

Avaliação de Meios para Armazenagem de Resíduos de Amálgama de Prata

Evaluation of storage ways for amalgam residues

Carmen Beatriz Borges Fortes*
Susana Maria Werner Samuel**

RESUMO

A proposta deste trabalho foi avaliar a eficácia de meios para armazenagem de resíduos de amálgama, no sentido de reduzir a liberação de mercúrio para o ar ambiente, tendo em vista o valor teto preconizado pela NR-15, da Portaria número 3214, de 8 de Junho de 1978, do Ministério do Trabalho do Brasil.

Como fonte de mercúrio foi utilizado o amálgama em cápsula da marca Dispersalloy (Dentsply). Após a trituração mecânica, o amálgama foi passado através de uma peneira com malha de 1,00 mm a fim de padronizar a fragmentação do mesmo. O amálgama fragmentado foi armazenado em potes de polipropileno transparente, com 0,5 L de capacidade volumétrica, onde, em um dos potes, os fragmentos foram mantidos a seco (grupo 1), e nos demais foram imersos em água destilada (grupo 2), em glicerina (grupo 3) e na solução de fixador para radiografia odontológica (grupo 4).

Cada um dos quatro potes foram mantidos hermeticamente fechados, e colocados dentro de outro recipiente de polipropileno maior. Trinta minutos após a armazenagem dos fragmentos, os potes foram abertos, e iniciou-se a coleta de amostras de ar ao redor de cada um dos quatro potes. O mesmo procedimento foi realizado 30 dias após a armazenagem inicial. Para a coleta de ar foi utilizada a Bomba Amostradora de Ar, da marca SKCÓ. As amostras de ar foram analisadas através de espectrofotometria de absorção atômica, para quantificação de mercúrio. A análise mostrou as seguintes concentrações de mercúrio nas amostras de ar, da primeira coleta e da segunda, para os quatro grupos, respectivamente: grupo 1 - 6,100 mg/m³ e 0,816 mg/m³; grupo 2 - 0,252 mg/m³ e 0,157 mg/m³; grupo 3 - 0,071 e 0,005 mg/m³; grupo 4 - 0,256 mg/m³ e 0,005 mg/m³.

Os resultados mostraram ser a glicerina o meio de armazenagem mais seguro, visto que a quantidade de vapor de mercúrio encontrada no ar, tanto na coleta inicial como após 30 dias, jamais ultrapassou o valor teto preconizado pela NR - 15, conferindo maior segurança, desde o período inicial da armazenagem destes resíduos.

UNITERMOS

Amálgama, Mercúrio, Toxicidade ambiental

INTRODUÇÃO

OGA (1996) refere que o mercúrio metálico é muito volátil e libera facilmente vapores na temperatura ambiente, e como não tem cor, odor ou sabor, não pode ser detectado através de meios simples como a visão, o olfato ou a gustação, mesmo nos níveis próximos aos da exposição máxima, tornando-se um risco em potencial à saúde dos profissionais da Odontologia, bem como um risco de contaminação para o meio ambiente.

Os resíduos decorrentes da atividade profissional do cirurgião-dentista devem ser separados e armazenados de acordo com as características dos seus componentes principais. Os resíduos do amálgama dentário devem ter uma armazenagem especial, devido ao seu conteúdo de mercúrio, para minimizar a contaminação do ambiente de trabalho pelo vapor de mercúrio liberado deste material (Council...1982).

A Norma Regulamentadora número 15 (NR-15) estabelecida pela Portaria número 3214, de 8 de junho 1978, do Ministério do Trabalho do Brasil, preconiza como limite de tolerância para uma jornada de trabalho de

até 48 horas semanais o valor de 0,040 mg/m³ (miligrama de mercúrio por metro cúbico de ar), para os trabalhadores que estão expostos ao mercúrio durante a sua atividade profissional. Este limite de tolerância será considerado excedido, quando qualquer uma das concentrações obtidas nas amostras de ar ultrapassar o valor fixado. Então, foi estabelecido um valor teto, que é de 0,120 mg/m³, ou seja o valor máximo permitido para qualquer medida da concentração de mercúrio no ar, visto que valor superior, significa grave e iminente risco à saúde das pessoas que estão expostas a este elemento químico (SEGURAN-

ÇA...1997).

