uma regra específica para o amálgama solidificado. Portanto, os dentes extraídos contendo restaurações de amálgama são dispensados como resíduos sólidos comuns e

partículas de amálgama são eliminadas no sistema de canalização de esgoto após as operações dentárias.

A coleta e o transporte externo dos resíduos sólidos de saúde das Unidades Básicas de Saúde, incluindo os resíduos odontológicos são realizados pela empresa terceirizada – Evoluservice Ambiental Ltda., com matriz em Goiânia - GO, contratada pela Prefeitura Municipal de Barra do Garças por meio de licitação.

Segundo a empresa o transporte dos resíduos do grupo A, B e E é realizado por veículo Fiorino Baú e a coleta é realizada em dias alternados. O destino final dos resíduos é a vala séptica do Aterro Sanitário Municipal de Barra do Garças.

O transporte dos resíduos do grupo D é realizado por caminhão compactador de 14 m<sup>3</sup>, diariamente, no período noturno e o destino final é a vala comum do aterro sanitário municipal de Barra do Garças.

O Quadro 3 apresenta a identificação, o volume, a frequência da coleta e o destino final dos resíduos coletados nos consultórios odontológicos das UBS.

**Quadro 3.** Identificação e quantificação dos resíduos sólidos por consultório odontológico

Código dos resíduos	Descrição	Volume (L/coleta)	Frequência da coleta	Destino final
A	Resíduo Infectante ou Biológico	15 L	3 vezes por semana	Vala séptica do aterro de Barra do Garças
B	Resíduo Químico Farmacêutico	15 L	3 vezes por semana	Vala séptica do aterro de Barra do Garças
D	Resíduo Comum	15 L	Diariamente	Vala comum do aterro de Barra do Garças
E	Materiais Perfuro Cortantes	15 L	Mensalmente	Vala séptica do aterro de Barra do Garças

Nenhum consultório odontológico pesquisado possui bomba a vácuo, somente bomba de sucção não sendo de alta potência. A bomba à vácuo tem maior eficácia na sucção dos resíduos de amálgama, principalmente durante a remoção de restaurações antigas, levando à menor contaminação do paciente e profissionais pela aspiração de vapor de mercúrio.

Harakeh et al. (2002) investigaram a frequência do uso de sucção de alta potência e dentre os dentistas incluídos 66% sempre usaram bomba de sucção de alta velocidade, enquanto que 34% dos dentistas utilizavam irregularmente. Ao realizar a análise estatística em relação à concentração de mercúrio no cabelo não houve diferença significativa.

A média obtida da quantidade de restaurações de amálgama (Tabela 8) realizadas nas Unidades de Saúde foi de 65,20, no entanto observa-se que quando se analisa o desvio padrão a diferença entre os números é elevada. Provavelmente esta variação se deva pela preferência do profissional na escolha pelo material, já que o município dispõe de ambos os materiais. O profissional que relatou não realizar nenhuma restauração de amálgama na Unidade é recém-formado e disse não ter o hábito de fazê-la na Faculdade, realizando apenas restaurações de resina.

**Tabela 8.** Média da quantidade de restaurações de amálgama realizadas mensalmente nas Unidades Básicas de Saúde

[Hg] $\mu\text{g.g}^{-1}$	n	Média	DP	Min	Máx
Restaurações de amálgama mensal	15	65,20	82,39	0,00	284,00

Segundo Souza (2008) das clínicas avaliadas que utilizam o amálgama odontológico como rotina no atendimento, evidenciou-se que a média diária de restaurações das clínicas públicas (10) foi em sua totalidade de 26 a 30, supondo que o profissional trabalhe 20 dias no mês esse valor será de aproximadamente 520 a 600 restaurações mensais.

De acordo com Ritchie et al. (2004) o número de restaurações de amálgama realizados por semana foi uma média de 35,5.

Drummond, Cailas e Croke (2003) baseando-se em levantamento da ADA estimaram que os dentistas (6.455) no Estado de Illinois – EUA têm o potencial para gerar 947 kg de mercúrio que não entraram em contato com o paciente por ano, o que é reciclável, e 144 kg de mercúrio que entraram em contato que tem o potencial para ser descartado no meio ambiente, ou ser parcialmente reciclado.

Por meio da quantidade de restaurações de amálgama realizadas mensalmente pode-se fazer uma estimativa da quantidade de resíduos produzidos pelas Unidades de Saúde do município de Barra do Garças.

Barbin, Spanó e Pécora (2011) fizeram cálculos estimando a quantidade de mercúrio descartado no meio ambiente na forma de amálgama dentário. Os autores basearam-se na suposição de que para cada restauração são preparadas, em média, 2 g de amálgama, havendo uma sobra de 30% (0,6 g) do que é amalgamado. Esse 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 g de mercúrio.

Usando esse valor como referência e como foi verificado no presente estudo a quantidade de 978 restaurações de amálgama realizadas pelas 15 Unidades de Saúde, pode-se estimar que a quantidade de resíduos de amálgama produzidos por mês é de 586,8 g, o que significa 293,4 g de mercúrio. Transformando esses valores para um ano terá 7.041 g de resíduos de amálgama e 3.520 g de mercúrio por ano lançados ao meio ambiente ou reciclados.

Usando o teste Pearson (Tabela 9) para correlacionar a quantidade de restauração de amálgama mensal com a quantidade de mercúrio no cabelo dos cirurgiões dentistas o resultado obtido foi uma relação fraca e sem diferença significativa.

**Tabela 9.** Correlação da quantidade de restaurações de amálgama mensal e concentração de mercúrio total nos cirurgiões dentistas

[Hg] $\mu\text{g.g}^{-1}$	Cirurgião Dentista
Restaurações de amálgama mensal	
<b>r</b>	0,09
<b>p</b>	0,742

Para Zolfaghari et al. (2007), quanto ao número de restaurações de amálgama feitas por dia, 47% dos dentistas realizavam 5 restaurações ou menos e 53% realizavam mais de 5 restaurações de amálgama por dia. Porém, não houve diferença significativa nas concentrações de Hg registrados entre os dois grupos.

No estudo de Harakeh et al. (2008) os dentistas foram divididos em dois grupos quanto ao número de restaurações de amálgama realizadas. Quarenta e um dentistas realizaram de 0 a 5 restaurações e 55 dentistas realizaram mais de 5 restaurações de amálgama por dia. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos.

### 5.3 Caracterização dos entrevistados e análise das concentrações de mercúrio no cabelo

A tabela 10 mostra a distribuição dos entrevistados quanto às características pessoais e de trabalho, distribuída pelos grupos profissionais.

**Tabela 10.** Características pessoais e de trabalho dos grupos: Cirurgião Dentista (CD), Auxiliar de Saúde Bucal (ASB) e Agente Comunitário de Saúde (ACS)

<b>Variáveis</b>	<b>CD</b>		<b>ASB</b>		<b>ACS</b>	
<b>Sexo</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Masculino	8	53,3	-	-	2	13,3
Feminino	7	46,7	15	100,0	3	86,7
<b>Faixa Etária</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
20 a 25 anos	1	6,7	1	6,7	1	6,7
26 30 anos	1	6,7	3	20,0	4	26,7
31 a 35 anos	5	33,3	4	26,7	4	26,7
36 a 40 anos	4	26,7	4	26,7	2	13,3
41 a 45 anos	2	13,3	2	13,3	4	26,7
Acima de 46	2	13,3	1	6,7	-	-
<b>Grau de Instrução</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Fund. incompleto	-	-	1	6,7	-	-
2º grau incompleto	-	-	-	-	2	13,3
2º grau completo	-	-	11	73,3	12	80,0
Superior incompleto	-	-	2	13,3	1	6,7
Superior completo	15	100,0	1	6,7	-	-
<b>Tempo de Serviço</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Menos de 1 ano	1	6,7	3	20,0	2	13,3
1 a 5 anos	1	6,7	6	40,0	3	20,0
6 a 15 anos	8	53,3	5	33,3	10	66,7
Mais de 16 anos	5	33,3	1	6,7	-	-

Em relação à variável sexo verifica-se que, entre os dentistas entrevistados, 53,3% (8) são do sexo masculino e 46,7% (7) são do sexo feminino.

Câmara et al. (1990) realizaram um estudo comparativo dos efeitos da utilização de mercúrio por dentistas e encontraram 55,2% dos participantes do sexo masculino em seu grupo de estudo e 44,8% do sexo feminino.

A amostra dos dentistas entrevistados para a avaliação da exposição ocupacional e ambiental ao mercúrio entre dentistas iranianos também consistiu da maioria ser do sexo masculino 54% (54) e 46% (46) do sexo feminino (ZOLFAGHARI et al., 2007).

Entre o grupo ASB, 100% (15) são do sexo feminino. De acordo com Xavier (2011) a profissão de ASB é culturalmente voltada para mulheres, uma vez que a ASB além de auxiliar o CD nas atividades clínicas, acaba exercendo também o trabalho de secretária. Em sua pesquisa 90,3% das ASB's eram do sexo feminino.

