



CONTRATO Nº 48000.003155/2007-17: DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DUODECENAL (2010 - 2030) DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL-SGM

BANCO MUNDIAL

BANCO INTERNACIONAL PARA A RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO - BIRD

PRODUTO 40

Cadeia do CHUMBO

Relatório Técnico 66

Perfil do Chumbo

CONSULTOR

Juarez Fontana dos Santos

PROJETO ESTAL

PROJETO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE ENERGIA

Setembro de 2009

SUMÁRIO

RELAÇÃO DE TABELAS	3
RELAÇÃO DE FIGURAS	3
1. SUMÁRIO EXECUTIVO	4
2. RECOMENDAÇÕES	5
3. APRESENTAÇÃO	5
3.1. O BEM MINERAL	5
3.2. MINERAIS DE MINÉRIO DE CHUMBO E FORMA DE OBTENÇÃO	6
4. METALURGIA DE CHUMBO NO BRASIL: CARACTERÍSTICAS E EVOLUÇÃO RECENTE.....	7
4.1. PARQUE PRODUTIVO E ESTRUTURA EMPRESARIAL.....	7
4.2. RECURSOS HUMANOS	8
4.3. ASPECTOS TECNOLÓGICOS DA METALURGIA DO CHUMBO SECUNDÁRIO	8
4.4. ASPECTOS AMBIENTAIS	11
4.5. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE CHUMBO SECUNDÁRIO E SEU VALOR	12
4.6. EVOLUÇÃO E TENDÊNCIA DE PREÇO DO MERCADO.....	13
4.7. INVESTIMENTOS NA METALURGIA DE CHUMBO.....	14
5. USOS E DESTINAÇÃO DOS PRODUTOS DO CHUMBO	15
5.1. POSSIBILIDADES DE SUBSTITUIÇÃO DO CHUMBO	16
6. CONSUMO ATUAL E PROJETADO DO CHUMBO	17
6.1. CONSUMO DE CHUMBO NO CENÁRIO MUNDIAL	17
6.2. CONSUMO POR REGIÕES	18
6.3. DEMANDA SETORIAL	19
6.4. PADRÃO DO CONSUMO NOS PAÍSES INDUSTRIALIZADOS	20
6.5. EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE CHUMBO NO BRASIL.....	21
6.6. PROJEÇÃO DE CONSUMO NO PAÍS	22
7. PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE CHUMBO.....	24
7.1. OFERTA MUNDIAL DE CHUMBO	24
7.2. PRODUÇÃO MUNDIAL DE CHUMBO PRIMÁRIO (1997 – 2007).....	25
7.4. EVOLUÇÃO E PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE CHUMBO NO PAÍS.....	26
7.5. PERSPECTIVAS	28
8. PROJEÇÃO DAS NECESSIDADES DE RECURSOS HUMANOS.....	28
9. ANÁLISE DA CADEIA PRODUTIVA.....	29
10. CONCLUSÕES GERAIS	29
11. BIBLIOGRAFIA	30

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1. Composição típica da bateria chumbo/ácido.....	9
Tabela 2. Produção de chumbo secundário no país.....	13
Tabela 3. Evolução do preço do chumbo metálico 1978-2008.....	14
Tabela 4. Consumo mundial de chumbo.....	18
Tabela 5. Consumo de chumbo por região no mundo.....	19
Tabela 6. Evolução do consumo de chumbo no mundo.....	20
Tabela 7. Evolução do consumo de chumbo no Brasil.....	21
Tabela 8. Projeção da taxa de consumo aparente de chumbo.....	23
Tabela 9. Evolução demográfica no país 2011- 2030.....	23
Tabela 10. Projeção do consumo de chumbo no país 2009 - 2030.....	24
Tabela 11. Projeção do consumo de chumbo per capita no Brasil.....	24
Tabela 12. Produção mundial de chumbo.....	25
Tabela 13. Evolução da produção de chumbo primário e reciclado.....	26
Tabela 14. Evolução da produção de chumbo no país.....	27
Tabela 15. Projeção da produção de chumbo.	27

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma do processamento das baterias chumbo/ácido.....	10
Figura 2. Consumo setorial do chumbo no mundo.....	20
Figura 3. Gráfico da evolução do consumo de chumbo no Brasil.....	22
Figura 4. Demanda brasileira estimada para chumbo (2010-2030).....	22

1. SUMÁRIO EXECUTIVO

O chumbo é um dos metais mais antigos usados pelo homem e muitas das primitivas aplicações têm persistido através dos séculos. O mais amplo uso do chumbo é na fabricação de acumuladores de energia, segmento que demanda mais de 78% do metal consumido no mundo. Outras aplicações importantes são na fabricação de forros para cabos, elemento de construção civil, pigmentos, soldas suaves e munições.

A produção de baterias elétricas responde atualmente por mais de 75% do consumo global do metal e o notável crescimento da indústria automobilística mundial registrada nas últimas décadas impulsionou a demanda pelo metal. Deste modo, o futuro da demanda por chumbo merece uma análise mais detalhada das perspectivas atuais e futuras da indústria automotiva.

A partir da década de 90 a oferta de chumbo “velho” resultante da reciclagem de sucata de Pb superou a produção de metal proveniente de operações mineiras e com o passar do tempo e incremento do processo de reciclagem, sua contribuição tem sido progressivamente mais importante. No período entre 1997 e 2007 a parcela de fornecimento de chumbo a partir de reciclagem passou de 50,50% para 56,70 % do consumo mundial total, registrando uma taxa de crescimento anual da ordem de 6,00%.

Na atualidade, a produção primária de chumbo não representa mais de 8% a 10% do consumo interno, sendo o concentrado mineral exportado integralmente, pois as usinas metalúrgicas de chumbo foram desativadas em 1996. O suprimento de chumbo é atendido em parte pela reciclagem de sucata de chumbo, complementado pela importação de chumbo eletrolítico.

Até o final da década de 90 o abastecimento interno de chumbo secundário ficou restrito à capacidade instalada das poucas unidades metalúrgicas de chumbo secundário que somava na época uma capacidade total da ordem de 60.000 toneladas/ano. A efetiva mudança no cenário nacional foi introduzida pela emissão em 1999 da resolução 257/99 do CONAMA, que posteriormente foi incorporada nos regulamentos dos diversos organismos estaduais responsáveis pela questão ambiental. A partir de 2002 a produção de chumbo secundário apresentou um forte crescimento estando estabilizada no momento no patamar de 142.000t/ano.

A Resolução 257/99 do CONAMA definiu que todos os estabelecimentos comerciais que comercializam acumuladores e baterias automotivas, são obrigados a aceitar a devolução dos equipamentos usados de qualquer marca comercial e preservar a solução ácida em condições adequadas, sendo proibido o seu descarte em esgotos. O seu manuseio deve ser realizado de forma adequada, evitando o tombamento das baterias em qualquer situação de armazenamento ou transporte para evitar vazamento da solução ácida.

Contando com uma campanha institucional voltada para o esclarecimento e orientação dos fabricantes, distribuidores, comerciantes e usuários, a ABINEE (Associação Nacional da Indústria de Eletro-eletrônicos) tem realizado um trabalho exemplar divulgando o processo de reciclagem de chumbo, que resultou em um sensível aumento da produção de chumbo secundário que atualmente atinge uma média de 140.000 toneladas, equivalente a um universo de 14 milhões de baterias automotivas. Considerando-se que o mercado nacional registra uma produção anual de 20 milhões de baterias novas, o processo de reciclagem de chumbo de baterias automotivas atinge mais de 95% das unidades fora de uso.

A produção de chumbo reciclado no país é resultante de unidades produtivas independentes que individualmente apresentam capacidade produtiva que varia entre 5 a 150 toneladas/mês, caracteriza um universo que atua de forma técnica inadequada e com sérios problemas de segurança do trabalho. A baixa escala da produção, a deficiência tecnológica e a falta de capacitação dos

operadores fazem com que grande número de usinas trabalhe em, ou próximo ao regime de clandestinidade.

A evolução do consumo do metal ocorrido no país ao longo das últimas três décadas indica que o consumo que era da ordem de 100.000 toneladas ano passou na atualidade para o patamar de 220.000 toneladas ano. Independentemente das variações periódicas da atividade econômica registrada no país ao longo desse período, o consumo do chumbo eletrolítico apresentou um crescimento linear de aproximadamente 2,4% ao ano, garantido pelo desempenho da indústria automobilística, que mostrou uma aceleração nos últimos anos.

O exercício de projeção de consumo nacional de chumbo eletrolítico até o ano de 2030 aponta que nesta data a demanda poderá ser variável entre: 255.344 e 635.132 toneladas ano, a depender do desempenho da economia no período.

No início da nova década o país deverá contar com a primeira usina metalúrgica de grande porte que além de absorver toda a produção de concentrado mineral nacional, processará chumbo reciclado e outros resíduos metálicos industriais. O Projeto Polimetálicos em desenvolvimento pela Votorantim Metais Zinco, com previsão para inauguração ao final de 2010 ou primeiro semestre de 2011, prevê a produção 75.000 toneladas/ano de chumbo metálico, a partir de sucata de chumbo e concentrados de chumbo.

2. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se que o Ministério de Minas e Energia tome a iniciativa de elaborar um cadastro do parque transformador de sucata de chumbo, responsável pela oferta de chumbo “velho”, principal fonte de fornecimento do metal em nosso país. Sabe-se que o processo de reciclagem se realiza em centenas de unidades produtivas, localizadas em um grande número de municípios, porém não existe conhecimento de registros confiáveis sobre questões relativas a atividade como: tipo de equipamento de fundição; capacidade instalada; existência de equipamentos de prevenção ambiental; número de operadores; qualificação dos operadores; custo operacional; consumo de energia dentre outros.

3. APRESENTAÇÃO

O presente estudo, realizado sob regime de contratação de consultoria pela J.Mendo Consultoria, tem por finalidade fornecer elementos para a elaboração do Plano Doudecenal de Geologia, Mineração e Transformação Mineral que será elaborado pelo Ministério de Minas e Energia – MME, com o suporte do Banco Mundial.