Portanto, este trabalho se propõe avaliar a eficácia dos seguintes meios utilizados para armazenagem de resíduos de amálgama de prata: a seco; em água destilada; em glicerina e em solução usada de fixador para radiografia odontológica.

MATERIAIS E MÉTODO

Materiais

Os materiais utilizados na realização deste trabalho, as marcas comerciais e respectivos fornecedores estão apresentados no QUADRO 1.

| Material | Marca Comercial | Fornecedor |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| Amalgama em cápsula | Dispersalloy | Dentsply RJ |
| Água destilada | Água Destilada | Imp. Quím. Delaware RS |
| Glicerina | Glicerina | Imp. Quím. Delaware RS |
| Fixador de radiografia | Fixador dental KodaK | KodaK Com. Ind. LTDA SP |
| Filtro de papel | Melitta | CELUPA RS |

QUADRO 1 - Material, Marca Comercial e Fornecedor

*Mestre em Odontologia - área de concentração Clínica Odontológica - Materiais Dentários pela Faculdade de Odontologia da UFRGS/RS

**Doutora em Materiais Dentários pela Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP/SP

Liga para amálgama

O material utilizado para preparar os fragmentos de amálgama foi o amálgama em cápsula, da marca comercial **Dispersalloy** (Dentsply/RJ). Neste sistema, a liga metálica (Ag-Sn-Cu) com alto teor de cobre e de fase dispersa, e o mercúrio líquido (Hg) estão enclausurados numa cápsula hermeticamente fechada. O mercúrio fica dentro de um envoltório evitando o contato com a liga de prata. De acordo com o fabricante em cada cápsula há 600 mg de liga de prata e 596 mg de mercúrio. A mistura da liga de prata com o mercúrio foi realizada no amalgamador mecânico Vari-Mix II, fabricado pela Caulk. O tempo de mistura da liga com o mercúrio foi de 11 segundos, na velocidade *medium* 2, conforme as instruções do fabricante. O amálgama, recém preparado, foi passado através de uma peneira com malha de 1,00 mm, para padronizar a fragmentação do mesmo, e formar partículas com tamanho semelhante àquele encontrado nos resíduos que sobram após a confecção das restaurações de amálgama. Foram utilizadas 200 cápsulas de amálgama, divididas em quatro grupos de 50 cápsulas cada um. Como uma cápsula contém 1,196 g de amálgama, cada grupo contém 59,800 g de amálgama. Estes fragmentos de amálgama foram então armazenados em potes de polipropileno transparente, com tampa rosqueável e com 0,5 L de capacidade volumétrica. O grupo 1 foi armazenado a seco, o grupo 2 foi armazenado em água destilada, o grupo 3 foi armazenado em glicerina e o grupo 4 em solução de fixador para radiografia odontológica. Estes potes foram hermeticamente fechados, e a seguir colocados dentro de um recipiente maior, com capacidade volumétrica de 4,0 L, que também foi mantido fechado durante os 30 dias de armazenagem.

Solução de fixador para radiografia odontológica : A solução de fixador para radiografia odontológica utilizada neste trabalho, já havia sido utilizada na fixação de 432 filmes de radiografias odontológicas. Esta solução foi analisada pelo PRÓ-AMBIENTE[®] : Laboratório de Análises Químicas e Toxicológicas Ltda., mostrando uma composição de 39,746 mg/L de alumínio; nenhum traço de mercúrio; 3.238,5 mg/L de sulfato; 2.500,0 mg/L de sulfito; 5.414,5 mg/L de ácido acético; e pH de 3,94.