Nazar, Pordeus e Werneck (2005) também avaliaram as ASB's em um estudo em Belo Horizonte e identificaram como todas sendo do sexo feminino.

Quanto ao grupo controle (ACS) deste estudo, 86,7% (13), a maioria são mulheres, corroborando com a pesquisa de Ritchie et al. (2004) que obtiveram 53% em seu grupo controle.

Em relação à faixa etária do grupo CD, a maioria se apresentou entre 31 a 40 anos, 60,0% (9); para o grupo ASB a maioria também se encontrou entre 31 a 40 anos, 53,4% (8) e o grupo ACS ou controle a maior faixa etária encontrada foi entre 26 a 35 anos, 53,4% (8), obtendo aproximadamente a mesma média de Ritchie et al. (2002) em sua pesquisa: 39,3 anos de idade para o grupo dos dentistas e 32,1 anos para o grupo controle.

Em relação à escolaridade do grupo ASB, 6,7% (1) relatou possuir ensino fundamental incompleto, as auxiliares que trabalhavam exercendo a função antes da promulgação da lei nº 11.889 de 24 de dezembro de 2008 que regulamenta o exercício das profissões de Técnico em Saúde Bucal (TSB) e de Auxiliar de Saúde Bucal (ASB) ficaram resguardadas do direito ao registro e inscrição no Conselho de Classe sem necessitar do curso de formação e sem possuir escolaridade necessária, no caso ensino fundamental completo (BRASIL, 2008). A maioria 73,3% (11) possui o 2º grau completo indo de encontro ao estudo de Nazar, Pordeus e

Werneck (2005) onde 70,4% (38) tinham completado o ensino secundário.

Entre o grupo ACS a maioria, 80% (12) possui o 2º grau completo, mesmo sendo necessário apenas o ensino fundamental completo para ingressar na profissão de agente comunitário de saúde.

Moen, Hollund e Riise (2008) encontraram níveis semelhantes de tempo de estudo quando compararam o grupo dos auxiliares com o grupo controle.

Entre os dentistas entrevistados, 53,3% (8) têm entre 6 e 15 anos de profissão e 33,3% (5) têm mais de 16 anos de profissão. Zolfaghari et al. (2007) encontraram entre os dentistas 33% com 0 a 8 anos de experiência, 46% com 8 a 16 anos e 21% com mais de 16 anos de experiência.

No grupo ASB 40% (6) possui de 1 a 5 anos de profissão e 33,3% (5) de 6 a 15 anos, enquanto Nazar, Pordeus e Werneck (2005) obtiveram no seu grupo de estudo (ASB), a maioria, 68,5% na faixa entre 5 a 10 anos no exercício da função.

No grupo ACS, 66,7% (10) possuem de 6 a 15 anos de profissão. Se compararmos os grupos quanto ao tempo de serviço podemos observar que os dentistas são os que mais tempo de serviço têm na profissão, seguido pelos agentes comunitários de saúde.

Para Moen, Hollund e Riise (2008) o grupo dos auxiliares de saúde bucal possuía mais anos de trabalho do que o grupo controle, sendo que 50% dos auxiliares tinham mais de 30 anos de profissão.

Em relação aos grupos estudados foram coletadas e analisadas 45 amostras de cabelo para quantificação de mercúrio total. Na Tabela 11 são descritos os valores da concentração de mercúrio para cada participante do estudo e a média de cada grupo. Os grupos foram separados por profissão sendo dois grupos “expostos”: o CD e o ASB e um grupo “não exposto” ou controle: o ACS. Cada número de amostra corresponde a um indivíduo diferente que participou do estudo.

O valor utilizado como referência é o da OMS, que é  $2 \mu\text{g.g}^{-1}$  de mercúrio total no cabelo (WHO, 1990). Comparando os valores obtidos com esses valores de referência verifica-se que das amostras analisadas, apenas um participante do grupo ASB, considerado exposto, apresentou valor acima da referência:  $2,05 \mu\text{g.g}^{-1}$ , porém muito próximo ao valor de normalidade. O restante dos participantes apresentaram



valores abaixo do limite, sendo considerados não contaminados pelo mercúrio.

**Tabela 11.** Concentração de mercúrio total em amostras de cabelo nos grupos CD, ASB e ACS

CD	[Hg] $\mu\text{g.g}^{-1}$	ASB	[Hg] $\mu\text{g.g}^{-1}$	ACS	[Hg] $\mu\text{g.g}^{-1}$
1	1,22	1	0,85	1	1,04
2	0,97	2	0,87	2	0,62
3	0,84	3	1,43	3	1,03
4	0,53	4	0,96	4	0,72
5	1,40	5	0,62	5	0,82
6	1,63	6	0,67	6	1,39
7	1,12	7	1,08	7	0,98
8	1,39	8	0,71	8	0,84
9	1,15	9	1,73	9	0,73
10	0,93	10	2,05	10	1,11
11	0,82	11	1,53	11	1,29
12	0,74	12	1,64	12	0,53
13	1,05	13	1,12	13	0,87
14	1,85	14	0,88	14	0,96
15	0,83	15	1,95	15	0,84
Média	1,10		1,21		0,92

Na Tabela 12 observam-se as médias e intervalos das concentrações de mercúrio encontradas no cabelo dos cirurgiões dentistas, auxiliares de saúde bucal e agentes comunitários de saúde.

**Tabela 12.** Relação da concentração de mercúrio total entre os grupos CD, ASB e ACS

[Hg] $\mu\text{g.g}^{-1}$	n	Média	DP	Min	Máx	p
Grupo						
CD	15	1,10	0,35	0,53	1,85	
ASB	15	1,21	0,48	0,62	2,05	
ACS	15	0,92	0,23	0,53	1,39	
Total	45	1,07	0,38	0,53	2,05	0,079

Teste Anova

A média para o grupo ASB foi a mais elevada, com teor de  $1,21 \mu\text{g.g}^{-1}$ . A segunda maior média foi para o grupo CD, com teor de  $1,10 \mu\text{g.g}^{-1}$ . O grupo controle

foi o que obteve a menor média com teor de  $0,92 \mu\text{g.g}^{-1}$ . Mesmo os grupos expostos (CD e ASB) apresentando teores mais elevados que o grupo controle (ACS) não foram encontradas diferenças significativamente estatísticas entre eles ( $p= 0,079$ ). Pode-se inferir que, apesar dos teores de mercúrio não representarem exposição, os grupos expostos tendem a uma concentração mais elevada de mercúrio no organismo.

Câmara et al. (1990), obtiveram média para o grupo de estudo de 1,76 ppm e grupo controle de 1,44 ppm, denotando valores mais elevados que o do presente estudo.

Harakeh et al. (2002) encontraram em 25,25% dos dentistas analisados nível de mercúrio no cabelo acima de  $5 \mu\text{g.g}^{-1}$ , destes 7,07% tinham uma concentração de aproximadamente  $10 \mu\text{g.g}^{-1}$ . No entanto, a média geral foi de  $4,11 \mu\text{g.g}^{-1}$ .

Para Bello et al. (2002) a média aritmética de Hg presente no cabelo para o grupo exposto foi de  $2,07 \pm 2,23 \mu\text{g.g}^{-1}$ ; enquanto que a média obtida para o grupo controle foi de  $2,65 \pm 2,06 \mu\text{g.g}^{-1}$  e as concentrações de Hg no cabelo de ambos os grupos foram estatisticamente insignificantes.

Zolfaghari et al. (2007) também não encontraram diferença significativa entre os grupos estudados (dentistas, auxiliares e controle). Os resultados obtidos em seu estudo indicaram que entre 100 dentistas testados, 25% deles tinham concentrações de Hg média de  $9,84 \mu\text{g.kg}^{-1}$ , 22% deles média de  $10,72 \mu\text{g.kg}^{-1}$  e 7% média de  $16,56 \mu\text{g.kg}^{-1}$ . No entanto, a média total de mercúrio no cabelo foi  $2,84 \mu\text{g.kg}^{-1}$ .

Ritchie et al. (2002) encontraram média geométrica da concentração de mercúrio no cabelo de 1,82 vezes maior no grupo de dentistas comparado ao grupo controle.

Na Tabela 13, ao analisar a variável sexo para os grupos CD e ACS verifica-se que a média para o sexo masculino foi maior para ambos os grupos (CD=  $1,17 \mu\text{g.g}^{-1}$  e ACS=  $0,98 \mu\text{g.g}^{-1}$ ), no entanto não houve diferença significativa entre eles, corroborando com os estudos de Zolfaghari et al. (2007) que não apresentaram efeito significativo de gênero em relação à concentração de mercúrio no cabelo.

Oikawa et al. (2007) não encontraram significância estatística para os valores médios de mercúrio urinário e sua relação com o sexo, em graduando de odontologia.

