ABM

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA E MATERIAIS

51º CONGRESSO ANUAL DA ABM

VOLUME 4

TECNOLOGIA MINERAL E METALURGIA EXTRATIVA

RECICLAGEM - MONITORAMENTO E GERENCIAMENTO AMBIENTAL

FUNDIÇÃO - SOLIDIFICAÇÃO

ESTE VOLUME FOI PUBLICADO COM O AUXÍLIO FINANCEIRO DE:

CNPq
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

fapergs

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Congresso Anual da ABM (51. : 1996 : Porto Alegre, RS)
51º Congresso Anual da ABM. -- São Paulo : Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 1996.

Vários organizadores.
Obra em 5 v.

1. Metalurgia - Congressos I. Título.

97-3838 CDD-669.06

Indices para catálogo sistemático:

1. Congressos : Metalurgia : Tecnologia 669.06
2. Metalurgia : Tecnologia : Congressos 669.06

ABM

51º CONGRESSO ANUAL

Porto Alegre - RS
5 a 9 de agosto de 1996

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA E MATERIAIS
(Reconhecida de utilidade pública pelos Decretos nº 16.069 de 16/08/69 da Prefeitura de São Paulo, nº 38.694 de 06/07/61 do Governo de São Paulo e nº 55.011 de 17/11/64 do Governo Federal)
RUA ANTONIO COMPARATO, 218 - CEP 04605-030 - SÃO PAULO - SP
TELEFONE: (011) 536-4333 - FAX: (011) 240-4273
E-mail: abmbrasi@abmbrasil.com.br

Direitos exclusivos de publicação reservados à ABM.
É indispensável a sua autorização escrita para qualquer reprodução deste trabalho, que deverá ser sempre mencionada expressamente.
Esta publicação foi impressa mediante processo fotográfico, obtido diretamente dos originais fornecidos pelos autores, não sendo, a ABM, responsável pela eventual falha na qualidade dos mesmos.

As opiniões manifestadas não representam as da ABM, sendo de responsabilidade dos autores.

Produção Gráfica:
Estúdio J.I. de Artes Gráficas S/C Ltda
Rua Camanducaia, 100 - Campo Belo - CEP 04606-040
Telefax. (011) 530-5589 - São Paulo - SP

Impresso por:
Édile Serviços Gráficos e Editora Ltda.
Rua Águas Virtuosas, 987
Tel.(011) 266-9890 - CEP 02532-000 - São Paulo - SP

VOLUME 4

TECNOLOGIA MINERAL E METALURGIA EXTRATIVA
RECICLAGEM - MONITORAMENTO E GERENCIAMENTO AMBIENTAL
FUNDIÇÃO - SOLIDIFICAÇÃO

TECNOLOGIA MINERAL E METALURGIA EXTRATIVA

PROCESSO DE ESTRATIFICAÇÃO NA FLUIDIZAÇÃO INTERMITENTE DE UMA MISTURA DE HEMATITA E QUARTZO
Alexandre de Assis Brazil, Roberto de Souza, Oscar Delgado Cuéllar 1

APLICAÇÃO DO PROCESSO DE LIXIVIAÇÃO COM TIOURÉIA: ESTUDO DE CASO
Ramon Veras Veloso de Araújo 17

ANÁLISE TERMODINÂMICA DA LIXIVIAÇÃO DA BASTNAESITA
Erickson Rocha e Almendra, Tsuneharu Ogasawara, Flávio Moore 27

ESTUDO DA DISSOLUÇÃO SELETIVA DA SÍLICA DO MINÉRIO DE TERRAS-RARAS, CATALÃO-GO
Juliano Peres Barbosa, Ramon Veras Veloso de Araújo, Osvaldo Galvão Cunha 43

SINERGISMO DAS VARIÁVEIS INFLUENTES NA CENTRIFUGAÇÃO DE CAULIM
Eduardo Augusto de Carvalho, Achilles Junqueira Bourdot Dutra 57

USTULAÇÃO DO SULFETO DE ZINCO - APLICAÇÃO DA LEI DOS TEMPOS ADITIVOS DE REAÇÃO
Magda Galant François, Fabrice Patisson, Denis Ablitzer 69

USTULAÇÃO OXIDANTE DE UM CONCENTRADO DE SULFETO DE ZINCO EM LEITO FLUIDIZADO
Carlos Augusto Ribeiro Queiroz, José Ferreiro Espasandin, Roberto José de Carvalho, Francisco José Moura 87

ESTUDO DA OXIDAÇÃO DE ARSENOPIRITA EM AUTOCLAVE
Themis Carageorgos, Andrew John Monhemius 107

ESTUDOS PRELIMINARES DA EXTRAÇÃO FOTOQUÍMICA DE EURÓPIO EM SOLUÇÕES CONTENDO EURÓPIO, GADOLÍNIO E SAMÁRIO
Maurício Moutinho da Silva, Ronaldo Luiz Correia dos Santos, David Ernest Nicodem 115

INFLUÊNCIA DA TEXTURA NAS PROPRIEDADES OXIRREDUTORAS DO CEO_2
Fátima Maria Zanon Zotin, Antonio José Gomez Cobo, Roger Fréty 133