Inserido na Macro-Atividade 4.4 – A transformação mineral no Brasil, o Produto 40: Cadeia do Chumbo; Relatório Técnico 66: Perfil do Chumbo tem por objetivo caracterizar o chumbo, analisando seus usos, consumo, produção, reservas minerais, projeção de demanda, projeção de investimentos, necessidade de recursos humanos, atualidade tecnológica, capacitação, aspectos ambientais e outros que caracterizam a cadeia produtiva desse metal.

3.1. O BEM MINERAL

Chumbo é um elemento químico do grupo dos metais. Seu número atômico é 82 e o símbolo químico é Pb, derivado do latim *plumbum*. É um metal cinzento, azulado brilhante, não elástico, mole, dúctil, maleável, trabalhável a frio, razoável condutor de calor e eletricidade, possui condutibilidade térmica, coeficiente de expansão térmica linear de $29 \times 10^{-6}/1^\circ\text{C}$, e aumento em volume (20°C ao ponto de fusão) de 6,1%. Peso específico 11,37, baixo ponto de fusão (327°C),

peso atômico 207,2 e ponto de ebulição a 1.717°C, emitindo, antes desta temperatura, vapores tóxicos. Exibe retração linear na solidificação de 1 a 2,5% e alongamento de 31%.

Sua elevada ductibilidade e maleabilidade favorecem o uso em forma de chapas pela facilidade de trabalho. A flexibilidade permite sua utilização na forma de tubo.

Apresenta baixa resistência, contribui para o surgimento de fissuras, quando submetido à repetidas aplicações de esforços mecânicos, tensão produzida pela vibração, resfriamento e dobramento.

Tem demonstrado ser um excelente metal para proteger da corrosão atmosférica devido a sua rápida oxidação superficial em forma de película de óxido, formando o protóxido de chumbo.

Dissolve-se a quente nos ácidos nítrico, acético e em ácidos sulfúrico e clorídrico em ebulição, porém reage à ação dos outros ácidos, o que o torna um dos elementos preferidos para o revestimento interno de recipientes para ácidos.

O chumbo tem a propriedade singular de absorver radiações de ondas curtas, tais como, as emanções do rádio ou produzidas pelos raios-X. Atribui, também, boas propriedades de antifricção a certas ligas. As características demonstradas e a facilidade de combinar com outros elementos, fazem do chumbo um dos metais de maior emprego na indústria moderna, quer puro, ou sob a forma de composto, é um dos principais metais do grupo dos não-ferrosos.

O chumbo é um dos metais mais antigos usados pelo homem e muitas das primitivas aplicações têm persistido através dos séculos. Era conhecido pelos antigos egípcios, que o utilizaram há mais de oito mil anos. Os jardins suspensos da Babilônia eram assoalhados com folhas de chumbo soldadas e as pedras de pontes eram ligadas por ganchos de ferro soldados com chumbo.

Embora a presença do chumbo na crosta terrestre seja de apenas 0,002%, ocorrem diversas jazidas que são exploradas com teor de 3% a 0,5 %.

3.2. MINERAIS DE MINÉRIO DE CHUMBO E FORMA DE OBTENÇÃO

O chumbo raramente é encontrado no seu estado natural, mas sim, em combinações com outros elementos, e sendo que os mais importantes minerais de minério são: galena, cerussita, anglesita, pirromorfita, vanadinita, crocoíta e a wulfenita. . Como os minérios de chumbo são de composição extremamente variável, existem diversas técnicas de mineração. A galena, que normalmente contém 86,6% de chumbo, está sempre associada a outros metais.

A galena (PbS), é um sulfeto de chumbo (Pb = 86,6% e S = 13,4%), geralmente ocorre associada com a prata, sendo o seu mineral-minério mais importante. Zinco, cobre, ouro, arsênio e antimônio são outros metais que, por vezes, aparecem associados ao chumbo.

A Galena é um mineral facilmente reconhecível por apresentar clivagem perfeita, alto pêsô específico, baixa dureza, cor cinzenta e brilho metálico. Cristaliza no sistema isométrico ou cúbico, em cristais quase sempre cúbicos ou octaédricos, isolados ou combinados. As formas de rombo dodecaedro e de tri octaedro são mais raras.

A galena é encontrada usualmente em veios, associada aos minerais esfalerita, pirita, marcassita, calcopirita, cerusita, dolomita, calcita, quartzo e baritina, com hospedagem preferencial em seqüências vulcânicas e vulcanogênicas geneticamente relacionadas a sistemas vulcânicos epitermais. Um segundo tipo de depósito de galena acha-se associado a rochas calcárias, quer na forma de veios, preenchendo espaços vazios, quer como depósitos de substituição. No caso dos

depósitos carbonáticos do tipo Mississippi Valley o chumbo constitui um co-produto da mineração do zinco.

Em muitos casos, a galena contém prata e é explorada como fonte primária desse metal. Antimônio cobre e zinco são outros produtos minerais de importância comercial que ocorrem em associação com a galena.

O minério de chumbo é tratado por ustulação (aquecimento do ar), para separação do enxofre, quando o sulfeto de chumbo converte-se, pela volatilização do dióxido de enxofre, em dióxido de chumbo. Pela fusão, o óxido de chumbo é reduzido em alto forno, ao qual se adicionam o coque, um fundente e o óxido de ferro. O produto obtido, chamado chumbo bruto, ou chumbo de obra, é separado dos demais elementos (mate escória) por diferença de densidade dos produtos no cadinho. Em seguida, é submetido à refinação, para remoção das impurezas metálicas, por refinação ou por destilação. O chumbo obtido por esse processo pode apresentar teor de pureza de 99,999%.

4. METALURGIA DE CHUMBO NO BRASIL: CARACTERÍSTICAS E EVOLUÇÃO RECENTE

Na atualidade não se registra produção de chumbo metálico a partir de concentrados minerais no Brasil, pois o concentrado mineral é integralmente exportado. A totalidade do chumbo eletrolítico produzido no país é proveniente do processamento de material sucateado.

Até meados da década passada a metalurgia do chumbo era processada por grandes empresas fundidoras que funcionavam basicamente à base de sucata do metal, em grande parte importada, complementada pelo concentrado de mineral produzido no país. Porém a partir de 1995, com a proibição da importação de sucata de chumbo, a sua metalurgia no Brasil resumiu-se à produção de chumbo secundário a partir de sucata e resíduos do metal.

A efetiva mudança no cenário nacional foi introduzida pela emissão em 1999 da resolução 257/99 do CONAMA, que posteriormente foi incorporada nos regulamentos dos diversos organismos estaduais responsáveis pela questão ambiental.

Contando com uma campanha institucional voltada para o esclarecimento e orientação dos fabricantes, distribuidores, comerciantes e usuários, a ABINEE (Associação Nacional da Indústria de Eletro-eletrônicos) tem realizado um trabalho exemplar divulgando o processo de reciclagem de chumbo, que resultou em um sensível aumento da produção de chumbo secundário que atualmente atinge uma média de 140.000 toneladas, equivalente a um universo de 14 milhões de baterias automotivas. Considerando-se que o mercado nacional registra uma produção anual de 20 milhões de baterias novas, o processo de reciclagem de chumbo de baterias automotivas atinge mais de 95% das unidades fora de uso.

4.1. PARQUE PRODUTIVO E ESTRUTURA EMPRESARIAL

O parque produtivo do chumbo secundário é caracterizado por um processo de produção pulverizado, concentrado em três regiões do país: região nordeste (Pernambuco); região sudeste (São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais) e Sul (Paraná e Rio Grande do Sul), aonde se instalaram mais de uma centena de usinas de pequeno e médio porte.

A produção resultante de unidades produtivas independentes que individualmente apresentam capacidade produtiva que varia entre 5 a 150 toneladas/mês, caracteriza um universo que atua de forma técnica inadequada e com sérios problemas de segurança do trabalho. A baixa escala da produção, a deficiência tecnológica e a falta de capacitação dos operadores fazem com que grande número de usinas trabalhe em, ou próximo ao regime de clandestinidade.

Em 2008, O Centro Estadual de Saúde do Trabalhador (CEST) da Secretaria da Saúde do Estado do Paraná, concluiu que 36 empresas que atuam na fundição de chumbo no Paraná não estão adequadas para funcionar segundo as normas da saúde dos trabalhadores, apesar de todas atenderem precariamente às exigências do Instituto Ambiental do Paraná.

Mesmo no Estado de São Paulo, o setor apresenta características similares, porém, impulsionadas pela escala do comércio de baterias usadas emergiram algumas empresas de porte médio de destaque, a exemplo da Dallon Metais e Derivados. A Dallon, fundada em 1998 em Jacarezinho, aproveitou a oportunidade oferecida pelas exigências da Resolução 257/99 do CONAMA e iniciou em 2000 a produção de 200 t/mês de chumbo secundário. Atualmente a empresa possui uma unidade fabril com 7.000 m² e processa 1.000 toneladas por mês de chumbo refinado a partir do processamento de material de sucata. Atua sob controle de um Sistema de Gestão de Qualidade Total e recebeu em 2007 a certificação NBR ISO 9001:2000 e ISO 14.001:2004.

4.2. RECURSOS HUMANOS

Conforme foi mencionado no item anterior, o segmento é muito pulverizado e não acham-se disponível qualquer registro cadastral confiável dos empregados dessas empresas. Tomando-se a Dallon como parâmetro, verifica-se que a mesma emprega 120 funcionários e registra uma produção de 12.000 toneladas ano, que resulta no indicador de produtividade da ordem de 100/t/ano por colaborador. Porém, a Dallon constitui uma exceção e esse indicador não pode ser utilizado para extrapolar o número de empregos ofertados pelo setor como um todo.

4.3. ASPECTOS TECNOLÓGICOS DA METALURGIA DO CHUMBO SECUNDÁRIO

A indústria de chumbo secundário tem como principal matéria-prima os resíduos provenientes de produtos que contém metal em sua formulação. Devido ao fato de que grande parte da produção de chumbo é destinada à fabricação de baterias chumbo/ácido, o próprio resíduo gerado no final do ciclo de vida das mesmas é também a principal matéria-prima para a reciclagem, sendo que, em uma planta típica de fundição de chumbo secundário, representam acima de 90% da matéria-prima utilizada.