**Tabela 13.** Concentração de mercúrio total nos grupos CD e ACS em relação à variável sexo

[Hg] $\mu\text{g.g}^{-1}$	CD			ACS		
Sexo	n	Média	p	n	Média	p
Masculino	8	1,17		2	0,98	
Feminino	7	1,02		13	0,91	
Total	15	1,10	0,437	15	0,92	0,726

Teste t Student

Ao analisar o tempo de serviço na Tabela 14, o grupo CD teve mais participantes com mais de 16 anos de profissão, quando comparado aos grupos ASB e ACS e também obteve maior média ( $1,28 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) de concentração de mercúrio que os demais. No entanto, ao analisar a média para ASB e ACS verifica-se que o mesmo não ocorre, sendo que a média mais elevada foi encontrada para os profissionais com menos de 1 ano de profissão (ASB=  $1,56 \mu\text{g.g}^{-1}$  e ACS=  $1,01 \mu\text{g.g}^{-1}$ ). Quando comparados estatisticamente, não se observa diferença entre a concentração de mercúrio e o tempo de serviço.

**Tabela 14.** Concentração de mercúrio total nos grupos CD, ASB e ACS em relação à variável tempo de serviço

[Hg] $\mu\text{g.g}^{-1}$	CD			ASB			ACS		
Tempo de serviço	n	Média	p	n	Média	p	n	Média	p
< de 1 ano	1	1,15		3	1,56		2	1,01	
1 a 5 anos	1	1,22		6	1,08		3	0,90	
6 a 15 anos	8	0,96		5	1,24		10	0,91	
> de 16 anos	5	1,28		1	0,71		-	-	
Total	15	1,10	0,496	15	1,21	0,406	15	0,92	0,870

Teste Anova

Em relação ao consumo de bebida alcoólica observa-se que para as três profissões a média mais elevada de concentração de mercúrio foi para o grupo que consome bebida alcoólica, como visto na Tabela 15. Mesmo com a concentração maior de mercúrio no organismo dos que consomem bebida alcoólica, ao analisar

estatisticamente os dados, comprova-se que essa diferença não é significativa.

**Tabela 15.** Concentração de mercúrio total nos grupos CD, ASB e ACS em relação à variável consumo de bebida alcoólica

[Hg] $\mu\text{g.g}^{-1}$	CD			ASB			ACS		
Consumo bebida alcoólica	n	Média	p	n	Média	p	n	Média	p
Não	6	1,06		10	1,13		11	0,90	
Sim	9	1,12		5	1,37		4	0,97	
Total	15	1,10	0,737	15	1,21	0,372	15	0,92	0,606

Teste t Student

Moen, Hollund e Riise (2008) realizaram uma pesquisa com auxiliares de saúde bucal na Noruega e quando compararam a variável: consumo de bebida alcoólica com o grupo controle constataram que os auxiliares relataram maior consumo.

Ritchie et al. (2004) também não encontraram diferença significativa no consumo de álcool entre os dentistas e o grupo controle.

Dentre os profissionais pesquisados, o único grupo que possui fumante é o do ASB, no entanto, ao analisar na Tabela 16 a média das concentrações de mercúrio, verifica-se média mais elevada para os não fumantes ( $1,24 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) que para os fumantes ( $1,09 \mu\text{g.g}^{-1}$ ), mesmo o cigarro apresentando altos teores de mercúrio em sua composição. Ao comparar estatisticamente conclui-se que não há diferença significativa entre eles.

**Tabela 16.** Concentração de mercúrio total no grupo ASB em relação à variável hábito de fumar

ASB	n	Média	DP	Min	Máx	p
<b>Hábito de fumar</b>						
Não	12	1,24	0,51	0,62	2,05	
Sim	3	1,09	0,36	0,71	1,43	
Total	15	1,21	0,48	0,62	2,05	0,646

Teste t Student

Zolfaghari et al. (2007) verificaram que para o grupo de dentistas, 14% (14) eram fumantes e 86% (86) eram não fumantes. O teor de mercúrio no cabelo também não foi afetado pela variável tabagismo.

Moen, Hollund e Riise (2008) encontraram mais fumantes entre o grupo controle do que os auxiliares de saúde bucal.

O consumo de peixe é um fator importante, pois em áreas contaminadas por mercúrio pode ocorrer bioacumulação e biomagnificação do mercúrio nos peixes, e o indivíduo, ao consumir o peixe contaminado, eleva os níveis de mercúrio no próprio organismo, levando também à contaminação humana.

Ao analisar a variável consumo de peixe na Tabela 17, verifica-se que no grupo CD a média mais elevada de concentração de mercúrio foi para os que não consomem peixe ( $1,24 \mu\text{g.g}^{-1}$ ), indo contra os resultados encontrados para o grupo ACS que obtiveram a maior média ( $1,19 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) para os que consomem peixe 3 vezes ou mais na semana. Estatisticamente não se encontrou diferença significativa.

**Tabela 17.** Concentração de mercúrio total nos grupos CD e ACS em relação à variável consumo de peixe

[Hg] $\mu\text{g.g}^{-1}$	CD			ACS		
Consumo de peixe	n	Média	p	n	Média	p
Não come peixe	2	1,24		2	0,88	
Uma vez no mês	6	1,02		8	0,90	
Uma vez na semana	6	1,13		3	0,83	
3 vezes ou +/semana	1	1,15		2	1,19	
Total	15	1,10	0,904	15	0,92	0,398

Teste Anova

No estudo de Zolfaghari et al. (2007) 80% consumiam peixes e frutos do mar  $\leq 3$  vezes por mês e 20% > que 3 vezes por mês e apresentaram diferença estatística na concentração de mercúrio no cabelo entre os dois grupos (média=  $2,84 \mu\text{g.kg}^{-1}$ ).

Harakeh et al. (2008) dividiram dois grupos com base no número de consumo de peixe e frutos do mar, 53% (52) dos dentistas  $\leq 3$  vezes por mês enquanto o restante dos dentistas consumiram mais de 3 vezes por mês. No entanto não houve

diferença significativa na concentração de mercúrio entre os grupos.

Para Ritchie et al. (2004) os dentistas relataram que comeram significativamente mais refeições que incluem peixe ou frutos do mar por semana do que o grupo controle.

No presente estudo compararam-se algumas variáveis relacionadas aos problemas de saúde e sintomas sentidos recentemente pelos profissionais.

Quanto ao problema de visão (Tabela 18), observa-se que nos grupos CD e ASB a média para os que responderam ter algum problema de visão foi mais elevada (CD= 1,10  $\mu\text{g.g}^{-1}$  e ASB= 1,38  $\mu\text{g.g}^{-1}$ ), porém para o grupo ACS a média da concentração de mercúrio foi maior para os que responderam não ter problema de visão (0,96  $\mu\text{g.g}^{-1}$ ), concluindo com as análises estatísticas nenhuma diferença significativa em relação aos grupos.

**Tabela 18.** Concentração de mercúrio total nos grupos CD, ASB e ACS em relação à variável problema de visão

[Hg] $\mu\text{g.g}^{-1}$	CD			ASB			ACS		
Problema de visão	n	Média	p	n	Média	p	n	Média	p
Não	6	1,09		10	1,12		9	0,96	
Sim	9	1,10		5	1,38		5	0,92	
Nunca consultou o médico, mas não enxerga bem	-	-		-	-		1	0,53	
Total	15	1,10	0,935	15	1,21	0,348	15	1,21	0,230

Teste Anova e T Student

Em relação ao problema de audição (Tabela 19) dois profissionais CD relataram apresentar ter problemas e dois disseram não ouvir bem, mas nunca consultaram o médico para confirmar o problema. Analisando estatisticamente os resultados, verificou que não há relação do problema de visão com a concentração de mercúrio no organismo. Para o dentista o problema pode estar mais relacionado com o barulho da caneta de alta rotação ao longo da profissão do que com a concentração de mercúrio.

**Tabela 19.** Concentração de mercúrio total no grupo CD em relação à variável problema de audição

CD	n	Média	DP	Min	Max	p
<b>Problema de audição</b>						
Não	11	1,10	0,39	0,53	1,85	
Sim	2	0,88	0,07	0,83	0,93	
Nunca consultou o médico, mas não ouve bem	2	1,31	0,13	1,22	1,40	
Total	15	1,10	0,35	0,53	1,85	0,513

Teste Anova

A tabela 20 apresenta os sintomas relatados recentemente pelos cirurgiões dentistas.