PRODUÇÃO DE URÂNIO METÁLICO PARA MODERNIZAÇÃO DO REATOR IEA-R1 DO IPEN/CNEN
Adonis Marcelo Saliba Silva, Paulo Ernesto Lainetti 147

ESTUDO COMPARATIVO DE CARVÕES ATIVADOS UTILIZANDO MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA
Rosana Ravaglia Soares, Olavo Barbosa Filho, Guillermo Solórzano 161

AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA PRELIMINAR PARA PREPARAÇÃO DE ÓXIDO DE ÍTRIO DE PUREZA ELEVADA A PARTIR DE PRODUTOS DE PROCESSAMENTO DA MONAZITA
Maurílio Fonseca Menezes, Ronaldo Luiz Correa dos Santos 181

RECICLAGEM

RECUPERAÇÃO DE CÁDMIO DE SOLUÇÕES MUITO DILUÍDAS ATRAVÉS DO PROCESSO DE FLOTAÇÃO IÔNICA
Maurício Leonardo Torem, Isabella Bernstein Scorzelli, Ana Luiza Fragomeni 191

OBTENÇÃO DE CONCENTRADOS METÁLICOS NÃO-FERROSOS A PARTIR DE SUCATA ELETRÔNICA
Ricardo Perez Menetti, Arthur Pinto Chaves, Jorge Alberto Soares Tenório 205

RECUPERAÇÃO DE AU E AG DE CONCENTRADOS OBTIDOS A PARTIR DE SUCATA ELETRÔNICA
Ricardo Perez Menetti, Arthur Pinto Chaves, Jorge Alberto Soares Tenório 217

UMA ROTA TECNOLÓGICA PARA A RECUPERAÇÃO E RECICLAGEM DO AMÁLGAMA ORIUNDO DE GABINETES ODONTOLÓGICOS
José Yvan Pereira Leite, Carlson Pereira de Souza, Auridam Dantas de Araújo 225

CONCEPÇÃO DE UM PROCESSO DE RECIRCULAÇÃO DE RESÍDUOS SIDERÚRGICOS ATRAVÉS DE UMA SINTERIZAÇÃO DE PEQUENO PORTE: O PROCESSO SKP® PARA CONTROLE AMBIENTAL
Mauro Fonseca, Renato Minelli Figueira 235

O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS DE BENEFICIAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS NA COMPANHIA SIDERÚRGICA DE TUBARÃO
Heraldo Leite de Andrade, João Chiabi Duarte, Marcos André da Gama Bentes, André Peret Teixeira Tárcia, Válter Brinck 247

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE SINTERIZAÇÃO POR AUTO-REDUÇÃO
Cyro Takano, Marcelo Breda Mourão 261

COMPORTAMENTO DE PELOTAS AUTO-REDUTORAS DE RESÍDUO DE ACIARIA ELÉTRICA
Mario Cesar Mantovani, Cyro Takano 273

RECICLAGEM DE MATERIAIS NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA
Roberto de Barros Emery Trindade, Maurício Leonardo Torem 291

POSSIBILIDADES E FATORES LIMITANTES DA REUTILIZAÇÃO DE ESCÓRIAS DE ACIARIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL
Rejane Tubino Geyer, Denise Dal Molin, Antonio C. F. Vilela 305

UTILIZAÇÃO DE REJEITOS BITOLADOS DE ARDÓSIA COMO AGREGADOS LEVES PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL
Jader Martins, Neymayer Pereira Lima 315

PRODUÇÃO DE CERÂMICAS ARGILOSAS COM INCORPORAÇÕES DE RESÍDUOS DE BORRA DE TINTAS
Sergio Neves Monteiro, Daltro Garcia Pinatti 325

OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE RECICLAJE DE BATERÍAS DE PLOMO
Enrique Pérez A., J. Federico Chávez, J. Antonio Romero S., Rodolfo D. Morales 343

EXPERIÊNCIA INÉDITA DA COMPANHIA SIDERÚRGICA DE TUBARÃO NO MONITORAMENTO DE METAIS PESADOS ATRAVÉS DO USO DE MEXILHÕES COMO BIOINDICADORES
Tatiana Heid Furley, Carlos de Assis, Luis Antônio Rossi, Luis Felipe Niencheski 363

TRATAMENTO DE EFLUENTES ÁCIDOS E ALCALINOS DE ZINCAGEM ELETROLÍTICA POR ELETROELETRODIÁLISE
Christa Korzenowski, Jane Zoppas Ferreira 373

MONITORAMENTO E GERENCIAMENTO AMBIENTAL

EXPERIÊNCIA DA CSN NA IMPLANTAÇÃO DA GESTÃO AMBIENTAL
Gilberto Martins de Andrade, André Fernão Martins de Andrade 383

AUDITORIA AMBIENTAL INTERNA - EXPERIÊNCIA DA CST
Dalmo Rios Freitas Alvim, Tsutomo Morimoto 401

AVALIAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO DA COMPANHIA SIDERÚRGICA DE TUBARÃO NA EMISSÃO DE MATERIAL PARTICULADO NA ATMOSFERA DA REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA VIA TÉCNICAS NUCLEARES
Paulo Antônio de Souza Júnior, Odimar Deusdará Rodrigues, Tsutomo Morimoto 413

O SISTEMA TÁBULLA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA
Luiz A. Teixeira, Helio M. Kohler, Cristiane H. Terron 427

FUNDIÇÃO

OTIMIZAÇÃO DA CONDIÇÃO SUPERFICIAL E DO FLUXO NO RENDIMENTO DO PROCESSO DE REFUSÃO DE LATAS DE ALUMÍNIO
Fábio Delgado, Jorge Alberto Soares Tenório 441

PLANEJAMENTO DA REGENERAÇÃO DE AREIAS DE FUNDIÇÃO
Marlos Dias Diehl 457

FATORES QUE INFLUENCIAM A FORMAÇÃO DA BORRA (ESCÓRIA) NO PROCESSO DE FUNDIÇÃO E MANUSEIO DO ALUMÍNIO E SUAS LIGAS
Flávio Santos Corrêa, Maurício Leonardo Torem 477

CONTROLE DO FATOR DE POTÊNCIA COMPENSADO NA CIA. BRASILEIRA CARBURETO DE CÁLCIO - CBCC
Expedito Mário de Carvalho, Sylvio Raimundo Hypólito da Silva, Ronaldo Lúcio Pimentel 495

SOLIDIFICAÇÃO

APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS DE FLUXO E EMULSIFICAÇÃO EM AMOSTRAS DE ANTIMÔNIO SUPER-RESFRIADO
Walman Benício de Castro, Leny Borghesan Albertini, Claudio Shyinti Kiminami 515

ESTUDO DO SUPER-RESFRIAMENTO DA LIGA PD-CU-SI ATRAVÉS DA TÉCNICA DE FLUXO E POR CALORÍMETRO DIFERENCIAL (DSC)
Moisés Meza Pariona, Walman Benício de Castro, Edson Roberto D'Almeida, Cláudio Shyinti Kiminami ... 529

ESPAÇAMENTOS DENDRÍTICOS SECUNDÁRIO E TERCIÁRIO NA SOLIDIFICAÇÃO DIRECIONAL DA LIGA AL-8.5SI-2.5CU
Carlos Triveño Rios, Rubens Caram 539

CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DOS EUTÉTICOS Γ-M$_3$C E Γ-MC DO AÇO RÁPIDO AISI M2
Mário Boccalini Jr., Alzira Vicente de Oliveira Correa, Hélio Goldenstein 551

ELABORAÇÃO DE LIGAS METÁLICAS DE COBRE APLICADAS NA ODONTOLOGIA
Luis Geraldo Vaz, Ivan Ramires, Carlos Roberto Sobreira Beatrice, Antonio Carlos Guastaldi 571

DESENVOLVIMENTO DE UMA TÉCNICA SEMI-CONTÍNUA DE PURIFICAÇÃO BASEADA NO PROCESSO DE SOLIDIFICAÇÃO
Ricardo Risso Chaves, Maria de Fátima Brito Sousa, Rubens Caram 581

UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE SOLIDIFICAÇÃO DIRECIONAL NO ESTUDO DE MICROESTRUTURAS DE LIGAS DE ALUMÍNIO
Carlos Triveño Rios, Rubens Caram 595

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO TEOR DE HIDROGÊNIO E DA CONTRAÇÃO NA FORMAÇÃO DE MICROPOROSIDADES DURANTE A SOLIDIFICAÇÃO DA LIGA AL4,5%CU
Mírian de Lourdes Noronha Motta Melo, Ernandes Marcos da Silveira Rizzo, Rezende Gomes dos Santos 609

CARACTERIZAÇÃO DO GRAU DE LIMPEZA DE SUPERLIGAS À BASE DE NÍQUEL PELA TÉCNICA "ELECTRON BEAM BUTTON MELTING TEST"
João Pedro Valls Tosetti, Flávio Beneduce Neto, João Batista Ferreira Neto, Paulo de Freitas Nogueira 621

UMA ROTA TECNOLÓGICA PARA A RECUPERAÇÃO E RECICLAGEM DO AMÁLGAMA ORIUNDO DE GABINETES ODONTOLÓGICOS*

José Yvan Pereira Leite[1]
Carlson Pereira de Souza[2]
Auridam Dantas de Araújo[3]

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma rota para a recuperação e reciclagem do amálgama dentário.

As amostras de amálgama foram coletadas do porta amálgama utilizado pelos cirurgiões dentistas do Consultório da ETFRN. Foi constatado que o resíduo daquele aparelho é de 27,90% e que não há uma coleta seletiva para estes resíduos.

O amálgama é composto de metais pesados, tais como, mercúrio (50-55%), prata (32,5-37%), estanho (12-14,5%), cobre (0-3%) e zinco (0-1%). Esta liga tem dois destinos finais, os lixões das cidades, onde são queimados ocasionando a volatilização do mercúrio e posterior condensação na forma metálica, que o torna um forte contaminante quando interage com o meio ambiente e a outra parcela escoa através da cuspideira para os esgotos, onde sua interação com o meio não esta estudada.