Água destilada : A água destilada foi adquirida na Importadora Química Delaware, e segundo o certificado de análise apresenta pH de 6,92, densidade de 0,999 g/ml a 25° C e não contém íons cloreto, sulfato e

cálcio. A água destilada, segundo KIRK *et al.* (1981c), é uma água livre de impurezas, que apresenta uma tensão superficial de 75,6 mN/m (milinewton por metro).

Glicerina : A glicerina foi adquirida na Importadora Química Delaware LTDA, e segundo o certificado de análise apresenta pH neutro ao papel de tornassol, tem um teor de glicerol de 99,1% e densidade específica de 1,2613 g/ml a 25° C. Segundo KIRK *et al.* (1981a), a glicerina ou glicerol é um triálcool, o propanotriol, com a fórmula química $C_3H_8O_3$ e, com uma tensão superficial de 63,4 mN/m.

Os líquidos utilizados para cobrir os fragmentos de amálgama tinham 8 cm de nível líquido livre, ou seja estavam acima dos fragmentos, de acordo com o que foi preconizado por RIBEIRO (1993). Foram utilizados 0,5 L de cada líquido, e os mesmos foram medidos num béquer para padronizar o volume líquido necessário para cobrir os fragmentos e manter o nível líquido preconizado.

Os fragmentos foram armazenados em potes de polipropileno com capacidade volumétrica de 0,5 L e estes potes foram colocados dentro de um recipiente maior, também de polipropileno, de 4,0 L de capacidade volumétrica.

No centro da tampa do recipiente maior foi feita uma abertura circular com 4 cm de diâmetro para permitir a entrada do porta tubo, que contém o tubo coletor de ar, quando da realização da dosagem de mercúrio no ar ambiente. Esta abertura foi mantida fechada com um material de polipropileno, de formato circular com 5 cm de diâmetro. A tampa e a abertura existente no seu centro foram lacradas com fita plástica adesiva.

Cada recipiente maior foi colocado a uma distância de 2 m um do outro. Estes recipientes foram mantidos nas condições de temperatura e umidade do Laboratório de Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre.

Potes utilizados na armazenagem dos fragmentos de amálgama : Os potes utilizados na armazenagem dos fragmentos de amálgama eram de polipropileno transparente, com tampa rosqueável, de 0,5 L de capacidade volumétrica. Estes potes foram colocados dentro de outro recipiente, também de polipropileno transparente, com capacidade volumétrica de 4,0 L. Os potes foram mantidos ao abrigo da luz solar e em ambiente com variação de temperatura e umidade de 10° C a 25° C e 60% a 86 %, respectivamente, durante o período de armazenagem.

MÉTODO

Determinação da concentração de vapor de mercúrio no ar

O monitoramento ambiental do vapor de mercúrio foi feito pelo Pró-Ambiente[®] : Laboratório de Análises Químicas e Toxicológicas Ltda., situado em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. A coleta de ar, para quantificar o vapor de mercúrio liberado pelos fragmentos de amálgama, foi feita através da utilização de uma bomba amostradora de ar, da marca SKC[®], PA, USA, modelo SKC 224-PCXR8, que fez a coleta do ar durante duas horas. Esta bomba está conectada ao porta tubo, que contém o tubo coletor, através da mangueira da marca comercial TYGON[®], PA, USA, que é constituída de um material especial, que impede a adsorção do mercúrio contido na amostra de ar.

O tubo coletor foi introduzido na abertura circular existente na tampa do recipiente maior. Foi feita uma marca no porta tubo, de tal forma que sempre fosse introduzido apenas 2 cm do porta tubo, para padronizar a distância que o tubo ficaria da boca do pote. O pote, que continha os fragmentos de amálgama, foi aberto imediatamente antes da coleta de ar. Então, o ar ao seu redor foi coletado através desta bomba, que fez a sucção do ar com uma vazão constante de 0,25 L/min (litros por minuto). O ar aspirado passou pelo adsorvente sólido, da marca SKC[®], PA, USA, que fica no interior do tubo coletor. O vapor de mercúrio presente no ar ficou retido no adsorvente sólido do tubo coletor, e depois foi removido através da imersão do adsorvente em soluções ácidas (várias diluições com ácido nítrico 5%) para posterior leitura no espectrofotômetro de absorção atômica.