**Tabela 20.** Frequência dos sintomas relatados pelo grupo CD

CD	n	%	Média	p
<b>Ansiedade</b>				
Não	5	33,3	1,31	
Sim	10	66,7	0,99	
Total	15	100	1,10	0,106
<b>Dificuldade de prestar atenção</b>				
Não	9	60,0	1,14	
Sim	6	40,0	1,03	
Total	15	100	1,10	0,583
<b>Falhas de memória</b>				
Não	6	40,0	1,05	
Sim	9	60,0	1,13	
Total	15	100	1,10	0,705
<b>Insônia</b>				
Não	13	86,6	1,07	
Sim	2	13,3	1,30	
Total	15	100	1,10	0,418
<b>Mudanças de humor</b>				
Não	11	73,3	1,09	
Sim	4	26,7	1,11	
Total	15	100	1,10	0,953
<b>Nervosismo</b>				
Não	11	73,3	1,04	
Sim	4	26,7	1,27	
Total	15	100	1,10	0,272

Teste t Student

Em relação à ansiedade e falhas de memória os valores obtidos foram 66,7% e 60%, respectivamente. No entanto, a média mais elevada ( $1,31 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) para concentração de mercúrio foi para os que não apresentaram ansiedade (33,3%).

Os dentistas que sofrem de insônia (13,3%), apesar de serem a minoria, obtiveram média de concentração de mercúrio mais elevada ( $1,30 \mu\text{g.g}^{-1}$ ).

Em relação às mudanças de humor, 73,3% relataram sofrer deste sintoma, mas a média foi maior para os que não sofrem  $1,11 \mu\text{g.g}^{-1}$  contra  $1,09 \mu\text{g.g}^{-1}$  para os que sofrem. Para o nervosismo, a média mais elevada foi para os 26,7% ( $1,27 \mu\text{g.g}^{-1}$ ). Ao fazer a análise estatística não verificou diferença significativa dos sintomas em relação à concentração de mercúrio.

Na Tabela 21 observam-se os sintomas relatados recentemente pelas auxiliares de saúde bucal.

**Tabela 21.** Frequência dos sintomas relatados pelo grupo ASB

ASB	n	%	Média	p
Ansiedade				
Não	2	13,3	1,02	0,573
Sim	13	86,6	1,23	
Total	15	100	1,21	
Dificuldade de prestar atenção				
Não	10	66,6	1,35	0,092
Sim	5	33,3	0,91	
Total	15	100	1,21	
Falhas de memória				
Não	10	66,6	1,33	0,166
Sim	5	33,3	0,96	
Total	15	100	1,21	
Insônia				
Não	7	46,7	1,18	0,836
Sim	8	53,3	1,23	
Total	15	100	1,21	
Mudanças de humor				
Não	7	46,7	1,30	0,503
Sim	8	53,3	1,13	
Total	15	100	1,21	
Nervosismo				
Não	6	40,0	0,99	0,153
Sim	9	60,0	1,35	
Total	15	100	1,21	

Teste t Student



A maioria das auxiliares de saúde bucal, 86,6% (13) sofre de ansiedade, 66,6% (10) de falhas de memória, 53,3% (8) insônia, 53,3% (8) mudanças de humor e 60,0% (9) de nervosismo. A concentração média de mercúrio total para esses sintomas também foi mais elevada para as que responderam positivamente.

Ao analisar a média da concentração de mercúrio para o sintoma mudanças de humor observa-se que o grupo que respondeu negativamente 46,7% (7), a minoria, obteve a média mais elevada de 1,30  $\mu\text{g.g}^{-1}$ . No entanto, não foi verificada diferença significativamente estatística.

Na tabela 22 apresentam-se os sintomas recentemente relatados pelos agentes comunitários de saúde.

**Tabela 22.** Frequência dos sintomas relatados pelo grupo ACS

ACS	n	%	Média	p
Depressão				
Não	12	80,0	0,93	0,630
Sim	3	20,0	0,86	
Total	15		0,92	
Dificuldade de prestar atenção				
Não	8	53,3	0,91	0,894
Sim	7	46,6	0,93	
Total	15	100	0,92	
Falhas de memória				
Não	5	33,3	0,98	0,475
Sim	10	66,6	0,89	
Total	15	100	0,92	
Insônia				
Não	11	73,3	0,96	0,233
Sim	4	26,6	0,80	
Total	15	100	0,92	
Mudanças de humor				
Não	5	33,3	0,97	0,533
Sim	10	66,6	0,89	
Total	15	100	0,92	
Nervosismo				
Não	3	20,0	0,90	0,868
Sim	12	80,0	0,92	
Total	15	100	0,92	

Teste t Student

Dos sintomas relatados somente falhas de memória 66,6% (10), mudanças de humor 66,6% (10) e nervosismo 80% (12) são sentidos pela maioria dos entrevistados.

Ritchie et al. (2002) estudaram a saúde e o funcionamento neuropsicológico dos dentistas expostos ao mercúrio e constataram que os dentistas foram significativamente mais propensos a relatar falhas de memória do que o grupo controle (25,9% x 9,4%).

No estudo de Moen, Hollund e Riise (2008) os auxiliares de saúde bucal relataram significativamente mais sintomas neurológicos, sintomas psicossomáticos, perda de memória, dificuldades de concentração, fadiga e distúrbios do sono do que o grupo controle, sendo que a perda de memória pareceu ser o mais importante.

## 6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que em relação ao solo não há contaminação do aterro sanitário onde são depositados os resíduos de amálgama, sendo que os valores encontrados estão abaixo dos valores de prevenção encontrados na legislação. Mesmo os valores sendo extremamente baixos observaram-se maiores concentrações de mercúrio na vala séptica e vala comum quando comparados à área externa do aterro que não recebe depósito de resíduos, sendo a direção leste da vala séptica estatisticamente mais significativa.

No que concerne à exposição ao mercúrio durante o preparo, manuseio e descarte do amálgama observa-se a necessidade de substituir os amalgamadores dosadores por capsulares e manter a manutenção preventiva constante. A equipe odontológica deve receber capacitação permanente sobre medidas de prevenção de exposição ocupacional, pois, mesmo não verificando níveis elevados de concentração de mercúrio nos grupos expostos (cirurgiões dentistas e auxiliares de saúde bucal) observaram-se falhas no preparo, manuseio e descarte desses materiais.

Sugere-se à Secretaria Municipal de Saúde criar um mecanismo de coleta e encaminhamento dos resíduos de amálgama para a reciclagem em período não superior a 15 dias, para evitar a contaminação ambiental por vapor de mercúrio nos consultórios odontológicos.

Em relação à concentração de mercúrio analisado no cabelo dos grupos estudados, apesar de não haver diferença significativamente estatística, os grupos de estudo (CD e ASB) apresentaram concentrações maiores quando comparados ao grupo controle (ACS).

Esses resultados sugerem a necessidade de monitoramento biológico periódico para posterior comparação com os resultados obtidos.

A partir dos sintomas recentemente relatados pelos participantes, sugere-se avaliação neurológica e psicológica específica da equipe odontológica para avaliar a possível relação dos sintomas com a exposição ocupacional ao mercúrio.

Como foram observadas falhas quanto ao cumprimento das normas de gerenciamento dos resíduos sólidos de saúde e apontando a necessidade do serviço público em ter e seguir protocolos conforme a legislação foi elaborada uma descrição do gerenciamento dos resíduos odontológicos de uma Unidade Básica de Saúde para ser anexada ao PGRSS já existente nas Unidades de Saúde da Família.

Para o manejo dos resíduos odontológicos das Unidades de Saúde da Família as rotinas adotadas deverão ser:

- Na sala clínica descartar os resíduos do grupo A ou lixo contaminado em lixeira branca de 20 litros com tampa e pedal em saco branco leitoso. Após atingir dois terços do volume, o saco deverá ser retirado, vedado e encaminhado diretamente para o armazenamento externo. Os resíduos do grupo D ou lixo comum deverão ser armazenados em lixeira de 20 litros com tampa, acionada a pedal em saco preto.
- Utilizar lixeira individual no equipo odontológico com saco impermeável, para recolhimento do material utilizado no paciente em atendimento e descartado imediatamente após sua saída, sendo o descarte realizado na lixeira do grupo A.
- Os resíduos perfuro cortantes deverão ser descartados em caixa rígida (Descarpax), resistentes à punctura, ruptura e vazamento, com tampa, devidamente identificada.
- As sobras de amálgama deverão ser descartadas em pote de plástico com tampa rosqueável contendo água em seu interior.
- O expurgo deverá conter uma lixeira branca de 20 litros com tampa e pedal com saco branco leitoso para recolhimento dos resíduos do grupo A e uma lixeira também de 20 litros com tampa, acionada a pedal com saco preto para recolhimento dos resíduos do grupo D.
- A copa, o banheiro e a recepção deverão conter lixeiras brancas de 20 litros com tampas acionadas a pedal e ser utilizado saco preto para recolhimento do lixo do Grupo D.

O transporte interno consiste no traslado dos resíduos dos pontos de geração até o local destinado ao armazenamento temporário ou armazenamento

externo com a finalidade de apresentação para a coleta. Como nas Unidades não há local para armazenamento temporário os resíduos deverão ser encaminhados ao armazenamento externo após o atendimento às 17 horas e, somente quando necessário, quando as lixeiras estiverem com mais de dois terços de sua capacidade completada, o transporte deverá ser realizado também após o término do atendimento matutino às 11 horas.