Os resultados obtidos indicam que os amalgamadores terão que ser automatizados, tendo em vista minimizar a quantidade de amálgama preparado pelo dentista.

A coleta seletiva deve ser iniciada em todo o país e este resíduo reciclado através de uma retorta, que é equipamento de baixo custo e de fácil operação, onde através do aquecimento da liga, o mercúrio volatilizado é posteriormente condensado e reaproveitado, onde este processo tem recuperações superiores a 90%.

Estes resultados são relevantes para minimizar a poluição provocada pelos consultórios odontológicos.

Palavras Chaves: Amálgama de prata, Odontologia, Recuperação e Reciclagem de Hg.

---

* Trabalho a ser apresentado ao 51° Congresso da ABM, Porto Alegre RS, 05 a 09 de agosto de 1996
[1] Sócio da ABM, Mestre em Engenharia Química, prof. E-II, Lab. de Tratamento de Minérios-ETFRN
[2] Sócio da ABM, Doutor em Engenharia Química, prof. Adjunto III, PPGEQ-DEQ-UFRN
[3] Especialista em Saúde Pública, Dentista-ETFRN

I - INTRODUÇÃO

A sociedade moderna caracteriza-se pela grande quantidade de produtos que utiliza, os quais quando extraídos, beneficiados, manufaturados e consumidos como produto final, produzem em cada umas destas etapas resíduos que são lançados no meio ambiente contendo metais pesados e outros produtos químicos como efluentes.

O fluxo de resíduos para o meio ambiente, provocados pelo alto consumo de produtos não biodegradáveis, tem levado a sociedade à criação de órgãos fiscalizadores no âmbito municipal, estadual e nacional, onde estes passaram a monitorar os efluentes e a conscientizar/obrigar os produtores de resíduos a desenvolverem o tratamento e a reciclagem dos materiais, de forma a minimizar a agressão aos ecossistemas.

A poluição ambiental é um problema que afeta a todos os seres vivos de forma indiscriminada, de forma lenta, contínua e silenciosa, não trazendo medo as populações que são afetadas por esta, a não ser quando este problema está em estágios avançados.

Um dos problemas que se enquadra no contexto acima, está ligado à manipulação de mercúrio para a preparação de amálgama, onde este é utilizado, para preencher as cavidades provocados pela cárie dental, pelos profissionais ligados a área de Odontologia. Os resíduos oriundos deste processo são normalmente jogados em pias, cuspideiras e lixo comum, onde estes tem o destino dos lixões ou a rede de esgotos. Uma pequena parcela dos profissionais de odontologia acondicionam os resíduos em recipientes contendo água, porém há um momento em que o profissional terá que dar um outro destino ao resíduo, pois no país não há coleta seletiva de lixo oriundo de gabinetes odontológicos.

II - REVISÃO DA LITERATURA

O mercúrio é um elemento químico pouco abundante, é encontrado na crosta terrestre a uma concentração de aproximadamente 0,5 ppm. Este metal é obtido comercialmente através da extração do mineral cinábrio (HgS). Os depósitos de cinábrio são explotados economicamente a partir de 0,5 % de Hg, sendo os principais depósitos encontrados na Espanha, na Itália, nos Estados Unidos, na Rússia, na China, no México e no Canadá [1,2,3]. O método para a separação do cinábrio dos minerais que estão associados a ele é a flotação, seguida de ustulação em fornos ligados a câmaras de condensação, para a obtenção do mercúrio [4].

No Brasil não existe produção de cinábrio e portanto é um país que importa esta matéria prima dos países baixos e Holanda (56%), Estados Unidos da América (19%), México (8%) e do Reino Unido (7%) no ano de 1990. A tabela abaixo apresenta a evolução das importações de mercúrio semi-acabado no período de 1986-1990[3].

Tabela 1 - Evolução das importações de mercúrio semi-acabado no Brasil no período de 1986-1990 (Fonte: DNPM).

Ano	1986	1987	1988	1989	1990
Quantidade (t)	222	271	202	336	239

O consumo do mercúrio semi-acabado ou metálico em 1989, segundo dados apresentados por Lacerda e Salomons [5], estava assim distribuído: cloro-soda (4,9%), tintas (10,1%), odontologia e farmacêutica (4,1%), elétrica-eletrônica (2,7%), revenda (48,2%) e usos não especificados (30,1%).

Segundo dados de 1989 coletados por Mio Apud Rocha[6], no Brasil a Odontologia consome em média anualmente 80 toneladas de mercúrio na forma metálica, os quais são adquiridos em frascos de 100 g, sendo que nos Estados Unidos da América do Norte esta média sobe para 100 toneladas por ano.

Confrontando os dados de consumo dados por Lacerda e Salomons e os de Mio apud Rocha, há uma grande diferença entre estes, pois os primeiros quantificam a odontologia e farmacêutica com um total de 13,776 toneladas no ano de 1989, enquanto Mio advoga uma quantia de 80 toneladas para o ano de 1989. É evidente que uma quantidade significativa do mercúrio utilizado para a revenda deve estar sendo utilizado pelas clínicas odontológicas e não somente pelas atividades de garimpo, como propõe Lacerda e Salomons em seu artigo. Sendo assim, no ano de 1989, a odontologia consumiu 23,81 % do mercúrio metálico importado.