A quantificação do vapor de mercúrio contido no ar ambiental, que ficou retido no adsorvente sólido do tubo coletor, foi realizada pelo Espectrofotômetro modelo Spectr AA5 da Varian[®] Corp., Califórnia, USA, baseada no sistema de espectrofotometria de absorção atômica, com gerador de hidreto, que tem um limite de detecção para mercúrio de 0,001 mg/m³ de ar. A espectrofotometria de absorção atômica foi escolhida para se fazer a detecção e quantificação de mercúrio, porque segundo BRUNE (1981), os métodos químicos não são tão eficazes para quantificar o mercúrio, que pode ser facilmente detectado e quantificado através deste método.

A primeira coleta de ar foi realizada 30 minutos após o armazenamento dos fragmentos nos diversos líquidos e foi sempre às 8 h e 30 min (\pm 5 min). A segunda coleta

de ar foi realizada 30 dias após a data do armazenamento inicial e foi sempre no mesmo horário da primeira coleta.

Através desta metodologia avaliou-se os níveis em mg/m^3 (miligrama de mercúrio por metro cúbico de ar) de liberação de vapor de mercúrio através dos líquidos utilizados para armazenar os fragmentos de amálgama.

Os resultados obtidos foram comparados com o valor teto de $0,120 \text{ mg}/\text{m}^3$, preconizado na NR-15. A concentração de mercúrio no ar ambiente não deve ultrapassar este valor em nenhuma medida, visto que a sua ultrapassagem significa grave e iminente risco à saúde das pessoas expostas ao mercúrio metálico.

Determinação da viscosidade dos líquidos: para determinar a viscosidade dos líquidos foi utilizado o viscosímetro da marca comercial Brookfield, modelo RDV II, fabricado pela Brookfield Eng. Labs. Inc., Stoughton, MA, USA. A medida de viscosidade foi realizada no Laboratório de Pesquisa em Corrosão Microbiológica (LAPEC-MIC), do Departamento de Metalurgia, da Escola de Engenharia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em Porto Alegre.

Segundo PERRY e CHILTON (1973), a resistência que um líquido oferece quando é submetido a uma tensão de cisalhamento é chamada viscosidade. A medida de viscosidade utilizada neste trabalho foi obtida num viscosímetro rotacional. Para determinação desta medida, insere-se no líquido uma haste que contém um cilindro metálico. Esta haste é acoplada a um rotor do equipamento que mede a tensão de cisalhamento imposta ao líquido ao se fazer girar o cilindro. A viscosidade obtida no equipamento é expressa em mPa.s (milipascal.segundo), que é a unidade de medida de viscosidade no Sistema Internacional de Unidades.

O volume utilizado no ensaio foi de 0,3 L para cada líquido. Os líquidos foram colocados dentro de um béquer e o cilindro foi então inserido nestes, girando numa velocidade previamente determinada, que neste caso foi de 60 rpm (rotações por minuto), permitindo ao viscosímetro efetuar a leitura. Em três minutos apareceram os valores da viscosidade no visor do aparelho. Registrou-se o menor e o maior valor e a média destes valores foi a medida de viscosidade do líquido. A variação entre os menores e os maiores valores e o valor médio foi de 0,02 mPa.s.