O armazenamento externo deverá ser realizado em um abrigo fechado e identificado para os resíduos contaminados e um abrigo aberto para os resíduos comuns para posteriormente serem coletados e encaminhados ao aterro sanitário.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992, 7 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos. Classificação. 2. ed. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.

ABO - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ODONTOLOGIA. **Plano de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde – PGRSS**. 2012. Consultório odontológico. Disponível em: <<http://www.aboavi.com.br/arquivos/PGRSSmodeloABO.doc>>. Acesso em: 15 jan. 2012.

ADA – AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. **Dental mercury hygiene recommendations**. JADA, v. 134, 2003.

ALMEIDA, V. C. F. et al. **Gerenciamento dos resíduos sólidos em Unidades de Saúde da Família**. In: 61º Congresso Brasileiro de Enfermagem. Fortaleza-CE, 2009.

APLIQUIM. Disponível em: <<http://www.apliquimbrasilrecicle.com.br/servicos/3/processamento-de-amalgamas-e-residuos-mercuriais>>. Acesso em 24 fev.12.

AREASEG – Segurança no Trabalho. **Mercúrio**. Disponível em: <<http://www.areaseg.com/toxicos/mercurio.html>>. Acesso em: 05 jan.2012.

ATSDR - AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. **Toxicological profile for mercury**. U.S. Department Of Health And Human Services. Public Health Service, 1999.

AZEVEDO, F. A. **Toxicologia do mercúrio**. 1ª ed. São Paulo: Rima editora, 2003. 272p.

BARBIN, E. L.; SPANÓ, J. C. E.; PÉCORA, J. D. Laboratório de Gerenciamento de Resíduos Odontológicos (LAGRO). **Guia Prático sobre resíduo de amálgama odontológico**. Disponível em: <[http://www.forp.usp.br/restauradora/lagro/guia\\_pratico.html](http://www.forp.usp.br/restauradora/lagro/guia_pratico.html)>. Acesso em 12 set. 2011.

BARRA DO GARÇAS. **Lei complementar nº 077 de 16 de dezembro de 2003**. Institui o novo código sanitário do município de Barra do Garças e dá outras providências. Poder executivo, Barra do Garças, MT, 2003.

\_\_\_\_\_. **Lei complementar nº 127 de 28 de abril de 2010**. Dispõe sobre o Código de Postura de Barra do Garças e dá outras providências. Poder executivo, Barra do Garças, MT, 2010.

\_\_\_\_\_. Secretaria Municipal de Saúde. **Plano Municipal de Saúde de Barra do Garças do período de 2009 a 2012**. Secretaria de Saúde de Barra do Garças, 2009.

BELLO, S. C.; et al. Niveles de mercurio en cabello de individuos expuestos ocupacionalmente en el area odontológica. **Acta Odontol. Venez.**, v. 40, n. 2, p.123-128, 2002.

BERGLUND, M. et. al. Inter-individual variations of human mercury exposure biomarkers: a cross-sectional assessment. **Environmental Health: A Global Access Science Source**, 2005.

BRABO, E. S. **Geoquímica do mercúrio na Bacia do Tapajós: do natural ao antropogênico**. 1. ed. Ed. IEC: Instituto Evandro Chagas, 2010. 274p., il. (Série Mercúrio na Amazônia).

BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 10 de dezembro de 2004.

\_\_\_\_\_. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Publicação especial da Agência Nacional de Vigilância Sanitária sobre a RDC nº 306/04**, 2007. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2008/revista\\_anvisa-060508.pdf](http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2008/revista_anvisa-060508.pdf)>. Acesso em: 12 jan. 2012.

\_\_\_\_\_. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005**. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, DF, 2005.

\_\_\_\_\_. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 420 de 2009**. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento

ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Brasília, DF, 2009, p.. 81-84.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução 196/96**. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, 1996. Disponível em: <<http://www.bioetica.ufrgs.br/res19696.htm>>. Acesso em: 13 jan. 2012.

\_\_\_\_\_. DATAPREV. **Portaria Mtb nº 3.214 de 08 de Junho de 1978**. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, 1978. Disponível em: <<http://www81.dataprev.gov.br/sislex/paginas/05/mtb/7.htm>>. Acesso em: 13 jan. 2012.

\_\_\_\_\_. DATASUS. **CNESNet**. Estabelecimento de saúde do município de Barra do Garças. Disponível em: <[http://cnes.datasus.gov.br/Lista\\_Es\\_Municipio.asp?VEstado=51&VCodMunicipio=510180&NomeEstado=MATO\\_GROSSO](http://cnes.datasus.gov.br/Lista_Es_Municipio.asp?VEstado=51&VCodMunicipio=510180&NomeEstado=MATO_GROSSO)>. Acesso em: 24 fev. 2012.

\_\_\_\_\_. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados do censo 2010**. Disponível em: <[http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados\\_divulgados/index.php?uf=51](http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php?uf=51)>. Acesso em: 10 jan. 2012.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Portaria nº 648/GM de 28 de março de 2006**. Aprova a Política Nacional de Atenção Básica, estabelecendo a revisão de diretrizes e normas para a organização da Atenção Básica para o Programa Saúde da Família (PSF) e o Programa Agentes Comunitários de Saúde (PACS), 2006.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Gerenciamento dos resíduos de mercúrio nos serviços de saúde**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília, 2010c.

\_\_\_\_\_. Portal da Saúde. **Programa Saúde da Família**. Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/saude/cidadao/area.cfm?id\\_area=149](http://portal.saude.gov.br/portal/saude/cidadao/area.cfm?id_area=149)>. Acesso em: 12 jan. 2012.

\_\_\_\_\_. Presidência da República. **Lei nº 11.889 de 24 de dezembro de 2008**. Regulamenta o exercício das profissões de Técnico em Saúde Bucal - TSB e de Auxiliar em Saúde Bucal – ASB, 2008.



\_\_\_\_\_. Presidência da República. **Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2010b.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. São Paulo: Humanitas, 1997. 346 p.

CÂMARA, V. M. et al. Estudo comparativo dos efeitos da utilização de mercúrio por dentistas. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 6 n. 2, p 186-200, 1990.

CAMPOS, R. C.; PIVETTA, F. Métodos de coleta e análise de amostras de sangue, urina e cabelo para dosagem de teores de mercúrio. In: CÂMARA, V. M. (Org.). **Mercúrio em áreas de garimpos de ouro**. México: ECO/OPAS, v. 12, 1993.

CASTILHOS, Z. C.; RODRIGUES, A. P. C. CETEM/MCT 2008: **Avaliação da potencial acumulação de mercúrio em peixes dos reservatórios (previstos) de Jirau e de Santo Antônio, Rio Madeira, RO**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008, 103p. (Série Estudos e Documentos).

CELERE, M. S. et al. Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 4, p. 939-947, 2007.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Decisão de Diretoria Nº 195-2005 de 23 de novembro de 2005**. Dispõe sobre a aprovação dos valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo em substituição aos valores orientadores de 2001, e dá outras providências, 2005.

CLARKSON, T. W. The three modern faces of mercury. **Environ Health Perspect** v. 110, p. 11-23, 2002. Supplement 1.

CLARKSON, T. W.; MAGOS, L.; MYERS, G. J. The toxicology of mercury current exposures and clinical manifestations. **N Engl J Med**, v. 349, p. 1731–7, 2003.

CLARO, F. A. et al. Mercúrio no amálgama odontológico: riscos da exposição, toxicidade e métodos de controle revisão da literatura. **Rev. biociênc.Taubaté**, v. 9, n. 1, p.47-54, 2003.

COSTA, N. T. G. C. Testes paramétricos e testes não paramétricos. In: AMARAL, W. N.; AMARAL FILHO, W. N. **Metodologia científica: simplificando**. Goiânia: Contato

Comunicação, 2010.

CUNHA, M. E. S. **Interação entre mercúrio e sistemas biológicos**. 2008. 55f. Tese (Doutorado em Ciências Biomédicas). Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar da Universidade do Porto, 2008.

DALLA COSTA, R. et al. **Caracterização dos resíduos de amálgama odontológico gerados nas clínicas e consultórios da cidade de Maringá – PR**. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

DODES, J. E. The amalgam controversy: An evidence-based analysis. **JADA**. V. 132, n. 3, p. 348-356, 2001.

DRUMMOND, J. L.; CAILAS, M. D.; CROKE, K. Mercury generation potential from dental waste amalgam. **Journal of Dentistry**, v. 31, p. 493–501, 2003.

FAKOURA H., E-S.; ZAYERIB, A. F. Scalp hair and saliva as biomarkers in determination of mercury levels in Iranian women: Amalgam as a determinant of exposure. **Journal of Hazardous Materials**, v. 177, p 109–113, 2010.

FARIAS, L A. **Avaliação do conteúdo de mercúrio, metilmercúrio e outros elementos de interesse em peixes e amostras de cabelos e dietas de pré escolares da região Amazônica**. 2006. 226 p. Tese (Doutorado em Ciências na área de Tecnologia Nuclear – Aplicações) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), São Paulo, 2006.