Um estudo do governo francês, publicado pelo Ministério do Meio Ambiente e pelas Companhias de Águas, coloca as clínicas odontológicas como a principal e maior fonte de contaminação de mercúrio no meio ambiente, ganhando inclusive para a somatória de todas as indústrias. Isoladamente, as clínicas odontológicas rejeitam 6 t/ano nos esgotos e 10 t/ano são encaminhadas aos depósitos de lixo e posteriormente são incineradas, contribuindo assim para aumentar a toxidade da atmosfera[7].

O mercúrio tem ponto de fusão de - 38,56°C, ponto de ebulição de 356,9°C e densidade 13,56. Na temperatura ambiente, volatiliza vapores tóxicos, onde estes explicam os fenômenos de intoxicação observados, em vegetais e animais, onde se desenvolvem atividades sem levar em consideração as normas de segurança com o seu manuseio[2,5,6,7].

O mercúrio é considerado como responsável por doenças ocupacionais em mais de 200 profissões[6,8,9].

A composição química média do amálgama utilizada pelos profissionais da área de Odontologia é de mercúrio (50-55%), prata (32,5-37%), estanho (12-14,5%), cobre (0-3%) e zinco (0-1%) [9].

Trabalho realizado no município de Feira de Santana-Ba, no qual 40% das clínicas odontológicas é servida por um sistema de coleta seletiva de lixo, foi identificado que há uma constante sobra de amálgama e excesso de mercúrio. Revela também que 16% das clínicas acondicionam o amálgama de forma adequada e que os profissionais da área de odontologia estão motivados a contribuir para melhorar a coleta do lixo gerado[10].

O trabalho realizado em Feira de Santana-Ba, observa somente o lixo gerado no ambiente das clínicas e não trata como o lixo coletado seletivamente é tratado, pois mesmo que todas as clínicas odontológicas realizasse um acondicionamento correto do amálgama, se estes fossem destinados à incineradores, este lixo ainda estava contribuindo para contaminar o meio ambiente.

No Estado do Paraná, esta se iniciando um projeto visando a coleta de amálgama gerado pelas clínicas odontológicas, tendo em vista a reciclagem de prata, onde há uma expectativa de se coletar cerca de 100 kg de sobras de amálgama por ano, o que renderia aproximadamente 60 kg de prata[11].

Observando a percentagem de 60% de prata que se pretende recuperar das sobras de amálgama no Paraná e confrontando este dado com a percentagem de prata presente no amálgama, questiona-se como será realizada esta operação, tendo em vista que na liga há pelo menos 50% de mercúrio e menores percentagens de outros metais tais como, estanho, cobre e zinco, o que resultaria em quantidades inferiores de prata recuperada.

A aplicação de técnicas de separação de mercúrio de amálgama utilizando retortas na indústria mineral é conhecida e Taggart apresenta vários tipos de retorta em seu livro Handbook of Mineral Dressing[12].

Uma aparelho simples e de baixo custo, denominado RHYP, foi proposto por Hypolito e Andrade para separar o ouro do mercúrio e consequentemente minimizar a poluição do mercúrio proveniente da atividade garimpeira. Este aparelho é uma retorta e pode ter rendimentos superiores a 99%[13].

A técnica de obtenção de mercúrio utilizada nos garimpos pode ser aplicada aos resíduos de amálgama de prata produzidos nos consultórios odontológicos com o mesmo sucesso.

Estes procedimentos de minimizar a poluição ambiental, estão de acordo com a Constituição brasileira, enunciado no capítulo VI, que trata do Meio Ambiente[14].

III - MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados neste trabalho foram:

- Recipientes de 200 ml para a coleta do resíduo do porta amálgama;
- Balança eletrônica, capacidade 200g, prec. +/- 0,0001g;
- Vidrarias;
- Bico de Bunsen;
- Retorta;
- Amostras de porções padrões do amálgama;
- Agitador de peneiras e peneiras;
- Lupa binocular SMC-4, fabricada pela ASKANIA, acoplada uma micro-câmera filmadora Sony.

O método para a determinação da quantidade de resíduo do porta amálgama oriundo da manipulação do dentista ou do seu auxiliar, consistiu em preparar várias amostras de amálgama com uma e duas porções e pesá-las e em seguida determinar o peso médio para uma porção, a qual configurou a porção padrão de amálgama utilizado no gabinete odontológico. Esta massa foi comparada com o resíduo do porta amálgama, o qual era armazenado diariamente em recipientes de 200 ml e posteriormente secados e pesados, para determinar a quantidade de resíduos através da equação (1) apresentada a seguir:

$$\%R = [R/(A*P)]*100 \quad (1)$$

Onde:

%R - é o resíduo da manipulação com o porta amálgama diário em percentagem;
A - é o número de porções padrão utilizadas para um dia;
R - é a massa de resíduo do porta amálgama por dia;
P - é a massa média de uma porção.