A importância da reciclagem do chumbo é confirmada pelos seguintes indicadores da participação do chumbo secundário no consumo do metal: 57% do consumo mundial; 77% do consumo registrado nos Estados Unidos. No Brasil o chumbo reciclado é responsável por 62,5% do consumo desse metal.

O chumbo ao lado do alumínio é um dos materiais mais reciclados no mundo. O notável aumento da reciclagem do chumbo nas últimas décadas é resultante da pressão pelo controle ambiental de um material de grande potencial de toxidez.

A recuperação do chumbo é usualmente realizada através de um processo pirometalúrgico, baseado na aplicação de elevadas temperaturas para promover reações de oxirredução que transformam o metal da sua forma de óxidos, sulfeto ou sulfato em sua forma metálica.

A instalação de novas unidades metalúrgicas, a exemplo do Projeto Polimetálicos da Votorantim Metais, deveria privilegiar o emprego de fornos elétricos dotados de sistemas de instrumentação e controle que assegurassem um regime metalúrgico ótimo aliado ao consumo racional de energia. Os órgãos estaduais de controle ambiental deveriam estabelecer um protocolo comum, com o objetivo de padronizar as exigências para o licenciamento das unidades metalúrgicas, com a identificação e qualificação dos equipamentos de prevenção e controle da poluição no processo da metalurgia do chumbo.

4.3.1. Baterias chumbo-ácido e sua composição

Baterias de chumbo-ácido são conjuntos de acumuladores elétricos recarregáveis, interligados, construídos e utilizados para receber, armazenar e liberar energia elétrica por meio de reações químicas envolvendo chumbo e ácido sulfúrico.

A maior parcela do chumbo atualmente consumido no mundo destina-se à fabricação de acumuladores elétricos para diferentes fins. As baterias chumbo-ácido são universalmente utilizadas como fonte de energia em veículos automotores, em sistema de fornecimento de energia elétrica e em produtos de consumo em geral.

Quando essas baterias chegam ao final de sua vida útil devem ser coletadas e enviadas para unidades de recuperação e reciclagem. Esta providência garante que seus componentes perigosos (metais e ácido) fiquem afastados de aterros e de incineradores de lixo urbano e que o material recuperado possa ser utilizado na produção de novos bens de consumo.

Todos os constituintes de uma bateria chumbo-ácido apresentam potencial para reciclagem. Uma bateria que tenha sido imprópriamente disposta, ou seja, não reciclada, representa uma importante perda de recursos econômicos, ambientais e energéticos e a imposição de um risco desnecessário ao meio ambiente e seus ocupantes.

As baterias automotivas, estacionárias e tracionárias contêm chumbo na massa positiva, massa negativa, nas grelhas e conexões e ainda na solução eletrolítica de ácido sulfúrico; portanto, nas instalações, durante o uso das mesmas, no transporte, manutenção, armazenamento temporário e na disposição final, cuidados devem ser tomados para que não ocorra vazamento de chumbo e ácido sulfúrico que exponha os usuários e contamine o solo, ar e água. Se após o seu esgotamento energético essas baterias não forem segregadas e seu conteúdo reciclado, causarão ameaça ambiental significativa.

A composição aproximada de uma bateria chumbo/ácido é exemplificada na tabela a seguir:

Tabela 1. Composição típica da bateria chumbo/ácido

COMPOSIÇÃO TÍPICA DA BATERIA CHUMBO/ÁCIDO		
Constituinte	Material	% em massa
Material ativo	PbO ₂ , Pb	33,7
Grade	Pb	24,3
Conexões e terminais	Pb	5,9
Conexões e terminais	Pb	5,9
Separadores	Polietileno	2,5
Caixa	Polipropileno	5,7
Eletrólito	H ₂ SO ₄	27,9

Fonte: MORACHEVSKII (1966)

4.3.2. Processo de produção de chumbo a partir de resíduos de baterias

O processo de produção de chumbo a partir de resíduos de baterias pode ser descrito como uma sucessão das seguintes etapas: trituração e separação dos constituintes; preparação da carga, fundição e refino do metal.

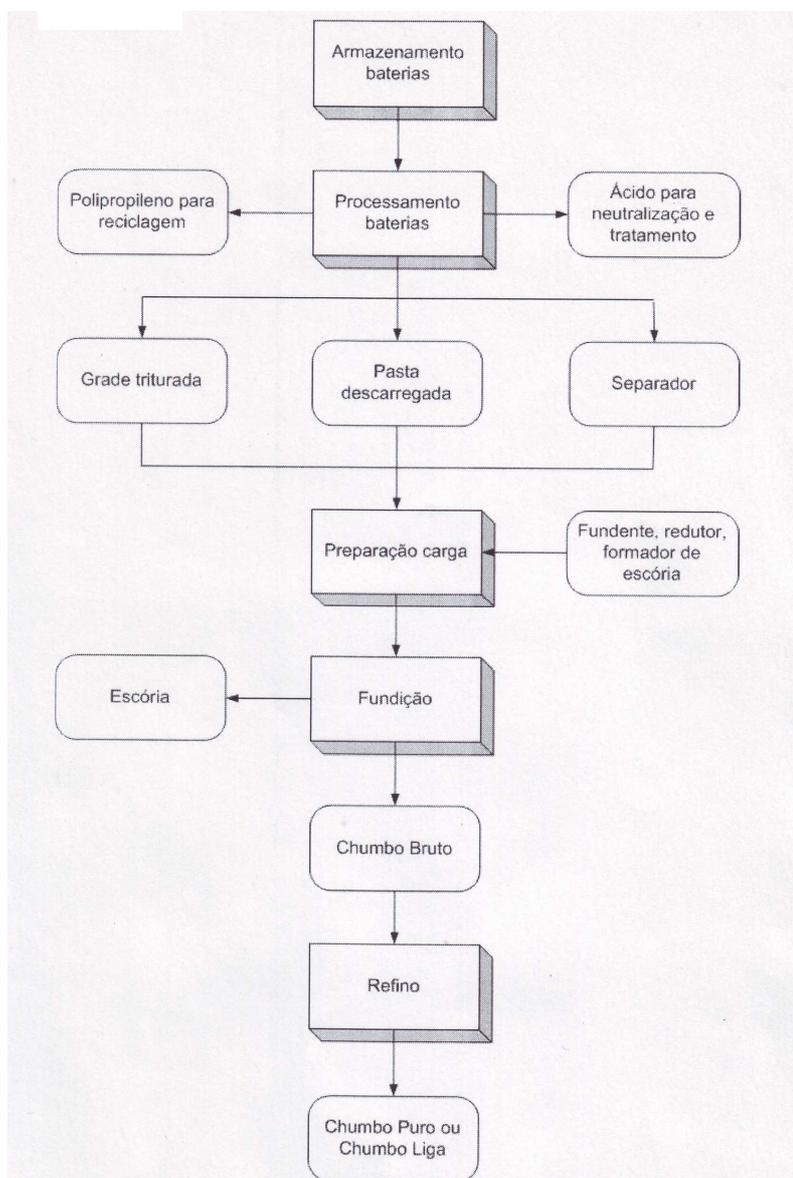
4.3.2.1. Trituração e separação dos constituintes

O processo de trituração é realizado em área coberta e solo impermeabilizado e nesta etapa são separadas as partes de plástico (carcaça e separador), as partes que contém chumbo e a solução eletrolítica.

A trituração geralmente é realizada com o auxílio de moinhos de martelos. Os materiais triturados são carregados por um fluxo de água que os conduzem até uma peneira onde ocorre a primeira etapa de separação: a pasta descarregada da bateria, de menor granulometria é separada do restante do material. Na sequência a grade triturada é separada do material plástico com o auxílio de um separador hidráulico. A porção de plástico da bateria, carcaça e separadores seguem para uma segunda peneira onde é obtida a pasta descarregada que não foi separada anteriormente.

A pasta resultante é misturada em tanques de agitação e a corrente resultante passa por um filtro-prensa resultando na pasta final e um efluente líquido que é conduzido para o tratamento.

Figura 1. Fluxograma do processamento das baterias chumbo/ácido



Fonte: Gomes, 2006.

4.3.2.2. Elementos da carga

A carga do forno é constituída pelo Redutor, Formador da escória e pelo Fundente. Normalmente é utilizado carbono sólido como redutor carbotérmico. O carvão tem a função de reduzir o chumbo presente transformando-o em chumbo metálico. O material adicionado que proporciona a formação da escória é o ferro. Age como coletor do enxofre, fixando-o e formando sulfeto de ferro, além de servir como receptor das impurezas presentes nas matérias-primas. O material mais comumente utilizado como fundente é o carbonato de cálcio, que tem a função de rebaixar o ponto de fusão e diminuir a viscosidade da escória. Também podem ser utilizados como fundente o calcário e a sílica.

4.3.2.3. Fornos de fundição de chumbo

O processo pirometalúrgico pode utilizar três diferentes tipos de fornos: revérbero, vertical e rotativo. Os fornos revérberos e verticais são os mais tradicionais e o forno rotativo tem sido utilizado em usinas metalúrgicas mais modernas. O forno rotativo é mais flexível com relação ao tipo de material a ser processado e apresenta maiores taxas de produção, além de apresentar um desempenho compatível com as atuais exigências ambientais.

Os fornos revérberos consistem de fornos retangulares revestidos de material refratário disposto alinhadamente, permitindo a operação em modo contínuo. Para o aquecimento do forno a 1.200 a 1.260° C pode ser utilizado gás natural ou óleo combustível.

Os fornos verticais consistem de cadinhos revestidos de refratário com um cilindro vertical de aço encamisado por água. A carga é introduzida no topo do cilindro e preenche a maior parte de seu volume. A matéria-prima é introduzida continuamente para manter um nível mínimo de carga. O coque é adicionado à carga como combustível primário, embora possa ser utilizado gás natural para dar início à combustão, que ocorre na parte inferior do cilindro. Tais fornos são projetados para produzir ligas de chumbo e atingem condições mais fortemente redutoras do que aquelas encontradas nos fornos revérberos. A temperatura na área de combustão fica entre 1.200 e 1.400° C.