FDA. **Appendix I**: Summary of changes to the classification of dental amalgam and mercury. July 2009. Disponível em: <<http://www.fda.gov/medicaldevices/productsandmedicalprocedures/dentalproducts/dentalamalgam/ucm171120.htm>>. Acesso em: 12 jan. 2012.

FDI. Policy Statement. **Possible local adverse effects of amalgam restorations**. Adopted by the FDI General Assembly. Dubai, 2007b. Disponível em: <[http://www.fdiworldental.org/c/document\\_library/get\\_file?uuid=c971b84e-592c-42b9-9deb-d029b6f46f96&groupId=10157](http://www.fdiworldental.org/c/document_library/get_file?uuid=c971b84e-592c-42b9-9deb-d029b6f46f96&groupId=10157)>. Acesso em: 14 jan. 2012.

FDI. Policy Statement. **Mercury-Hygiene-Guidance-2007-Sp**. Revised version adopted by the General Assembly on october, 2007, Dubai, 2007a.

FUENTES, I. M.; GIL, R. R. Mercurio y salud en la odontología. Departamento de Biología de Organismos, División de Ciencias Biológicas, Universidad Simón Bolívar. Baruta, Venezuela. **Rev. Saúde Pública**, v. 37, n. 2, p. 263–265, abr. 2003.

GLINA, D. M. R.; SATUT, B. T. G.; ANDRADE, E. M. O. A. C. A exposição ocupacional ao mercúrio metálico no módulo odontológico de uma unidade básica de saúde localizada na cidade de São Paulo. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, apr./jun. 1997.

GOMES et al. Exposure to mercury in the mine of Almade'n. **Occup Environ Med** v. 64, p. 389–395, 2007.

GRAZIA, C. A.; PESTANA, M. H. D. **Mercúrio antrópico e outros elementos em drenagens associadas às minerações auríferas de Lavras do Sul**. Porto Alegre: CPRM, 2008, (Convênio CPRM/FEPAM-RS) 62 p.: il; Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica- PGAGEM.

GRIGOLETTO, J. C. et al. Exposição ocupacional por uso de mercúrio em odontologia: uma revisão bibliográfica. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, n. 2, p. 533–542, 2008.

GUIZARD, J. B. R. et al. Aterro sanitário de Limeira: Diagnóstico Ambiental. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 3, n. 1, p. 72–81, 2006.

GÜNTER, W. M. R. **Resíduos sólidos no contexto da saúde ambiental**. 2008. 136 p. Tese (Professor livre docente de Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

HARADA, M. **Minamata Disease**: Methyl mercury poisoning in Japan caused by environmental pollution. Department of Epidemiology, Institute for Medical Genetics. Kumamoto University Medical School, Japan, v. 25, n. 1. p.1–24, 1995.

HARAKEH, S. et al. Factors influencing total mercury levels among Lebanese dentists. **The Science of the Total Environment**, v. 297, n.1-3, p.153–160, oct. 2002.

HOLMES, P.; JAMES, K. A. F.; LEVY, L. S. Is low-level environmental mercury exposure of concern to human health? **Science of the Total Environment**, v. 408, n. 2, p. 171–182, dec. 2009.

HÖRSTED-BINDSLEV, P. Amalgam toxicity—environmental and occupational hazards. **Journal of Dentistry**, v. 32, p.359–365. 2004.

HYLANDER, L. D.; LINDVALL, A.; GAHNBERG L. High mercury emissions from dental clinics despite amalgam separators. **Science of the Total Environment**, v. 362, p. 74–84, 2006.

IANO, F. G. et al. Optimizing the procedure for mercury recovery from dental amalgam. **Braz Oral Res**, v. 22, n. 2, p. 119-24, 2008.

INTERMAT. Rede Geodésica de Alta Precisão. **Localização dos marcos**. Disponível em: <[http://www.intermat.mt.gov.br/arquivos/A\\_d7547434e0c0f1459d020ce4e1fa0c4eRede%20Geodesica%20de%20Mato%20Grosso%20-%20Reduzido.pdf](http://www.intermat.mt.gov.br/arquivos/A_d7547434e0c0f1459d020ce4e1fa0c4eRede%20Geodesica%20de%20Mato%20Grosso%20-%20Reduzido.pdf)>. Acesso em: 15 de jan. 2012.

KAMETANI, C. K. Contaminação mercurial: risco ocupacional ao cirurgião-dentista RSBO. **Revista Sul-Brasileira de Odontologia**, v. 6, n. 4, p. 430-434, 2009.

LACERDA, L. D.; MALM, O. Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: uma análise das áreas críticas. **Estudos Avançados**, v. 22 n. 63, 2008.

LACERDA, L. D.; SALOMONS, W. L. **Mercúrio na Amazônia: uma bomba relógio química?** Rio de Janeiro. CETEM / CNPq, Série Tecnologia Ambiental 3, 1992. 78 p.

LAUTERBACH, M. et al. Neurological outcomes in children with and without amalgam-related mercury exposure: Seven years of longitudinal observations in a randomized trial. **JADA**, v. 139, 2008.

LEE, R. et. al. A review of events that expose children to elemental mercury in the United States. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 15, n. 2, p. 585-598, 2010.

LEVY M. et al. Childhood urine mercury excretion: dental amalgam and fish consumption as exposure factors. **Environmental Research**, v. 94, n. 3. p. 283–290, 2003.

LIMA SALES, C. C. et al. Gerenciamento dos resíduos sólidos dos serviços de saúde: aspectos do manejo interno no município de Marituba, Pará, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 14, n. 6, p. 2231–2238, 2009.

LIMA, E. C. de; SILVA, C. L. da. Cabelo como matriz analítica alternativa para a determinação de drogas de abuso. **NewsLab**, ed. 82, 2007.

LINDBOHM, M. L. et al. Occupational exposure in dentistry and miscarriage. **Occup Environ Med**, v. 64, p. 127–133, 2007.

MACHADO, L. E. G.; CEDRO, D. B. **Evolução do uso agropecuário no período de 1975 a 2008 no município de Barra do Garças – MT**. Eixo Temático: 2. Dinâmica da ocupação, usos e repercussões nos domínios morfoclimáticos brasileiros, 2009.

MARINS, R. V.; MORETZ-SOHN, C. D.; CAVALCANTE, J. P. S.; BITTENCOURT, L. P. **Glossário de Oceanografia Abiótica**. 1. ed. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará/LABOMAR/NAVE, 2010, 138 p.

MATO GROSSO. **Lei nº 7.862**, de 19 de dezembro de 2002. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/lei\\_estadual\\_7862\\_2002.pdf](http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/lei_estadual_7862_2002.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2012.

MICARONI, R. C. C. M.; BUENO, M. I. M. S.; JARDIM, W. F. Compostos de mercúrio. Revisão de métodos de determinação, tratamento e descarte. **Química Nova**, v. 23, n. 4, 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – JAPÃO. **Manual de análise de mercúrio, Japão**. Tradução de Terezinha M. Cid de Souza, 2004.

MOEN, B.; HOLLUND, B.; RIISE, T. Neurological symptoms among dental assistants: a cross-sectional study. **Journal of Occupational Medicine and Toxicology**, v. 3: 10, 2008.

NAZAR, M. W.; PORDEUS, I. A.; WERNECK, M. A. F. Gerenciamento de resíduos sólidos de odontologia em postos de saúde da rede municipal de Belo Horizonte, Brasil. **Rev Panam Salud Publica**, v. 17, n. 4, p. 237–42, 2005.

Odontologianet.blogspot.com 886 × 591 **Foto restauração de amálgama**. Disponível em <<http://www.google.com.br>>. Acesso em: 28 fev. 2012.

OIKAWA, T. et al. Avaliação dos teores de mercúrio na urina dos graduandos de Odontologia. **Revista Paraense de Medicina**, v. 21 n. 3, p. 25-9, jul./set. 2007.

OZBEK, M.; SANIN, F. D. A study of the dental solid waste produced in a school of dentistry in Turkey. **Waste Management**, v. 24, n. 4, p. 339-45, 2004.

PALETTI, G. **Determinação de mercúrio e metil-mercúrio em cabelos de populações residentes no Parque Indígena do Xingu**. 1999. 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Aplicações) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), São Paulo, 1999.

PÉCORA, J. D.; et al. Análise qualitativa da presença de mercúrio em cápsulas de amálgama utilizadas. **Robrac**, v. 11, n. 31, p. 27-29, 2002.

POZEBON, D.; DRESSLER V. L. e CURTIUS, A. J. Análise de cabelo: uma revisão dos procedimentos para a determinação de elementos traço e aplicações. **Química Nova**, v. 22, n. 6, p. 838-46, 1999.

RESENDE, I. L. M.; SALLES, J.C. **Plano de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos**. Barra do Garças, 2004.