O método para a análise granulométrica, consistiu em submeter a amostra a um conjunto de peneiras de aberturas padronizadas e determinar a quantidade retida em cada peneira.

A lupa binocular foi utilizada para verificar a situação do mercúrio no resíduo de amálgama.

O método para a reciclagem do amálgama coletado do porta amálgama, consistiu em acondicionar um cadinho contendo uma amostra de amálgama em uma retorta, posteriormente a retorta foi aquecida com bico de Bunsen até completar a destilação do mercúrio e separar os metais.

IV - RESULTADOS E DISCUSSÕES

A coleta de resíduos de gabinetes Odontológicos foi realizada com o objetivo de determinar a quantidade de metais pesados que esta atividade joga no meio ambiente. Como a principal fonte de geração de metais pesados esta associada a manipulação de amálgama e estes na maioria dos casos são preparados utilizando amalgamadores mecânicos, então foi realizado a coleta dos resíduos do porta amálgama durante 101 dias úteis no Gabinete Odontológico da Escola Técnica Federal do Rio Grande do Norte, na cidade de Natal-RN.

No amálgama utilizados pelos cirurgiões dentistas tem mercúrio, prata, cobre, estanho e zinco. Todos estes metais preocupam os órgãos ambientais, pois poluem o meio ambiente e em particular o mercúrio por representar o maior percentual na liga utilizada.

O peso médio de uma porção utilizada para preencher uma cavidade provocada pela cárie dental, baseado na metodologia citada anteriormente, foi de 0,3871g, onde parte destas porções sobram e são jogadas no meio ambiente.

As características granulométricas dos resíduo de amálgama foram determinadas, onde a tabela 2 apresenta estes resultados.

Tabela 2 - Análise granulométrica de uma amostra de resíduo de amálgama dentário, proveniente do porta-amálgama.

Fração (#)	Abertura da Peneira (mm)	(%) Simples	(%) Retido Acumulado	(%) Passante acumulado
+3,5	5,660	0	0,00	100,00
-3,5 +9	2,000	56,39	56,39	43,61
-9 +16	1,190	24,56	80,95	19,05
-16+28	0,590	9,99	90,94	9,06
-28+32	0,500	3,52	94,46	5,54
-32	-	5,54	100	0,00
TOTAL		100		

Observando os resultados da tabela 2, pode-se afirmar que a granulometria dos resíduos de amálgama são menores do que 5,660 mm e que 94,46% deste material esta compreendido entre 5,66 e 0,5mm, o que caracteriza um resíduo grosso, onde a fração

menor tem maior contribuição para a interação com o meio, devido o aumento da área superficial.

Analisando os resíduos por fração, através de lupa binocular, pode-se identificar diversas partes do resíduo de amálgama com a presença de mercúrio livre e a granulometria diminui, também aumenta a quantidade de mercúrio livre aparente na superfície do resíduo, o que contribui para a volatilização rápida deste elemento, devido seu tamanho reduzido. Isso explica a necessidade do acondicionamento dos resíduos de amálgama em recipientes com água.

A figura 1 apresenta um gráfico da distribuição granulométrica do resíduo do amálgama proveniente do porta amálgama.

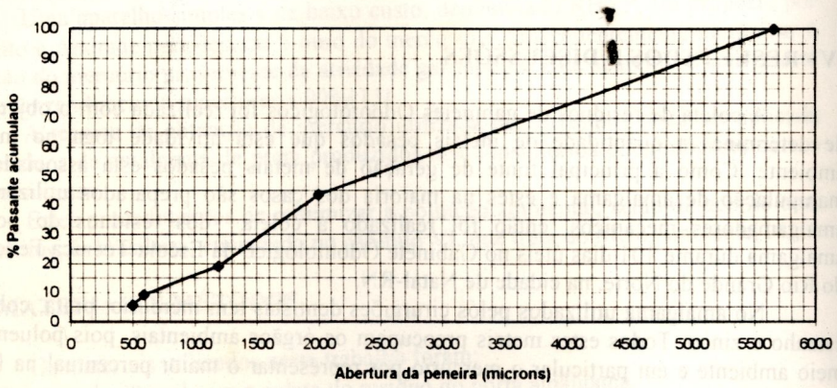

Figura 1 - Distribuição granulométrica do resíduo de amálgama proveniente do porta-amálgama.

A tabela 3 apresenta os resultados da coleta do amálgama do porta-amálgama no período de 101 dias úteis.

Tabela 3 - Determinação do resíduo de amálgama de prata do porta amálgama do Gabinete Odontológico da ETFRN no período de 101 dias úteis.

Período	N^0 de dias coletados	N^0 de Restaurações	N^0 de Porções	Resíduo (g)	Resíduo (%)	Relação Porção/Rest.
Out/94	3	28	57	4,1857	18,97	2,04
Nov/94	19	210	312	29,6986	24,59	1,49
Dez/94	19	134	231	17,4369	19,50	1,72
Jan/95	9	60	119	12,3270	26,76	1,98
Mar/95	6	74	116	10,9879	24,47	1,57
Abril/95	16	138	243	32,4996	34,55	1,76
Maio/95	16	145	216	38,2950	45,80	1,57
Maio/96	13	130	205	17,6564	22,25	1,58
Totais	101	919	1.510	163,0871	27,90	1,64

Observando a tabela 3, pode-se afirmar que para o período estudado, o resíduo de amálgama com o manuseio do porta-amálgama é de 27,90 % de cada porção preparada, o que correspondeu a uma quantidade de 163,0871g no período de aproximadamente 8 meses ou 101 dias úteis, com o Gabinete funcionando integralmente.