RESULTADOS

Concentração de vapor de mercúrio no ar: a concentração de vapor de mercúrio nas amostras de ar coletadas após

30 min (1ª medida) e após 30 dias (2ª medida) da armazenagem dos fragmentos de amálgama de prata é mostrada no QUADRO 2.

| Meios de armazenagem | 1ª Medida em mg/m^3 | 2ª Medida em mg/m^3 |
|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| A seco | 6,100 | 0,816 |
| Água destilada | 0,252 | 0,157 |
| Fixador de radiologia | 0,256 | 0,005 |
| Glicerina | 0,071 | 0,005 |

QUADRO 2 - Concentração de vapor de mercúrio em miligrama por metro cúbico de ar (mg/m^3) ao redor dos potes de armazenagem dos fragmentos de amálgama

Viscosidade dos líquidos: o teste de viscosidade dos líquidos mostraram que a glicerina tem uma elevada viscosidade, quando

comparada à água destilada e à solução de fixador para radiografia odontológica, conforme mostra o QUADRO 3.

| Líquidos | Viscosidade em mPa.s |
|---------------------------------------|----------------------|
| Água destilada | 7,20 |
| Fixador para radiografia odontológica | 7,34 |
| Glicerina | 1216,00 |

QUADRO 3 - Viscosidade dos líquidos em milipascal.segundo (mPa.s)

DISCUSSÃO

Os líquidos utilizados para a armazenagem dos resíduos de amálgama diminuíram a passagem de vapores de mercúrio para o ar ambiente, se comparados com a armazenagem a seco, mas não foram capazes de bloquear totalmente a sua liberação. Estes dados estão de acordo com ROGERS (1989), que refere ter encontrado concentrações de mercúrio mais baixas em amostras de ar coletado ao redor de frascos contendo resíduos de amálgama imersos em líquidos, quando comparadas com a armazenagem a seco. A constatação deste fato é suficiente para indicar que os resíduos de amálgama devem ser armazenados num meio líquido, pois, quando armazenados a seco, a liberação de vapor de mercúrio foi muito elevada, mesmo após 30 dias de armazenamento, quando a concentração de mercúrio encontrada ainda estava 7 vezes acima do valor teto estabelecido pela NR-15. A glicerina se mostrou mais eficaz que os outros líquidos, pois nunca ultrapassou o valor teto estabelecido na NR-15 e no período de 30 dias tanto a glicerina quanto o fixador para

radiografia odontológica se mostraram igualmente eficazes. Acredita-se que a glicerina, devido a sua maior viscosidade, funcione como uma forte barreira mecânica que diminui a difusão dos átomos de mercúrio, e minimiza a sua passagem para o ar ambiente. Com o decorrer do tempo, o mercúrio, assim como outros componentes do amálgama, sofrem dissolução na glicerina, e parte do mercúrio dissolvido é oxidado passando a mercúrio iônico. Acredita-se também que o mercúrio iônico se una às moléculas da glicerina formando compostos complexados. Mas a glicerina, devido ao seu baixo poder oxidante, não consegue transformar a maior parte do mercúrio atômico dissolvido em mercúrio iônico, permitindo então a liberação de mercúrio atômico (vapor de mercúrio), que é volátil e escapa da glicerina para o ar ambiente por evaporação. O mercúrio iônico, que não é volátil, fica retido na glicerina na forma iônica e/ou na forma de compostos complexados. Além disso, as moléculas da glicerina estão unidas através de ligações covalentes, cuja energia de união é da ordem de 87 kcal/mol, de acordo com GLASSTONE (1960), sendo portanto ligações muito resistentes. Esta propriedade da glicerina talvez

seja mais um fator que diminua a difusão dos átomos de mercúrio permitindo que uma pequena quantidade atinja a superfície e evapore para o ar ambiente. A maior parte dos fragmentos de amálgama estava depositada no fundo do recipiente e apresentava um aspecto granular e coloração enegrecida. Pode-se também inferir que alguma quantidade de mercúrio tenha ficado adsorvida às paredes do recipiente, em função do seu aspecto escurecido. Portanto, a glicerina, devido ao baixo poder oxidante, fez com que parte do mercúrio atômico dissolvido não sofresse oxidação para mercúrio iônico, permitindo então que vapor de mercúrio fosse liberado para o ar ambiente. Acredita-se que a eficácia da glicerina pode ser atribuída principalmente à elevada força de união das suas moléculas e à elevada viscosidade, que em conjunto funcionaram como uma forte barreira mecânica, que minimizou a passagem de vapor de mercúrio para o ar ambiente. Acredita-se também que o mercúrio iônico se uniu às moléculas da glicerina formando complexos, o que pode ter contribuído para diminuir a liberação de vapor de mercúrio para o ar ambiente. De acordo com os resultados deste trabalho, a glicerina mostrou-se o líquido mais apropriado para a armazenagem dos resíduos de amálgama dentário, pois como pode-se observar, a quantidade de vapor de mercúrio liberado dos resíduos de amálgama armazenados em pote contendo glicerina, não ultrapassou o valor teto estabelecido pela NR-15, em nenhuma das medidas.