Fornos rotativos apresentam duas vantagens em relação aos outros tipos de fornos: melhor ajuste dos fundentes devido a sua operação em batelada e uma melhor mistura dos materiais de carga. Consiste de um tambor revestido de refratários e disposto sobre rolos, com velocidade de rotação variável. A combustão entre o oxigênio e gás natural ou óleo combustível aquece o material da carga e o refratário. Em uma extremidade do forno se realiza o encontro entre o combustível e o comburente, na outra extremidade, uma porta corredeira, permite a entrada do material de carga. O chumbo e a escória são vazados ao final de cada batelada, que pode durar de 5 a 12 horas.

O parque produtivo nacional é composto basicamente de usinas de pequeno porte que operam com fornos revérberos, de construção e operação mais simples, mas que apresentam maior número de problemas de controle ambiental, baixa produtividade e resultam em produtos de qualidade inferior. São poucas as usinas que dispõem de fornos verticais e fornos rotativos, cuja ocorrência é quase exclusivamente localizada nas regiões Sul, e Sudeste do país.

4.4. ASPECTOS AMBIENTAIS

O aspecto mais relevante relacionado ao processo de reciclagem de baterias automotivas diz respeito às emissões patológicas de componentes de chumbo.

A emissão de chumbo ocorre em cada unidade do processo de fundição do chumbo secundário, conforme tem demonstrado os estudos realizados com amostragem sanguínea de

trabalhadores nas áreas do forno, limpeza, soldagem, serralheria e fabricação de ligas, que apresentam os maiores níveis de contaminação dos operadores.

Para prevenir o Saturnismo as fundições de chumbo secundário, nos Estados em que os regulamentos ambientais são mais bem fiscalizados, utilizar algumas medidas para diminuir as emissões e prevenir a contaminação humana, como: adequação dos processos e equipamentos, isolamento e automação das máquinas e área de trabalho, melhoria do sistema de ventilação local e geral na usina e uso contínuo de equipamentos de proteção individual.

A esmagadora maioria das metalúrgicas que processam o chumbo secundário no país, não opera em condições aceitáveis ambientalmente e tem sido alvo de atenção dos organismos de controle ambiental e do Ministério do Trabalho e até do Ministério Público. A reduzida escala de produção, suas estruturas técnica e gerencial rudimentares e a desqualificação da maioria dos operadores desenham um quadro caótico, que é emblemático do setor.

A adequação aos requisitos ambientais é satisfeita por poucas empresas, em geral aquelas líderes em produção, a exemplo da Dallon Metais e Derivados, que dispõe de sistemas automatizados de produção, sistemas de prevenção e controle e comprometidas com Sistemas integrados de gestão de saúde, segurança e meio ambiente (SGI).

4.4.1. Emissões gasosas e técnicas de controle e tratamento

Durante a redução do chumbo, alguns gases são formados dentro do forno. Quando os gases deixam o forno, arrastam algum material particulado. O objetivo do tratamento do efluente gasoso é diminuir a emissão de poluentes na forma de gás ou de material particulado para o ar ambiente.

Um sistema típico de tratamento para o efluente gasoso baseia-se no resfriamento dos gases e na coleta do material particulado. Os gases deixam o forno e passam por uma câmara de pós-combustão para perder um pouco de velocidade e precipitar o material particulado. Posteriormente os gases são resfriados em um trocador de calor e entram em um sistema de filtração para a coleta de material particulado, enquanto os gases são liberados para a atmosfera.

4.5. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE CHUMBO SECUNDÁRIO E SEU VALOR

Até meados da década passada a metalurgia do chumbo era processada por grandes empresas fundidoras que funcionavam basicamente à base de sucata do metal, em grande parte importada, complementada pelo concentrado de mineral produzido no país.

A última produção de chumbo primário a partir de concentrados minerais nacionais deu-se em 1995, quando o Governo Federal estabeleceu a proibição da importação de sucata de chumbo como medida de proteção ambiental. A iniciativa teve origem na Convenção de Basileia, em que as baterias chumbo/ácido foram classificadas como resíduo perigoso e tiveram seu comércio internacional afetado. O impacto foi sentido também na economia relacionada a esse metal, pois o preço do metal primário é superior ao preço do chumbo secundário. Tal fato, associado com a promulgação da legislação específica, favoreceu a recente demanda de reciclagem do material no país.

Até o final da década de 90 o abastecimento interno de chumbo secundário ficou restrito à capacidade instalada das poucas unidades metalúrgicas de chumbo secundário que somava na época uma capacidade total da ordem de 60.000 toneladas/ano. A efetiva mudança no cenário nacional foi introduzida pela emissão em 1999 da resolução 257/99 do CONAMA, que posteriormente foi incorporada nos regulamentos dos diversos organismos estaduais responsáveis pela questão ambiental. A partir de 2002 a produção de chumbo secundário apresentou um forte crescimento estando estabilizada no momento no patamar de 142.000t/ano.

A Resolução 257/99 do CONAMA definiu que todos os estabelecimentos comerciais que comercializam acumuladores e baterias automotivas, são obrigados a aceitar a devolução dos equipamentos usados de qualquer marca comercial e preservar a solução ácida em condições adequadas, sendo proibido o seu descarte em esgotos. O seu manuseio deve ser realizado de forma adequada, evitando o tombamento das baterias em qualquer situação de armazenamento ou transporte para evitar vazamento da solução ácida.

Quanto à destinação a mesma resolução define que o material usado recolhido deverá ser enviado ao fabricante ou ao importador ou mesmo ao distribuidor da bateria.

Contando com uma campanha institucional voltada para o esclarecimento e orientação dos fabricantes, distribuidores, comerciantes e usuários, a ABINEE tem realizado um trabalho exemplar divulgando o processo de reciclagem de chumbo, que resultou em um sensível aumento da produção de chumbo secundário que atualmente atinge uma média de 140.000 toneladas, equivalente a um universo de 14 milhões de baterias automotivas. Considerando-se que o mercado nacional registra uma produção anual de 20 milhões de baterias novas, o processo de reciclagem de chumbo de baterias automotivas atinge mais de 95% das unidades fora de uso.

Tabela 2. Produção de chumbo secundário no país

PRODUÇÃO DE CHUMBO SECUNDÁRIO NO PAÍS							
em t							
Período	Produção	Período	Produção	Período	Produção	Período	Produção
1978	33.220	1986	51.973	1994	60.000	2002	50.000
1979	41.700	1987	58.361	1995	65.000	2003	128.610
1980	40.431	1988	58.681	1996	45.000	2004	137.121
1981	31.100	1989	53.295	1997	44.500	2005	104.904
1982	31.455	1990	45.330	1998	45.000	2006	142.653
1983	42.485	1991	42.000	1999	45.000	2007	142.450
1984	45.656	1992	38.300	2000	50.000		
1985	51.764	1993	47.027	2001	47.000		

Fonte: DNPM – Mineral Data Cetem.

4.6. EVOLUÇÃO E TENDÊNCIA DE PREÇO DO MERCADO

O preço do chumbo manteve-se relativamente estável desde o final dos anos 90 até 2004, quando começou a elevar-se em resposta à redução dos estoques provocada pela crescente demanda dos países asiáticos (Tabela 3).

A barreira dos US\$ 1.000/t foi ultrapassada em meados de 2004 e os preços mantiveram-se em elevação até meados de 2006 quando sofreram correção recuando brevemente para o patamar de US\$ 914,5 /t. No curso de 2006 até outubro de 2007, a estreiteza dos estoques elevou o preço do metal ao pico de US\$ 3.980 /t.

O chumbo primário é o principal co-produto da mineração de zinco e nos últimos anos o mercado de zinco apresentou fundamentos piores que o daquele de chumbo. A retração da produção de zinco refletiu na retração da produção de chumbo que paralelamente ao incremento de demanda pressionou sobremaneira os estoques do metal e tornou o seu mercado muito volátil.

Tabela 3. Evolução do preço do chumbo metálico 1978-2008

EVOLUÇÃO DO PREÇO DO CHUMBO METÁLICO							
US\$/ t LME*							
Período	Preço	Período	Preço	Período	Preço	Período	Preço
1978	881,91	1986	545,21	1994	735,96	2002	541,64
1979	1.613,95	1987	798,61	1995	845,25	2003	649,42
1980	1.219,29	1988	879,23	1996	1.037,64	2004	1.061,13
1981	987,56	1989	907,59	1997	835,58	2005	936,55
1982	728,96	1990	1.099,29	1998	661,76	2006	1.375,99
1983	551,42	1991	748,50	1999	648,75	2007	3.374,79
1984	596,46	1992	725,78	2000	567,64	2008	1.150,00
1985	528,04	1993	730,88	2001	556,82		

*em US\$ de 2008

Fonte: Mineral Data CETEM

Ao final de 2007 os preços do chumbo sofreram novas correções, atingindo US\$ 2.911/t em novembro. A evolução positiva do preço continuou ao longo do primeiro trimestre de 2008 quando foi registrado no LME novo recorde de US\$ 3.470 /t.

O aumento da produção de chumbo eletrolítico para o abastecimento dos estoques fez com que seu déficit registrado em 2007 fosse substituído por um superávit no início de 2008. Somando-se o impacto da disseminação e agravamento mundial da crise econômica, o preço do chumbo recuou gradualmente ao longo do ano. O preço médio do metal no primeiro semestre foi de US\$ 2.699/t, declinando para US\$ 1.582 /t no segundo semestre de 2008.

No último trimestre do ano o preço baixou progressivamente de US\$ 1.000 /t, para US\$ 900 /t tendo atingido finalmente US\$ 850 /t em meados de dezembro, o valor mais baixo desde 2004.

A perspectiva de estagnação e mesmo de retração da economia mundial em 2009 sugere que o metal deverá ter seus preços oscilando no nível de US\$ 1.100 a 1.200/t no LME ao longo de 2009.

Considerando-se a cotação média de US\$ 1.115/t assinalada no LME em março de 2009, o valor global atual do mercado de chumbo é da ordem de US\$ 9,25 bilhões/ano.

4.7. INVESTIMENTOS NA METALURGIA DE CHUMBO

Não estão disponíveis dados confiáveis sobre investimentos realizados historicamente nas plantas de metalurgia de chumbo “velho” que processam sucata de chumbo.