RITCHIE, K. A. et al. Health and neuropsychological functioning of dentists exposed to mercury. **Occup Environ Med**, v. 59, p. 287-93, 2002.

RITCHIE, K. A. et al. Mercury vapour levels in dental practices and body mercury levels of dentists and controls. **British Dental Journal**, v. 197, n. 10, p. 625-32, nov. 2004.

ROBERTS, H. W.; LEONARD D.; OSBORN. J. Potential health and environmental issues of mercury contaminated amalgamators. **JADA**, v. 132, p. 58-64, jan. 2001.

SAQUY, P. C. A ergonomia e as doenças ocupacionais do cirurgião dentista. **Robrac**, v. 7, n. 23, p. 50-4, 1998.

SAQUY, P. C. **Identificação qualitativa de vapor de mercúrio captado de resíduo de amálgama de prata em diferentes meios de armazenagem**. 1996. 95 p. Tese (Professor livre docente de Odontologia), Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto, 1996.

SAXE, S. R. et al. Alzheimer's disease, dental amalgam and mercury. **JADA**, v. 130, p. 191-9, feb. 1999.

SCHNEIDER, V. E. et al. **Modelos de gestão de Resíduos Sólidos de Serviços Odontológicos (RSSO) por meio do índice de geração per capita**. In: XXVIII Congresso interamericano de Higiene Sanitária e Ambiental. Cancun, México, 2002.

SEGURA MUÑOS, S. I. **Impacto ambiental na área do aterro sanitário e incinerador de resíduos sólidos de Ribeirão Preto: avaliação dos níveis de metais pesados**. 2002. 131 p. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) - Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto – USP. Ribeirão Preto, 2002.

SILVA, É. J. da; COLTURATO, S. C. O. **Aterro Sanitário Municipal: laudo geológico**. Prefeitura Municipal de Barra do Garças. Barra do Garças, MT, 2003.

SOUZA, J. P. B. L. de. **Potencial de impacto ambiental decorrente do descarte inadequado de resíduos de mercúrio do amálgama de prata na cidade de Manaus**. 2007. 25 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Humana) - Centro de Ensino Superior Nilton Lins. Manaus, 2008.

SPINA, M. I. A. P. Características do gerenciamento dos resíduos sólidos dos serviços de saúde em Curitiba e análise das implicações socioambientais decorrentes dos métodos de tratamento e destino final. **R. RA'E GA**, Editora UFPR, n. 9, p. 95-106, Curitiba, 2005.

STONE, M. E. Determination of methyl mercury in dental-unit wastewater. **Dental Materials**, v.19, n. 7, p. 675–9, 2003.

SUMI, E. M. **Estudo hidrogeológico de um aterro sanitário instalado em uma antiga área de disposição irregular de resíduos sólidos**. 2009. 162 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

SUZUKI, T.; IMURA N.; CLARKSON T. W. **Advances in Mercury Toxicology**. New York: Plenum Press, 1991.

TCHOUNWOU, P. B., AYENSU, W. K.; NINASHVILI, N.; SUTTON, D. Review: Environmental exposure to mercury and its toxic pathologic implications for public health. **Environmental Toxicology**, v. 18, p. 149–75, 2003.

UNEP - United Nations Environment Programme Chemicals. **Global Mercury Assessment Issued by UNEP Chemicals Geneva**. Switzerland, 2002.

USEPA – United States Environmental Protection Agency. **Methylmercury water quality criteria**. Washington DC, 2001.

WALDRON, H. A. Did the Mad Hatter have mercury poisoning? **Br. Med. J**, v. 287, p. 24–31, 1983.

WHO - World Health Organization. **Environmental Health Criteria 101**. Methylmercury. Geneva, 1990.

\_\_\_\_\_. International Programme on Chemical Safety. **Environmental Health Criteria 118**. Inorganic Mercury. Geneva, 1991.

\_\_\_\_\_. Preventing disease through healthy environments. **Exposure to mercury: A major public health concern**. Geneva, 2007.

XAVIER, F. V. **Avaliação dos níveis de exposição ocupacional ao mercúrio nos consultórios públicos de Araguaína - TO**. 2011. 120 p. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Materiais) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). São Paulo, 2011.

ZIFF, S. **Amálgama: a tóxica bomba relógio**. Tradução: ARANTES, A.; GARCIA, J. A. R. São Paulo: Veja Lux, 1. ed. 1987.

ZOLFAGHARI, G. et. al. Evaluation of environmental and occupational exposure to mercury among Iranian dentists. **Science of the Total Environment**, v. 381, n. 1-3, p. 59-67, aug. 2007.



## APÊNDICE A - Questionário

- 1) Tipo de amalgamador:  
( ) mecânico ( ) cápsulas
- 2) Há manutenção periódica do amalgamador?  
( ) sim ( ) não
- 3) Há proximidade do amalgamador com calor: sol, estufas ou autoclaves?  
( ) sim ( ) não
- 4) Qual o local de armazenamento do mercúrio ou cápsulas de amálgama?  
( ) armário aberto ( ) armário fechado ( ) gaveta ( ) outro: \_\_\_\_\_
- 5) Qual a forma de armazenamento dos resíduos de amálgama:  
( ) diretamente no lixo ( ) recipiente de vidro com tampa ( ) recipiente de vidro sem tampa ( ) recipiente plástico com tampa ( ) recipiente plástico sem tampa ( ) outro: \_\_\_\_\_
- 6) Usa algum líquido para armazenar os resíduos de amálgama?  
( ) sim ( ) não. Se sim qual?  
( ) água ( ) fixador radiográfico ( ) outro: \_\_\_\_\_
- 7) Qual o destino dos resíduos de amálgama?  
( ) lixo comum ( ) lixo hospitalar ( ) reciclagem
- 8) Qual o destino dos frascos vazios de mercúrio e das cápsulas vazias de amálgama?  
( ) lixo comum ( ) lixo hospitalar ( ) reciclagem
- 9) Usa isolamento absoluto na inserção ou remoção do amálgama?  
( ) sim ( ) não
- 10) Usa camurça para remoção do excesso de mercúrio?  
( ) sim ( ) não
- 11) O CD e ASB usam Equipamentos de Proteção Individual (óculos, gorro, máscara)?  
( ) sim ( ) não
- 12) Quantidade de restaurações de amálgama mensal: \_\_\_\_\_
- 13) Meio de refrigeração do consultório odontológico:  
( ) ar condicionado ( ) ventilador ( ) outro: \_\_\_\_\_
- 14) Possui o Plano de Gerenciamento de Resíduos Odontológicos?  
( ) sim ( ) não
- 15) Possui bomba a vácuo?  
( ) sim ( ) não
- 16) Em caso de acidente de derramamento de mercúrio, qual o procedimento adotado?

**Cirurgião Dentista:**

- 17) Sexo:  
☐ Masculino ☐ Feminino
- 18) Faixa etária:  
☐ De 20 a 25 anos ☐ De 26 a 30 anos ☐ De 31 a 35 anos  
☐ De 36 a 40 anos ☐ De 41 a 45 anos ☐ Acima de 46 anos
- 19) Altura média: \_\_\_\_\_ 20) Peso médio: \_\_\_\_\_
- 21) Grau de instrução:  
☐ Fundamental incompleto ☐ Fundamental completo  
☐ 2º grau incompleto ☐ 2º grau completo  
☐ Superior incompleto ☐ Superior completo
- 22) Tempo de serviço (marque apenas uma opção):  
☐ Menos de 1 ano ☐ De 1 a 5 anos ☐ De 6 a 15 anos ☐ Mais de 16 anos
- 23) Tem algum tipo de problema de visão?  
☐ Sim ☐ Não ☐ Nunca consultou o médico mas não enxerga bem
- 24) Tem algum tipo de problema de audição?  
☐ Sim ☐ Não ☐ Nunca consultou o médico mas não ouve bem
- 25) Qual dos sintomas abaixo tem sentido recentemente?  
☐ Ansiedade ☐ Dor de estômago  
☐ Cãibras abdominais ☐ Falhas de memória  
☐ Calafrio ☐ Febre  
☐ Dentes moles com inflamação e sangramento na gengiva ☐ Fraqueza muscular  
☐ Depressão ☐ Gosto de metal na boca  
☐ Diarreia ☐ Insônia  
☐ Dificuldade de prestar atenção ☐ Mudanças de humor  
☐ Diminuição da Visão ☐ Nervosismo  
 Outros: Quais? \_\_\_\_\_ ☐ Nenhuma das alternativas
- 26) Com qual frequência tem sentido os sintomas acima assinalados?  
☐ Sempre ☐ Algumas vezes ☐ Raramente ☐ Não tenho os sintomas
- 27) Você fuma ou fumou (cigarro, charuto, etc.)?  
☐ Sim ☐ Não Há quanto tempo? \_\_\_\_\_
- 28) Qual a quantidade de cigarros ou similar você faz uso diariamente?  
☐ 1-10 ☐ 11-20 ☐ 21-30 ☐ 31 – 40 ☐ acima de 40
- 29) Você consome bebida alcoólica?  
☐ Sim ☐ Não
- 30) Com qual frequência consome bebida alcoólica?  
☐ diariamente ☐ 2 vezes/ semana ☐ 3 vezes/semana ☐ final de semana
- 31) Já teve algum tipo de doença diagnosticada por um médico e que estivesse relacionada à exposição de metais (mercúrio, chumbo, arsênio, cádmio...)?  
☐ Sim ☐ Não