A quantidade de resíduo de amálgama a nível de massa é pequena, quando se observa somente este consultório. No entanto, se sabe que este procedimento é realizado em todos as clínicas no Brasil, o que leva a identificar a necessidade urgente de uma coleta seletiva acompanhada da reciclagem da liga.

O índice de 27,90 porcento de resíduo de amálgama gerado é preocupante, tendo em vista que o montante global utilizado nos Gabinetes Odontológicos das grandes cidades do país é grande e contínuo ao longo do tempo, contribuindo assim para a formação de depósitos ao longo dos esgotos e rios, o que vem a reforçar que a coleta seletiva para estes resíduos é fundamental para minimizar a poluição provocada pelos profissionais da área odontológica. Na literatura não foi encontrado artigos à respeito do comportamento do resíduo de amálgama em efluentes.

A figura 2 apresenta a distribuição dos resíduos ao longo do meses de outubro/94 a maio/95 e o mês de maio/96.

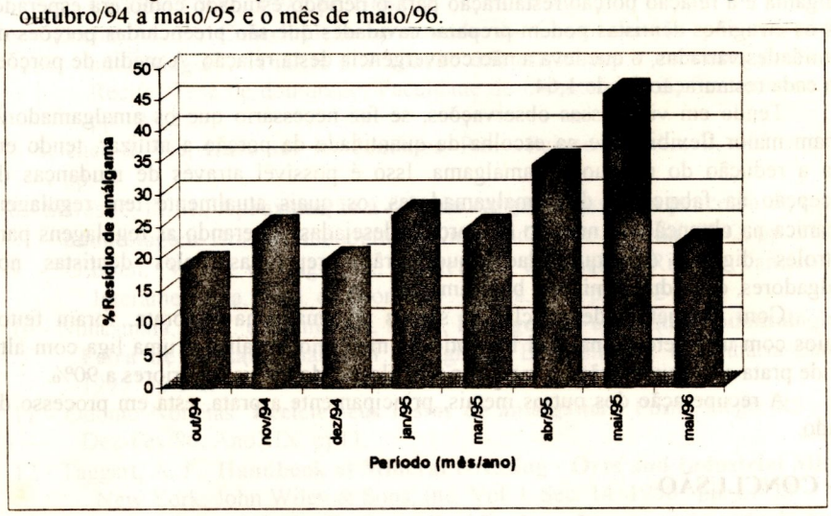

Figura 2 - Distribuição percentual do resíduo de amálgama do porta-amálgama, no período de out/94-maio/95 e maio/96.

Analisando a figura 2 se pode observar que os resíduos tem pequenas oscilações de outubro/94 a janeiro/95 e que nos meses de abril/95 e maio/95 há uma tendência ao crescimento do resíduo, o qual se pode explicar pela contratação de novos profissionais pela Instituição, sendo os mesmos recém-formados ou com pouca atividade prática profissional. O mês de maio/96 foi constatado que o resíduo percentual volta aos patamares dos vinte por cento, o qual configura a média.

A figura 3 apresenta a relação entre as porções utilizadas e as restaurações para o período citado.

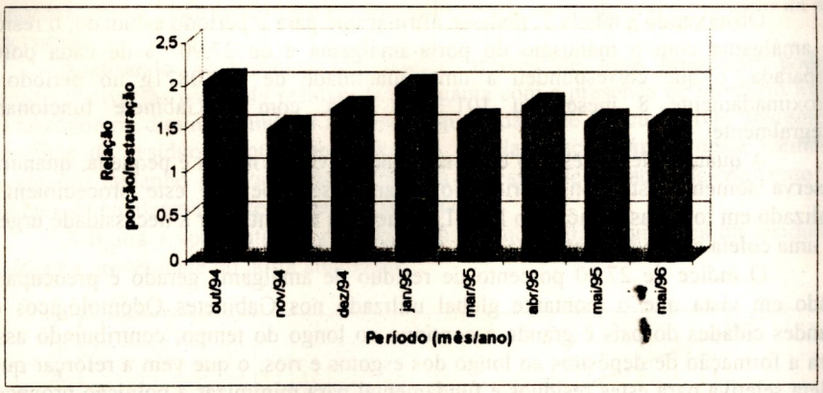

Figura 3 - Relação das porções utilizadas por restaurações no período de out/94 a maio/95 e o mês de maio/96.

Analisando a figura 3 não se pode fazer uma correlação entre o resíduo de amálgama e a relação porção/restauração para o período estudado como era esperado, pois os cirugiões dentistas podem preparar cavidades que são preenchidas porções de quantidades variadas, o que leva a não convergência desta relação. A média de porções para cada restauração foi de 1,64.