No início da nova década o país deverá contar com a primeira usina metalúrgica de grande porte que além de absorver toda a produção de concentrado mineral nacional, processará chumbo reciclado e outros resíduos metálicos industriais.

O Projeto Polimetálicos em desenvolvimento pela Votorantim Metais Zinco, com previsão para inauguração ao final de 2010 ou primeiro semestre de 2011, prevê a produção 75.000 toneladas/ano de chumbo metálico e a adequação da planta metalúrgica de Juiz de Fora para a incorporação do Projeto Polimetálicos exigirá um investimento estimado em US\$ 360 milhões em valores de 2008. A expectativa de tal investimento sinaliza um indicador de US\$ 4,80 milhões por tonelada de chumbo metálico por ano de capacidade produtiva.

5. USOS E DESTINAÇÃO DOS PRODUTOS DO CHUMBO

O mais amplo uso do chumbo é na fabricação de acumuladores de energia, segmento que demanda mais de 78% do metal consumido no mundo. Outras aplicações importantes são na fabricação de forros para cabos, elemento de construção civil, pigmentos, soldas suaves e munições. A fabricação de chumbo tetra etílico (TEL) vem caindo muito em função de regulamentações ambientais cada vez mais restritivas no mundo no que se diz respeito à sua principal aplicação que é como aditivo na gasolina. No caso do Brasil desde 1978 este aditivo deixou de ser usado como antidetonante.

Têm-se desenvolvido varios compostos organoplúmbicos para aplicações como catalisadores na fabricação de espumas de poliuretano, como tóxico para as pinturas navais com a finalidade de inibir a incrustação nos cascos, agentes biocidas contra as bactérias grampositivas, proteção da madeira contra o ataque das brocas e fungos marinhos, preservadores para o algodão contra a decomposição e do mofo, agentes molusquicidas, agentes antihelmínticos, agentes redutores do desgaste nos lubrificantes e inibidores da corrosão do aço.

Graças a sua excelente resistência a corrosão, o chumbo encontra muitas aplicações na indústria de construção e, principalmente, na indústria química. É resistente ao ataque de muitos ácidos, porque forma seu próprio revestimento protetor de óxido. Como consequência desta característica, o chumbo é muito utilizado na fabricação e manejo do ácido sulfúrico.

Durante muito tempo se tem empregado o chumbo como manta protetora para os aparelhos de raio-X. Em virtude das aplicações cada vez mais intensas da energia atômica, torna-se cada vez mais importante as aplicações do chumbo como blindagem contra a radiação.

Sua utilização como forro para cabos de telefone e de televisão segue sendo uma forma de emprego adequada para o chumbo. A ductilidade única do chumbo o torna particularmente apropriado para esta aplicação, porque pode ser estirado para formar um revestimento contínuo em torno dos condutores internos.

O uso de chumbo em pigmentos tem sido muito importante, porém a sua utilização tem diminuído muito. O pigmento, que contém este elemento, é o branco de chumbo, $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$; outros pigmentos importantes são o sulfato básico de chumbo e os cromatos de chumbo.

Utiliza-se uma grande variedade de compostos de chumbo, como os silicatos, os carbonatos e os sais de ácidos orgânicos, como estabilizadores contra o calor e a luz para os plásticos de cloreto de polivinila (PVC). Usam-se silicatos de chumbo para a fabricação de vidros e cerâmicas. O nitreto de chumbo, $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$, é um detonador padrão para os explosivos. Os arseniats de chumbo são empregados em grande quantidades como inseticidas para a proteção dos cultivos. O litargírio (óxido de chumbo) é muito empregado para melhorar as propriedades magnéticas dos imãs de cerâmica de ferrita de bário.

O chumbo forma ligas com muitos metais e, em geral, é empregado nesta forma na maior parte de suas aplicações. Todas as ligas metálicas formadas com estanho, cobre, arsênio, antimônio, bismuto, cádmio e sódio apresentam importantes aplicações industriais (soldas, fusíveis, material de tipografia, material de antifricção, revestimentos de cabos elétricos, etc.).

Uma mistura de zirgonato de chumbo e de titanato de chumbo, conhecida como PZT, está sendo posta no mercado como um material piezoelétrico.

5.1. POSSIBILIDADES DE SUBSTITUIÇÃO DO CHUMBO

O chumbo é um metal estigmatizado pela sociedade moderna em resultado de sua devastadora atividade tóxica nos organismos vivos (plutonismo) que tem sido utilizado pela mídia como estandarte dos ativistas ambientais e defensores de uma revisão do processo industrial atual.

Por outro lado, o emprego do chumbo em muitos produtos industriais mostra-se muitas vezes anacrônico frente às soluções mais eficientes, baratas e ecologicamente defensáveis. A combinação destes fatores resultou na crescente pressão pela substituição do chumbo por seus sucedâneos.

O setor de construção civil talvez seja o que mais rapidamente tem substituído o metal: tubulações metálicas a base de chumbo tem sido progressivamente substituídas por produtos sintéticos (resinas e polímeros) que são mais resistentes e possui melhor trabalhabilidade, tendo a vantagem serem ecologicamente corretos.

No segmento de revestimento de cabos telefônicos e de energia, a substituição do chumbo é acelerada pelo emprego crescente de outros produtos, especialmente os plásticos.

No setor de embalagem, o chumbo tem sido amplamente substituído pelo alumínio e por películas de resinas inteligentes que apresentam vantagens funcionais e econômicas na fabricação de papel, folhas, tubos, bisnagas e cápsulas.

Seu emprego como detonante na gasolina (chumbo tetraetila) tem sido abolido na maioria dos países desenvolvidos e em desenvolvimento como reflexo da conscientização ambiental.

Como não tem sido registrado o aparecimento de novas aplicações do chumbo em serviços ou produtos, tem-se a nítida noção que o chumbo pode ser classificado como um metal decadente, com poucas perspectivas de sustentar elevada demanda ao longo do tempo. Porém, contrariando esta conclusão o consumo mundial de chumbo tem aumentado a uma taxa superior à do crescimento da economia global. Esta incongruência é justificada pela elevada concentração do consumo em um único setor: acumuladores de energia.

A produção de baterias elétricas responde atualmente por mais de 75% do consumo global do metal e o notável crescimento da indústria automobilística mundial registrada nas últimas décadas impulsionou a demanda pelo metal.

Deste modo, o futuro da demanda por chumbo merece uma análise mais detalhada das perspectivas atuais e futuras da indústria automotiva. A presente crise financeira mundial desencadeada pelo problema dos financiamentos hipotecários nos Estados Unidos, ao repercutir, com efeito, dominó, primeiramente na economia americana e posteriormente na economia mundial, trouxe como um dos mais destacados reflexos a falência do modelo atual da indústria automobilística.

As montadoras gigantes americanas (Chrysler, GM e Ford) acham-se em situação pré-falimentar; grandes montadoras japonesas acusam o golpe e anunciam profundas reformulações corporativas e funcionais, etc. A crise no setor automobilístico também ficou marcada pela recente explosão dos preços do petróleo, que no período imediatamente ao eclodir da crise americana atingiram níveis da ordem de US\$ 140/b.

Na esteira das medidas de contenção e remediação da crise mundial existe unanimidade no entendimento de que a indústria automobilística mundial deverá passar por uma profunda revisão de seus projetos e produtos. A expectativa dirige-se no sentido da produção de carros mais leves, eficientes, movidos a energia híbrida ou mesmo independentes de combustíveis fósseis. As experiências do Brasil no emprego do etanol e de muitos países europeus na produção de carros elétricos ou híbridos vão nesta direção.

Os recentes salões de automóveis apresentados na Europa e mesmo nos Estados Unidos privilegiaram veículos conceito que apontam o sentido das mudanças que deverão ser adotadas para reverter o atual quadro das montadoras globais.

O salão do automóvel realizado em Genebra em março de 2009, vislumbrou o futuro do automóvel. Em plena era de queda dos preços do petróleo, o salão foi dominado por carros elétricos. Carros elétricos vêm sendo produzidos desde 1990, porém pela primeira vez apresentam real capacidade para enfrentar seus pares movidos a petróleo.

A grande diferença está na alma dos novos carros elétricos: a bateria. Os primeiros modelos empregavam uma bateria de níquel, um metal que conduz bem a eletricidade, mas os veículos não permitiam que os veículos pudessem competir em potência e autonomia com os carros convencionais. Porém a tecnologia do emprego do lítio, em uma concepção revolucionária (íons de lítio) proporciona a geração de baterias que possuem metade do peso, armazenam o triplo de energia e geram o dobro de potência. Permitem construir veículos com autonomia de 450 km a uma velocidade de 100 km/h, sem precisar recarregar.

As baterias de íon de lítio já são utilizadas convencionalmente em laptops e outros equipamentos eletrônicos.

A maioria dos carros “verdes” comercializados atualmente é híbrida: funcionam com uma bateria que, a partir de determinada quilometragem, aciona um motor a combustível. Os híbridos atuais (com bateria de níquel) estão no meio do caminho entre os veículos poluentes e os carros elétricos do futuro, que supostamente não emitirão poluentes e poderão ser recarregados na tomada elétrica da casa.

Apesar do governo brasileiro não ter definido nenhum programa específico para o desenvolvimento de baterias de lítio, alguns pesquisadores brasileiros acreditam no potencial desta produção no país. A pesquisadora Ana Maria Rocco da Universidade Federal do Rio de Janeiro afirma “o mais difícil é desenvolver a tecnologia, e já fizemos isso em várias universidades do país” e estima que entre 2011 e 2015 o Brasil comece a produzir baterias e que a sua venda em grande escala pode ocorrer a partir de 2016.

O investimento das montadoras e o aquecimento global sugerem que os custos vão baixar e pressão para a produção de carros menos poluentes vai aumentar. Neste contexto acumuladores chumbo/ácido surgem como acessórios que estão na ordem do dia para substituição futura e mesmo considerando o retardo da introdução de novas tecnologias no país, a globalização da indústria automobilística irá requerer profundas mudanças nas montadoras instaladas no Brasil.