**Auxiliar de Consultório Dentário:**

- 32) Sexo:  
☐ Masculino ☐ Feminino
- 33) Faixa etária:  
☐ De 20 a 25 anos ☐ De 26 a 30 anos ☐ De 31 a 35 anos  
☐ De 36 a 40 anos ☐ De 41 a 45 anos ☐ Acima de 45 anos
- 34) Altura média: \_\_\_\_\_ 35) Peso médio: \_\_\_\_\_
- 36) Grau de instrução:  
☐ Fundamental incompleto ☐ Fundamental completo  
☐ 2º grau incompleto ☐ 2º grau completo  
☐ Superior incompleto ☐ Superior completo
- 37) Tempo de serviço (marque apenas uma opção):  
☐ Menos de 1 ano ☐ De 1 a 5 anos ☐ De 6 a 15 anos ☐ Mais de 16 anos
- 38) Tem algum tipo de problema de visão?  
☐ Sim ☐ Não ☐ Nunca consultou o médico mas não enxerga bem
- 39) Tem algum tipo de problema de audição?  
☐ Sim ☐ Não ☐ Nunca consultou o médico mas não ouve bem
- 40) Qual dos sintomas abaixo tem sentido recentemente?  
☐ Ansiedade ☐ Dor de estômago  
☐ Cãibras abdominais ☐ Falhas de memória  
☐ Calafrio ☐ Febre  
☐ Dentes moles com inflamação e sangramento na gengiva ☐ Fraqueza muscular  
☐ Depressão ☐ Gosto de metal na boca  
☐ Diarreia ☐ Insônia  
☐ Dificuldade de prestar atenção ☐ Mudanças de humor  
☐ Diminuição da Visão ☐ Nervosismo  
 Outros: Quais? \_\_\_\_\_ ☐ Nenhuma das alternativas
- 41) Com qual frequência tem sentido os sintomas acima assinalados?  
☐ Sempre ☐ Algumas vezes ☐ Raramente ☐ Não tenho os sintomas
- 42) Você fuma ou fumou (cigarro, charuto, etc.)?  
☐ Sim ☐ Não Há quanto tempo? \_\_\_\_\_
- 43) Qual a quantidade de cigarros ou similar você faz uso diariamente?  
☐ 1-10 ☐ 11-20 ☐ 21-30 ☐ 31 – 40 ☐ acima de 40
- 44) Você consome bebida alcoólica?  
☐ Sim ☐ Não
- 45) Com qual frequência consome bebida alcoólica?  
☐ diariamente ☐ 2 vezes/ semana ☐ 3 vezes/semana ☐ final de semana
- 46) Já teve algum tipo de doença diagnosticada por um médico e que estivesse relacionada à exposição de metais (mercúrio, chumbo, arsênio, cádmio...)?  
☐ Sim ☐ Não

**Agente Comunitário de Saúde:**

- 47) Sexo:  
☐ Masculino ☐ Feminino
- 48) Faixa etária:  
☐ De 20 a 25 anos ☐ De 26 a 30 anos ☐ De 31 a 35 anos  
☐ De 36 a 40 anos ☐ De 41 a 45 anos ☐ Acima de 45 anos
- 49) Altura média: \_\_\_\_\_ 35) Peso médio: \_\_\_\_\_
- 50) Grau de instrução:  
☐ Fundamental incompleto ☐ Fundamental completo  
☐ 2º grau incompleto ☐ 2º grau completo  
☐ Superior incompleto ☐ Superior completo
- 51) Tempo de serviço (marque apenas uma opção):  
☐ Menos de 1 ano ☐ De 1 a 5 anos ☐ De 6 a 15 anos ☐ Mais de 16 anos
- 52) Tem algum tipo de problema de visão?  
☐ Sim ☐ Não ☐ Nunca consultou o médico mas não enxerga bem
- 53) Tem algum tipo de problema de audição?  
☐ Sim ☐ Não ☐ Nunca consultou o médico mas não ouve bem
- 54) Qual dos sintomas abaixo tem sentido recentemente?  
☐ Ansiedade ☐ Dor de estômago  
☐ Cãibras abdominais ☐ Falhas de memória  
☐ Calafrio ☐ Febre  
☐ Dentes moles com inflamação e sangramento na gengiva ☐ Fraqueza muscular  
☐ Depressão ☐ Gosto de metal na boca  
☐ Diarreia ☐ Insônia  
☐ Dificuldade de prestar atenção ☐ Mudanças de humor  
☐ Diminuição da Visão ☐ Nervosismo  
 Outros: Quais? \_\_\_\_\_ ☐ Nenhuma das alternativas
- 55) Com qual frequência tem sentido os sintomas acima assinalados?  
☐ Sempre ☐ Algumas vezes ☐ Raramente ☐ Não tenho os sintomas
- 56) Você fuma ou fumou (cigarro, charuto, etc..)?  
☐ Sim ☐ Não Há quanto tempo? \_\_\_\_\_
- 57) Qual a quantidade de cigarros ou similar você faz uso diariamente?  
☐ 1-10 ☐ 11-20 ☐ 21-30 ☐ 31 – 40 ☐ acima de 40
- 58) Você consome bebida alcoólica?  
☐ Sim ☐ Não
- 59) Com qual frequência consome bebida alcoólica?  
☐ diariamente ☐ 2 vezes/ semana ☐ 3 vezes/semana ☐ final de semana
- 60) Já teve algum tipo de doença diagnosticada por um médico e que estivesse relacionada à exposição de metais (mercúrio, chumbo, arsênio, cádmio...)?  
☐ Sim ☐ Não

## APÊNDICE B - Tabelas de normalidade para análises estatísticas

**Tabela.** Normalidade para concentração de mercúrio no solo

Solo	n	Média	DP	p
[Hg] $\mu\text{g.g}^{-1}$	36	10,95	4,02	0,309

**Tabela.** Normalidade para concentração de mercúrio no cabelo

Cabelo	n	Média	DP	p
[Hg] $\mu\text{g.g}^{-1}$	45	1,07	0,38	0,264

[illegible]

**ANEXO B - Autorização para coleta de solo no aterro sanitário****AUTORIZAÇÃO PARA COLETA DE DADOS**

Eu, Rogério Penabazco, Engenheiro Sanitarista do município de Barra do Garças-MT e responsável técnico do aterro sanitário AUTORIZO a coleta de amostras de solo do aterro sanitário do município, como parte do projeto AVALIAÇÃO DE IMPACTOS À SAÚDE E AO MEIO AMBIENTE PROVOCADO PELO MERCÚRIO DO AMÁLCAMA ODONTOLÓGICO NO SISTEMA PÚBLICO DE SAÚDE DO MUNICÍPIO DE BARRA DO GARÇAS - MT da pesquisadora Ana Crislina Coelho Magrini Pramparo.

Barra do Garças, 25 de Abril de 2011

  
Rogério Penabazco  
Engenheiro Sanitarista  
C.R.E. 000.000.000-00  
Barra do Garças (MT)

## ANEXO C - Termo de cooperação técnica do Laboratório de Química – UNESP

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"-INSTITUTO DE  
QUÍMICA



### TERMO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA

O Instituto de Química de Araraquara, através do Departamento de Química Analítica da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"-UNESP, Campus Araraquara, situado à Rua. Prof. Francisco Degni, s/nº Bairro Quintadinho, Araraquara – SP, CEP: 14.800-000, FONE: (16) 3301.9500, sob responsabilidade do Dr. Ademir dos Santos firma compromisso em realizar as análises de monitoria das amostras de fio cabos e da solda do projeto AVALIAÇÃO DE IMPACTOS À SAÚDE E AO MEIO AMBIENTE PROVOCADO PELO MERCÚRIO DO AMÁLGAMA ODONTOLÓGICO NO SISTEMA PÚBLICO DE SAÚDE DO MUNICÍPIO DE BARRA DO GARÇAS-MT da mestranda em Ciências Ambientais e Saúde da Pontifícia Universidade Católica de Goiás Ana Cristine Coelho Magalhães Praxipora sob orientação do Prof. Dr. Julio Cesar Rubin de Rubin e colaboração do Prof. Dr. Fabiano Zaro.

Araraquara, 27 de julho de 2011.

*(Assinatura)*  
Ademir dos Santos  
Coordenador do Departamento de Química Analítica  
UNESP - Araraquara

\_\_\_\_\_  
Dr. Ademir dos Santos

*(Assinatura)*  
Dr. Ademir dos Santos  
Coordenador do Departamento de Química Analítica