Tendo em vista essas observações, se faz necessário que os amalgamadores tenham maior flexibilidade na escolha da quantidade da porção a utilizar, tendo em vista a redução do resíduo de amálgama. Isso é possível através de mudanças de concepção na fabricação dos amalgamadores, os quais atualmente tem regulagem mecânica na obtenção do número de porções desejadas. Alterando as regulagens para controles digitais das quantidade que serão preparadas pelos dentistas nos amalgadores, o resíduo diminuirá bruscamente.

Com o objetivo de reciclar as sobras de amálgama de prata, foram feitos ensaios com uma retorta, na qual foi obtido o mercúrio metálico e uma liga com alto teor de prata e o recuperação de mercúrio tem alcançado níveis superiores a 90%.

A recuperação dos outros metais, principamente a prata, esta em processo de estudo.

VI - CONCLUSÃO

Os resíduos de amálgama de prata proveniente do porta amálgama é de 27,90%, onde estes podem ser minimizados através da substituição do dispositivo mecânico que regula as porções de amálgama dos amalgamadores, por um dispositivo com controle digital, o qual possibilitaria aos profissionais de odontologia a preparação de quantidades muito próximas daquelas demandadas para o preenchimento das cavidades.

A recuperação do amálgama através da coleta seletiva é urgente, com sua posterior reciclagem utilizando uma retorta, que é um processo de baixo custo e com rendimentos superiores a 90%.

Estes procedimentos contribuem para minimizar a poluição ambiental e as importações do mercúrio pela área de odontologia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Cirugiões Dentistas da Clínica da ETFRN e aos bolsistas do Laboratório de Tratamento de Minérios pelas contribuições na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 - Abreu, S. F., **Recursos Minerais do Brasil**, São Paulo: Ed. Edgar Bucher Ltda, V. II, 1978, pp. 684-685.

2 - Leprevost, A., **Minerais para a Indústria**, Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editoda, 1978, pp. 86-87.

3 - **Anuário Brasileiro de Mineração**. Brasília: DNPM. 1987-1991.

4 - Denver Equipment Company, **Modern Mineral Processing Flowsheets**, Colorado: 1^{0} Edition, 1962, pp.112-113.

5 - Lacerda, L. C. e Salomons, W., **Mercúrio na Amazônia**, Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1992, pp.1-68.

6 - Rocha, M. P., **Contribuição ao Estudo da Contaminação por mercúrio na odontologia - Análise e avaliação das atividades e cuidados preventivos**, Recife: Tese de doutorado, Faculdade de Odontologia de Pernambuco, 1991, pp.10-12.

7 - Science & Vie, **Haro sur les dentistes**, Paris: Science & Vie, V. 908, mai/1993, pp.38.

8 - Silvestre, R. M., **Aproximação à relação carga/desgaste no processo de trabalho odontológico**. Brasília: monografia, Universidade de Brasília, 1992, pp. 21-27.

9 - O'brien, W. J. e Ryge, G., **Materiais Dentários**, Rio de Janeiro: Edit. Interamericana, Trad. de Dionary F. Vieira, 19.., pp. 182-193.

10 - Nunesmaia, M. F. e Guimarães, M. P., **Lixo gerado em clínicas odontológicas de Feira de Santana**. Salvador: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária. 1995. pp 1-6.

11 - Odonto Notícias. **Recicle seus restos de amálgamas.** Porto Alegre-RS: Edição Dez-Fev/96, AnoXIX. pp11.

12 - Taggart, A. F., **Handbook of Mineral Dressing - Ores and Industrial Minerals**. New York: John Wiley & Sons, Inc, Vol. I, Sec. 14. 1950. pp. 21-23.

13 - Hypolito, R. e Andrade, S., **Aparelho simples e barato pode reduzir poluição por mercúrio**. Rio de Janeiro: Revista Ciência Hoje, V.11, n^{0} 63, abril/maio, 1990. pp. 10-11.

14 - **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Centro Gráfico do Senado Federal. 1988. Cap. VI, Art. 225. pp. 146-147.

A TECHNOLOGICAL ROUTE FOR THE RECOVERY AND RECYCLING OF AMALGAM FROM DENTAL CLINIC

The purpose of the present work is to develop for the recovery and recycling of the dental amalgam.

Samples of unused amalgam were collected directly from the amalgam base utilized by dentist in the clinic at ETFRN, which amounted 27,90%.

The amalgam is a blend of heavy metals like mercury (50-55%), silver (32,5-37%), tin (12-14,5%), cooper (0-3%) and zinc (0-1%). This unused alloy from the amalgam base goes to pits by normal garbage collection. This material suffers transformation when the is burned in the pits. During the burning process the mercury, volatilize and latter condensate in metallic form. This turns into a strong environmental polluent.

Another type of pollution from the same material is the spitting it out in the sink, which goes into the sewage system.

The results obtained show that the amalgam should be manipulated in an automatic device to obtain the correct amount in order to minimize the wastage.

An alert should be made throughout the country where this waste should be recycled through a special device which would perform the recovery process under control conditions at low cost, which results in a recovery of up to 90% of mercury.

Key words: Silver amalgam, dentistry, recovery and recycling of Hg.