O alerta proporcionado pela presente crise, recomenda que para fins de planejamento, a previsão pessimista relativa ao consumo interno do chumbo deve ser considerada de maior relevância, que aquelas apontadas pelos cenários realistas e otimistas.

6. CONSUMO ATUAL E PROJETADO DO CHUMBO

6.1. CONSUMO DE CHUMBO NO CENÁRIO MUNDIAL

A demanda mundial por chumbo refinado no curso da presente década tem sido impulsionado particularmente pelos seguintes fatores:

- Acelerado crescimento da indústria automotiva;
- Rápido incremento da indústria de computação
- Elevado incremento da indústria de telecomunicações.

Veículos automotivos demandam acumuladores de energia (baterias) que em sua maioria são constituídas por carcaças e placas à base de chumbo, também os equipamentos do tipo *no-break* e diversas peças e acessórios que compõe produtos eletro-eletrônicos e de telecomunicações também exigem o emprego desse metal.

Relevantes quantidades de chumbo refinado também são requeridas na proteção acústica de edificações, prevenção de irradiação de Raios-X em hospitais, proteção de radiação em usinas nucleares etc. Por outro lado, é registrada a progressiva diminuição no emprego de chumbo para a produção de derivados de petróleo, em cabeamentos elétricos e em equipamentos empregados na construção civil.

A acentuada taxa de crescimento das economias dos países em desenvolvimento, particularmente a China, Coréia do Sul, Índia e Brasil que tem incorporado vigoroso aumento na industrialização de veículos automotores, computadores, telefones celulares e eletro-eletrônicos, tem se refletido no aumento progressivo da demanda do chumbo.

A taxa média de crescimento da demanda mundial por chumbo refinado no período 2000 – 2008 foram superior a 5% ao ano, valor sensivelmente superior às taxas médias de crescimento da economia mundial no mesmo período. A demanda global de chumbo refinado apresentou em 2008 um crescimento de 6,4% em relação a 2007, porém o suprimento de chumbo foi suficiente para converter o déficit de 300.000 t, ocorrido em 2004, em um superávit de 19.000 t que foi adicionado aos estoques mundiais.

O mercado mundial retraiu-se no segundo semestre de 2008 em resposta à séria crise financeira internacional detonada pela crise dos papéis “*subprimes*” nos Estados Unidos. Com o desaquecimento da economia mundial e particularmente com a retração do setor automotivo, a demanda por chumbo em 2009 deverá manter-se em níveis modestos, sendo previsível um consumo global não superior a 8,7 milhões de toneladas do metal.

Tabela 4. Consumo mundial de chumbo

CONSUMO MUNDIAL DE CHUMBO							
em 10 ³ t							
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Acréscimo
6.358	6.844	7.296	7.801	8.068	8.181	8.708	Σ 5,00% a.a

Fonte: Estatísticas ILZSG

6.2. CONSUMO POR REGIÕES

O consumo de chumbo refinado discriminado por regiões reflete a tendência do crescimento da economia global. Considerando-se os valores publicados pelo governo da China, relevando-se as pequenas discrepâncias desses valores quando comparados com os índices publicados pelo ILZSG, verifica-se que o consumo nos países da Comunidade Européia tem se mantido relativamente constante e o consumo nas Américas (liderado pelos Estados Unidos) tem registrado um crescimento vegetativo pouco expressivo, enquanto que o consumo da região asiática demonstra um aumento vigoroso no crescimento do consumo.

O notável crescimento do consumo do chumbo refinado na região da Ásia reflete o saliente crescimento da economia e indústria da China, Coréia do Sul, secundadas pela indústria japonesa.

Tabela 5. Consumo de chumbo por regiões do mundo

CONSUMO DE CHUMBO POR REGIÕES DO MUNDO (x 1.000 t)					
Região	2002	2003	2004	2005	2007
Europa	1.761	1.589	1.569	1.702	1.827
África	144	138	100	130	147
América	2.092	2.092	2.005	2.007	2.207
Ásia	2.361	2.630	3.002	3.429	4.122
Total	6.358	6.449	6.676	7.268	8.303

Fonte: Chinametal

Apesar da presente retração financeira e seus reflexos na indústria automobilística, o cenário da economia mundial a médio e longo prazo tende a acentuar a tendência de consumo refletida no quadro acima, inserindo com mais vigor a influência de economias ascendentes a exemplo da Índia e Brasil.

6.3. DEMANDA SETORIAL

A partir da década de 60 do século passado a produção de baterias automotivas assumiu a liderança do consumo mundial de chumbo. Nesta época a fabricação de baterias representava 28% do consumo total do metal, desde então essa indústria tem assumido progressivamente maior importância relativa vindo a responder na atualidade por 75% de seu consumo mundial.

O princípio do acumulador de energia baseado em baterias estruturadas por placas de chumbo que reagem com ácido foi descoberto por Siemens em 1850 e posto em prática pela primeira vez em 1859 por Planté. Atualmente as baterias ácido/chumbo são utilizadas intensamente em veículos automotores e também para suporte de sistemas de telecomunicações ou de computação e de inúmeras instalações especiais, a exemplo de hospitais que necessitam de sistemas de força em “*stand by*” para casos de emergência.

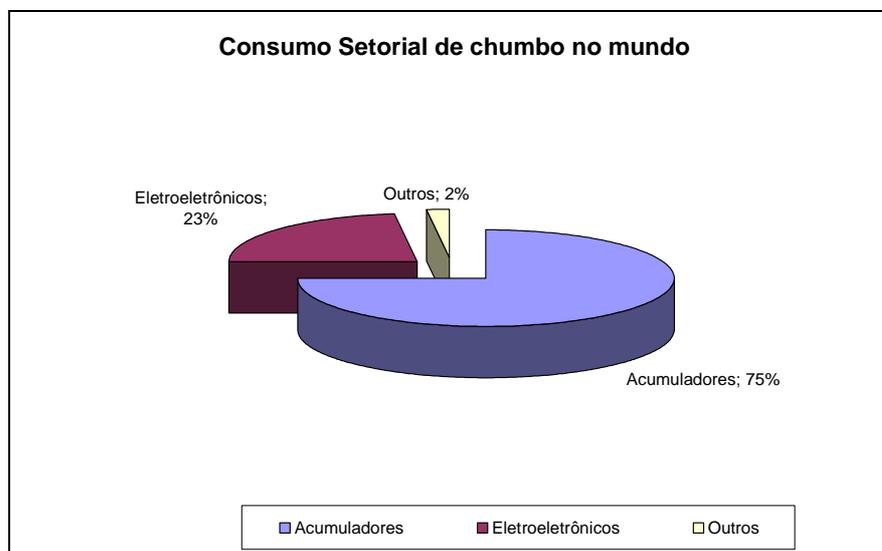
No segmento de sistemas emergenciais de energia verifica-se que o setor de computação apresenta proporcionalmente a maior demanda, seguido do setor de telecomunicações e outros usuários: centros médicos, organizações militares, governamentais, etc.

O segundo segmento de maior demanda por chumbo é o da construção civil. Neste segmento o metal é muito utilizado para a produção de chapas revestidas de chumbo e tubulações. A maior demanda verifica-se na Inglaterra pela conjugação de dois fatores: condições climáticas específicas e estilo dominante de arquitetura. O chumbo apresenta propriedades como durabilidade e maleabilidade que facilitam os trabalhos de engenharia requeridos na Inglaterra para prover a impermeabilização de casas e edifícios em um país reconhecido pelo elevado índice de precipitação pluviométrica. Na Inglaterra, em especial, 85% das chapas de chumbo tem sua aplicação na construção civil.

Outros importantes usos do chumbo na construção civil são na produção de sistemas acústicos em prédios e edificações especiais, bloqueio da difusão de raios-X em centros médico-hospitalares e adequação de sistemas de contenção de radiação em usinas nucleares.

O setor eletro-eletrônico também contribui para o consumo de chumbo que ainda é muito empregado no isolamento de cabos condutores de eletricidade para prevenção de corrosão em condições expostas à ação da umidade.

Figura 2. Consumo setorial de chumbo no mundo



6.4. PADRÃO DO CONSUMO NOS PAÍSES INDUSTRIALIZADOS

A experiência histórica das nações de elevado grau de industrialização identifica um padrão persistente e bem reconhecível. Nos primeiros estágios do desenvolvimento industrial de uma nação, os segmentos de elevado grau de consumo de chumbo registram uma taxa de crescimento mais acelerada que aquela da economia do país, invariavelmente elevada e crescente ao longo do tempo.

Quando a economia nacional atinge maior grau de maturidade, o produto interno bruto gerado pelo setor industrial é progressivamente substituído pelo setor de serviços, resultando em um recuo da taxa da intensidade de utilização de chumbo (relação entre o consumo de chumbo e o valor do PIB).

No período de 30 anos, entre as décadas de 1960 e 1990, a intensidade de uso do chumbo recuou 50% nos países desenvolvidos que respondiam na época por 2/3 da economia mundial (USA, Japão, França, Alemanha, Itália e Reino Unido). Mesmo assim, o consumo per capita do chumbo nestes países apresentou um bom desempenho, considerando-se em particular que a partir da década de 80, registrou-se uma crescente pressão pela substituição desse metal por materiais menos tóxicos, como resultado da progressiva conscientização ecológica da humanidade.

Tabela 6. Evolução do consumo de chumbo no mundo

EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE CHUMBO 1960-1990						
PAÍSES	Pb - Consumo per capita kg/pessoa			Intensidade de uso - IU t/Pb US\$ PIB		
	1960	1970	1990	1960	1970	1990
USA	5,1	6,0	5,2	0,50	0,38	0,28
Japão	1,9	3,2	3,4	0,53	0,29	0,21
França	4,3	4,4	4,7	0,86	0,43	0,38
Alemanha	5,1	5,6	6,0	0,84	0,51	0,45
Itália	2,2	5,0	4,5	0,62	0,66	0,47
Reino Unido	7,4	6,0	5,8	1,39	0,74	0,59
Média	4,3	5,0	4,9	0,79	0,50	0,40

Fonte: ILZSG (1992) e RICH, V (1994).