Os resultados desta pesquisa mostraram que todos os valores de vapor de mercúrio obtidos na primeira coleta de ar, que foi realizada 30 minutos após a armazenagem dos resíduos de amálgama nos líquidos, estavam acima do valor teto estabelecido na NR - 15, exceto para a glicerina que nunca ultrapassou este valor.

Os resultados mostraram que dentre os líquidos analisados neste trabalho o que melhor atende ao que está preconizado na NR-15, e atende às exigências ecológicas é a glicerina, pois além de diminuir a passagem de vapor de mercúrio para o ar, desde o período inicial de armazenagem, também promoveu uma menor dissolução de mercúrio devido ao seu baixo poder oxidante e/ou devido a formação de complexos mercuriais, facilitando assim uma eventual reciclagem destes resíduos.

A partir deste trabalho é possível sugerir a glicerina como o meio mais adequado para a armazenagem de resíduos de amálgama de prata, por ser tal meio o mais seguro para o ambiente de trabalho e para a saúde dos profissionais da

Odontologia, bem como para diminuir a poluição do meio ambiente causada pelo mercúrio.

Acredita-se que há necessidade da comunidade odontológica discutir com os órgãos governamentais competentes uma forma de viabilizar a coleta seletiva para este tipo de "lixo", bem como discutir o destino que é dado para estes resíduos.

Também, vale destacar que já existem propostas de alternativas viáveis no nosso meio para a reciclagem de resíduos de amálgama de prata, segundo as pesquisas de LEITE, SOUZA e ARAÚJO (1996) e SOUZA *et al.* (1998).

CONCLUSÕES

Com base nos dados obtidos neste trabalho é lícito concluir que :

1) Na primeira medida, 30 min após a armazenagem dos fragmentos de amálgama, a eficácia dos meios de armazenagem, no sentido de reduzir a liberação de mercúrio foi :

· glicerina > água destilada > fixador para radiografia > a seco, sendo que, com exceção da glicerina, os demais valores ultrapassaram o valor teto estabelecido na NR - 15.

2) Na segunda medida, 30 dias após a primeira, a eficácia dos meios de armazenagem dos fragmentos foi :

· glicerina > fixador para radiografia > água destilada > a seco, sendo que apenas a glicerina e o fixador para radiografia atenderam as exigências da NR - 15.

3) A glicerina foi o meio de armazenagem mais eficaz e o único que jamais ultrapassou o valor teto preconizado na NR - 15, no sentido de reduzir a passagem de mercúrio para o ar ambiente.

SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate the shown effectiveness by different ways of storage of amalgam residues, to reduce the liberation of mercury from such residues to the air ambience and to compare with the highest value established by the NR-15 (regulation norm number 15) from the decree number 3214, of the brazilian labor ministry, dated from june , 8th of 1978. As mercury source, amalgam in capsules of the brand Dispersalloy (Dentsplay) was used after grinding, in the mechanic amalgamizer vari-mix II (caulk), the quantity of amalgam in each capsule was collected from a sieve that had a mesh with 1,00 mm of width to standardize the fragmentation. The fragmented amalgam was stored in jars made of transparent polypropylene, that could store 500 ml; one of the jars was kept in a dry

atmosphere (group 1), and the others were immersed in distilled water (group 2), in glycerin (group 3) and in a solution of dentistry x-ray fixer (group 4).