Inicialmente, o consumo aparente do chumbo em qualquer sociedade reflete o emprego desse metal na industrialização de produtos destinados ao consumo interno e também para a exportação para outros países, que naturalmente será dependente do nível de atividade econômica nestes mercados. Porém com o passar do tempo se estabelece uma relação entre o consumo de chumbo e o ritmo de desenvolvimento econômico do país. Em outras palavras, a relação entre o consumo do metal e o valor econômico agregado será variável na dependência do grau de maturidade do país em análise.

Mais recentemente o consumo global de chumbo tem sido influenciado pelo ritmo de crescimento econômico dos países em desenvolvimento localizados na Ásia e América Latina, que nas últimas décadas apresentaram elevadas taxas de produção automotiva, o maior condicionante do consumo do metal.

Considerando-se a relativa estagnação dos parques industriais da Europa e dos Estados Unidos nas últimas duas décadas e por outro lado o acelerado crescimento das indústrias automotivas dos países em desenvolvimento, o consumo médio per capita da ordem de 5,0kg por pessoa pode ser considerado um sinalizador confiável do índice de saturação do consumo em sociedades de economia amadurecida.

6.5. EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE CHUMBO NO BRASIL

A tabela 7 assinala a evolução do consumo do metal ocorrido no país ao longo das últimas três décadas, indicando que o consumo que era da ordem de 100.000 toneladas ano passou na atualidade para o patamar de 220.000 toneladas ano. Independentemente das variações periódicas da atividade econômica registrada no país ao longo desse período, o consumo do chumbo eletrolítico apresentou um notável crescimento de aproximadamente 2,4% ao ano. Este incremento foi garantido pelo desempenho da indústria automobilística, que mostrou uma aceleração nos últimos anos da década.

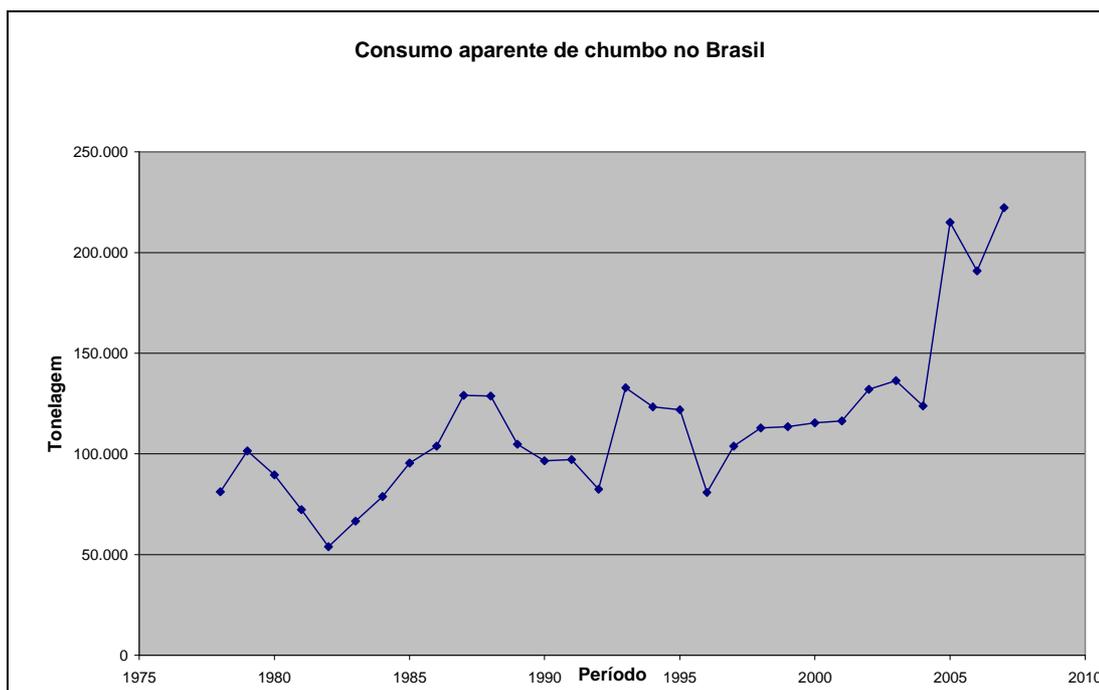
Tabela 7. Evolução do consumo de chumbo no Brasil

EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE CHUMBO NO BRASIL							
em t							
Período	Consumo	Período	Consumo	Período	Consumo	Período	Consumo
1978	81.211	1986	103.805	1994	123.407	2002	132.082
1979	101.522	1987	128.982	1995	121.919	2003	136.456
1980	89.605	1988	128.790	1996	80.916	2004	123.880
1981	72.248	1989	104.752	1997	103.782	2005	214.979
1982	54.005	1990	96.565	1998	112.853	2006	191.000
1983	66.534	1991	97.166	1999	113.440	2007	222.212
1984	78.810	1992	82.447	2000	115.335		
1985	95.430	1993	132.932	2001	116.358		

Fonte: DNPM –Mineral Data – CETEM; ICZ

Na atualidade a indústria de acumuladores de energia responde por 95,6% deste mercado, sendo na sua maior parte utilizada para a fabricação de baterias de automóveis que por sua vez representa 90% do consumo interno, e mais 5,6% do total demandado para a produção de baterias industriais. A produção de óxidos empregados nas indústrias química, eletrônica, do vidro, cerâmica, pigmentos e siderúrgica respondem pelos restantes 4,4% do consumo.

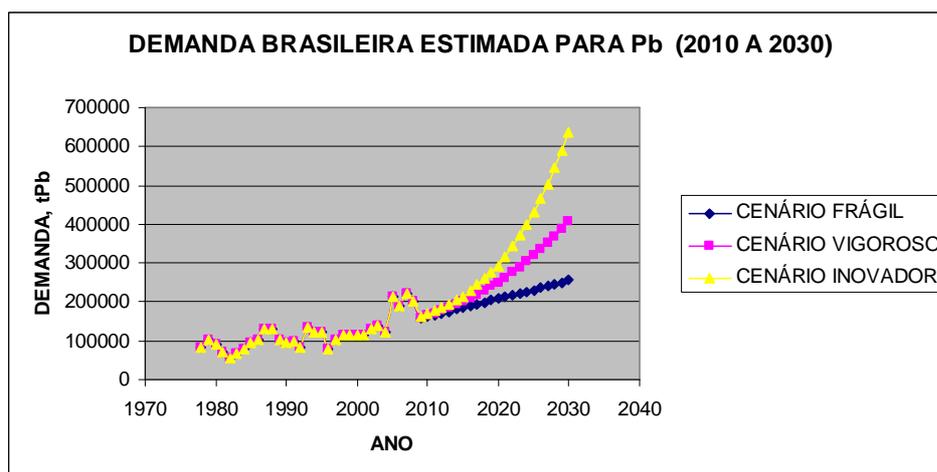
Figura 3. Gráfico da evolução do consumo aparente de chumbo no Brasil



6.6. PROJEÇÃO DE CONSUMO NO PAÍS

Para a projeção do consumo de chumbo para os próximos anos foi empregado o modelo de Intensidade de Uso (IU) que utiliza como parâmetro básico a relação do consumo do metal e do PIB per capita e com o auxílio de equações de regressão, permite projetar o consumo futuro, considerando-se cenários alternativos, desenhados em base de três cenários: Frágil, vigoroso e inovador (Figura 4).

Figura 4. Demanda brasileira estimada para Chumbo (2010 a 2030)



O método de projeção de demanda baseado no modelo de intensidade de uso, introduz como variáveis os valores projetados do Produto Interno Bruto – PIB, a evolução da população, a relação PIB/Capita, o preço do bem mineral, preço dos bens substitutos, a intensidade do uso do bem e os indicadores setoriais da indústria.

As estimativas são realizadas a partir da projeção da taxa média de crescimento, baseada em valores históricos e no crescimento médio dos últimos anos. Os dados relativos à projeção do

crescimento do PIB foram fornecidos pelos ensaios realizados pelos economistas do Projeto Setal e a projeção da evolução demográfica foi baseada nos estudos do IBGE, revisão de 2008.

A projeção do crescimento da demanda nos períodos dos planos plurianuais inseridos nos três cenários é identificada na tabela 8.

Tabela 8. Projeção da taxa de consumo aparente de chumbo

PROJEÇÃO DA TAXA DE CONSUMO APARENTE DE CHUMBO			
% a.a.			
Período	Cenário		
	Frágil	Vigoroso	Inovador
2008 - 2015	2,50 % a.a.	4,00 % a.a.	5,00 % a.a.
2015 - 2021	2,80 % a.a.	4,50 % a.a.	6,50 % a.a.
2021 - 2030	2,00 % a.a.	5,00 % a.a.	8,00 % a.a.

A análise da evolução demográfica no Brasil publicada pelo IBGE em sua revisão de 2008 indica a seguinte projeção para os próximos vinte anos (Tabela 9).

A projeção do consumo per capita de chumbo leva em consideração os indicadores publicados pelo IBGE e a projeção do consumo nacional, calculado para os três cenários. A Tabela 10 a seguir retrata a projeção do consumo per capita nos anos de encerramento dos planos plurianuais levando-se em consideração os três cenários mencionados anteriormente.

O exercício de projeção de consumo nacional de chumbo eletrolítico até o ano de 2030 aponta que nesta data a demanda poderá ser variável entre: 255.344 e 635.132 toneladas ano, a depender do desempenho da economia no período.

Tabela 9. Evolução demográfica no país 2011 - 2030

EVOLUÇÃO DEMOGRÁFICA NO PAÍS	
Período	Habitantes
2011	193.252.000 habitantes
2015	200.881.000 habitantes
2019	205.970.000 habitantes
2023	210.441.000 habitantes
2027	214.209.000 habitantes
2030	216.410.000 habitantes

Fonte: Evolução demográfica no Brasil – IBGE – Revisão 2008

A projeção do consumo per capita de chumbo eletrolítico leva em consideração os indicadores publicados pelo IBGE e a projeção do consumo total, calculado para os três cenários: pessimista, realista e otimista. O quadro a seguir retrata a projeção do consumo per capita nos anos de encerramento dos Planos Plurianuais levando-se em consideração os três cenários.