These jars were kept tightly shut, and put inside a bigger polypropylene recipient, during the time they were stored. Thirty minutes after the storage of the fragments, the jars were opened and air samples were collected around each of the four jars. The same procedure was performed 30 days after the initial storage. A Pump Sampler of Air manufactured by SKCá was used to do the air collection. The air samples were analyzed by a spectrophotometer of atomic absorption, to determinate the quantity of mercury. This analysis showed the following mercury concentration rates in the air samples, from the first and the second collection of the four groups, in the following order: group 1 - 6,100 mg/m³ and 0,816 mg/m³; group 2 - 0,252 mg/m³ and 0,157 mg/m³; group 3 - 0,071 mg/m³ and 0,005 mg/m³; group 4 - 0,256 mg/m³ and 0,005 mg/m³.

The results showed that glycerin is the safest way to store amalgam residues, since the quantity of mercury vapor found in the air, in both collections: the first one and the other 30 days after, never surpassed the highest value established by NR-15 (Regulation Norm number 15), also demonstrating, bigger security, since the initial period of storage of these residues.

KEYWORDS

Amalgam, Mercury, Environment Toxicity

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COUNCIL ON DENTAL MATERIALS, INSTRUMENTS, AND EQUIPMENT. Status report on precious scrap. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 105, n. 6, p. 1080-1081, Dec. 1982.
2. GLASSTONE, S. *Tratado de química física*. 3. ed. Madrid: Aguillar, 1960. 1180p. Cap. 7, p. 434-471: El estado líquido.
3. GLASSTONE, S. *Tratado de química física*. 3. ed. madrid: Aguillar, 1960. 1180p. Cap. 8, p. 473-563: Propriedades físicas y estructura molecular.
4. KIRK, R. E.; OTHMER, D. F.; GRAYSON, M. et al, D. *Encyclopedia of Chemical Technology*. 3. ed. New York : Wiley - Interscience, 1981a. 24 V V. 11, p. 921-922.
5. KIRK, R. E.; OTHMER, D. F.; GRAYSON, M. et al, D. *Encyclopedia of Chemical Technology*. 3. ed. New York : Wiley - Interscience, 1981b. 24 V V. 24, p. 276-280.

6 LEITE, J. Y. P.; SOUZA, C. P.; ARAUJO, A. D. Uma rota tecnológica para a recuperação e reciclagem do amálgama oriundo de gabinetes Odontológicos. In : CONGRESSO ANUAL DA ABM, 51., 1996. **Anais...** São Paulo : Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 1996. 5 v. p. 225-234.

7. OGA, S. (Ed.). **Fundamentos de toxicologia**. São Paulo : Atheneu, 1996.

8. PERRY, R. H.; CHILTON, C. H. **Chemical Engineers' Handbook**. 5. ed. New York : International Student Edition, 1973. Cap. 5, p. 3: Fluid and particle.

9. RIBEIRO, F.S. **A Toxicidade do Mercúrio**. Porto Alegre : Faculdade de Odontologia da PUCRS, 1993. 28p. Monografia (Curso de Pós-Graduação em Dentística Restauradora) - Faculdade de Odontologia, PUCRS, 1993.

10. ROGERS, K. D. Status of scrap (recyclable) dental amalgams as environmental health hazards or toxic substances. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 119, n. 1, p. 159-166, July, 1989.

11. SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. 36.ed. São Paulo : Atlas, 1997. (Manuais de Legislação Atlas, 16)

12. SOUZA, R. A. *et al.* Método de remoção do mercúrio dos resíduos de amálgama odontológico. In : REUNIÃO ANUAL DA SBPqO, 15., 1998, Águas de São Pedro. **Anais...**São Paulo : Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica, 1998. 191 p. p. 11.

Endereço para Correspondência:

Susana Werner Samuel
Ramiro Barcelos, 2492
Telefone: 51. 316 5198
e-mail: samuelso@adufrrs.ufrgs.br