Tabela 10. Projeção do consumo de chumbo no Brasil – 2009- 2030

PROJEÇÃO DO CONSUMO DE CHUMBO			
em toneladas			
Período	Cenário		
	Frágil	Vigoroso	Inovador
2008	200.000	200.000	200.000
2009	156.872	158.704	160.230
2010	161.265	165.052	168.241
2011	165.780	171.654	176.653
Σ 2008 - 2011	683.917	695.410	705.124
2015	185.142	200.811	214.723
Σ 2008 - 2015	1.394.774	1.453.489	1.504.591
2019	204362	239.470	276.234
Σ 2008 - 2019	2.182.800	2.351.254	2.512.423
2023	222.293	289.692	370.593
Σ 2008 - 2023	3.046.159	3.429.849	3.838.071
2027	240.617	352.122	504.188
Σ 2008 - 2027	3.980686	4.740.886	5.641.601
2030	255.344	407.625	635.132
Σ 2008 - 2030	4.731.797	5.906.454	7.409.341

O ensaio da projeção do consumo per capita de chumbo no país, considerando os três cenários de evolução da economia nacional indica que em 2030 o consumo deverá situar-se entre um mínimo de 1,12 kg/habitante e o máximo 2,93 kg/habitante, ainda distante do consumo atual dos países desenvolvidos que fica entre 4,5 e 6,0 kg/habitante.

Tabela 11. Projeção do consumo de chumbo per capita no Brasil

PROJEÇÃO DO CONSUMO DE CHUMBO PER CAPITA			
kg de Pb por habitante/ano			
Período	Cenário		
	Frágil	Vigoroso	Inovador
2011	0,85	0,88	0,91
2015	0,92	1,00	1,06
2019	0,99	1,16	1,34
2023	1,05	1,37	1,76
2027	1,12	1,64	2,35
2030	1,17	1,88	2,93

7. PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE CHUMBO

7.1. OFERTA MUNDIAL DE CHUMBO

A oferta de chumbo refinado requerido pela indústria mundial é suprida por metal reciclado e metal proveniente de operações mineiras em uma proporção próxima a 56% e os demais 44 % são fornecidos pela obtenção de metal primário a partir de operações mineiras.

A progressiva expansão da consciência ecológica paralelamente ao aprimoramento da tecnologia de reciclagem resulta no acentuado avanço do fornecimento do denominado chumbo “velho” derivado da reciclagem, muitas vezes múltipla, para a obtenção do metal refinado. O índice médio da reciclagem do metal nos países desenvolvidos é da ordem de 70% e nos países em desenvolvimento estabiliza-se em aproximadamente 30%.

Apesar de o chumbo primário ser lavrado em diversos países do mundo, três quartos de sua produção primário provém de somente seis países: China, Austrália, USA, Peru, México e Canadá. A produção do metal é tipicamente inelástica pelo fato de constituir um co-produto ou subproduto econômico da mineração de zinco. Desta forma o nível de oferta de concentrado de chumbo derivado do processo de mineração depende do ritmo da produção de zinco, metal que não apresenta correlação com o mercado do chumbo.

O chumbo refinado é consumido com intensidade em todos os países em estágio avançado de industrialização. Até meados da presente década o maior consumidor individual eram os Estados Unidos que foram superados nos últimos anos pela República Popular da China, atualmente o maior produtor e consumidor mundial.

7.2. PRODUÇÃO MUNDIAL DE CHUMBO PRIMÁRIO (1997 – 2007)

A evolução da produção mundial de chumbo primário derivado de operações mineiras é ilustrada na tabela 12 a seguir, em que são destacados os principais países produtores e a totalização da produção mundial.

Tabela 12. Produção mundial de chumbo primário

PRODUÇÃO MUNDIAL DE CHUMBO PRIMÁRIO				
x 1.000 t				
Produtores	1997	2007	Participação 2007	% de evolução
EUA	450	444	11,77 %	- 1,4
Austrália	530	641	17,00%	+ 17,00
China	450	1.500	39,80 %	+ 233,34
Peru	250	329	8,70 %	+ 31,60
Canadá	190	82	2,17 %	- 56,85
Suécia	100	62	1,65 %	- 38,00
México	170	120	3,18 %	- 29,42
África do Sul	90	42	1,14 %	- 53,44
Marrocos	70	45	1,19 %	- 35,72
Outros	599	505	13,39%	- 15,70
Total	2.899	3.770	100,00 %	+ 30,04

Fonte: DNPM e USGS – Mineral commodities summaries

O número relativo à produção de chumbo primário no curso da última década ilustra com fidelidade a agressividade da produção mineira na China que assumiu o posto de maior produtor mundial com o excepcional volume de 1.500.000 toneladas anuais em 2007, volume quase três vezes superior à produção australiana, segundo maior produtor com 641.000 t.

7.3. CHUMBO A PARTIR DE RECICLAGEM

Os metais produzidos a partir de minério são conhecidos como minérios primários. A metalurgia secundária do chumbo está associada ao conceito de reciclagem dos metais. A reciclagem a partir de sucata vem crescendo em importância por vários fatores como: diminuição dos depósitos minerais ricos e/ou economicamente viáveis; preocupação ambiental que resulta na utilização de sucatas para a produção de bens e produtos úteis evitando desta forma o seu lançamento em bacias ou pátios de rejeito e finalmente o menor consumo de energia necessária para a produção do chumbo eletrolítico.

O chumbo pode ser reciclado várias vezes, obtendo-se um metal secundário similar ao metal de fonte primária. O percentual de reciclagem de chumbo no mundo está em torno de 60%. No setor específico de acumuladores de energia este percentual aproxima-se de 95% e no país fica entre 70 e 80%.

A típica sucata de baterias automotivas contém aproximadamente 32% Pb, 3% PbO, 17% PbO₂ e 36% PbSO₄ além de componentes plásticos e ácidos. A presença de grande quantidade de sulfato de chumbo gera, durante a operação de reciclagem, a emissão de particulados de chumbo, resultando em riscos ambientais que devem ser prevenidos.

A partir da década de 90 a oferta de chumbo “velho” resultante da reciclagem de sucata de Pb superou a produção de metal proveniente de operações mineiras e com o passar do tempo e incremento do processo de reciclagem, sua contribuição tem sido progressivamente mais importante. No período entre 1997 e 2007 a parcela de fornecimento de chumbo a partir de reciclagem passou de 50,50% para 56,70 % do consumo mundial total, registrando uma taxa de crescimento anual da ordem de 6,00%.

Tabela 13. Evolução da produção de chumbo primário e reciclado

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO MUNDIAL CHUMBO PRIMÁRIO E CHUMBO RECICLADO x 1.000 t					
Produção	1997	2007	Variação	Σ	2007
Pb Primário	2.899	3.770	+ 30,04 %	2,73 % a.a.	43,30 %
Pb Reciclado	2.958	4.938	+ 66,93 %	6,98 % a.a.	56,70 %
Total	5.857	8.708	+ 48,86 %	4,44 % a.a.	100 %

Fonte: DNPM e ILZSG

7.4. EVOLUÇÃO E PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE CHUMBO NO PAÍS

O país é franco importador de chumbo desde 1960. O arcabouço geológico brasileiro não é favorável à ocorrência de jazidas de chumbo primário, bem como de zinco, atualmente a principal fonte de chumbo, como elemento derivado da extração do zinco. Por outro lado, o contínuo crescimento da indústria automobilística no país, traduz-se em uma crescente demanda por chumbo para a fabricação de baterias automotivas.

Na atualidade, a produção primária de chumbo não representa mais de 8% a 10% do consumo interno, sendo o concentrado mineral exportado integralmente, pois as usinas metalúrgicas de chumbo foram desativadas em 1996. O suprimento de chumbo é atendido em parte pela reciclagem de sucata de chumbo, complementado pela importação de chumbo eletrolítico.

A produção primária de chumbo é variável e dependente do ritmo de lavra de minério de zinco na mina de Morro Agudo – MG. Para os próximos anos existe a possibilidade de modesta ampliação da produção de concentrados de chumbo caso seja concretizada a expansão da lavra de zinco nessa mina.

Não são registrados fatos relevantes que projetem qualquer mudança no atual panorama de produção de chumbo primário no país.

Conforme foi mencionado anteriormente, a produção de chumbo metálico no país se confunde com a produção de chumbo secundário, recuperado a partir da metalurgia de material de chumbo sucateado, constituído quase que essencialmente por baterias chumbo/ácido.

Na atualidade, a produção de chumbo a partir de sucata está muito próxima ao seu limite máximo, tendo em vista que o nível de reciclagem de baterias já se situa acima de 95% do material disponibilizado pelos usuários.

Tabela 14. Evolução da produção de chumbo no Brasil

PRODUÇÃO DE CHUMBO NO PAÍS							
em t							
Período	Produção	Período	Produção	Período	Produção	Período	Produção
1978	33.220	1986	51.973	1994	60.000	2002	50.000
1979	41.700	1987	58.361	1995	65.000	2003	128.610
1980	40.431	1988	58.681	1996	45.000	2004	137.121
1981	31.100	1989	53.295	1997	44.500	2005	104.904
1982	31.455	1990	45.330	1998	45.000	2006	142.653
1983	42.485	1991	42.000	1999	45.000	2007	142.450
1984	45.656	1992	38.300	2000	50.000		
1985	51.764	1993	47.027	2001	47.000		

Fontes: DNPM – Mineral Data - CETEM

A projeção da produção de chumbo eletrolítico no país apresenta uma relação direta com o aumento da frota de automóveis do país, que por sua vez tem forte dependência do desempenho da economia nacional. Considerando-se os cenários prospectivos para a evolução da economia do país para as próximas décadas e as estimativas de consumo do metal em base da metodologia estabelecida pelo MME, fundamentada no cálculo da Intensidade de Uso dos metais (IU), verifica-se que no horizonte de 2030 a produção brasileira de chumbo deverá situar-se entre 235.000 a 574.000 toneladas/ano, a depender do cenário que se realizar.

Tabela 15. Projeção da produção de chumbo

PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE CHUMBO			
em toneladas			
Período	Cenário		
	Frágil	Vigoroso	Inovador
2008	140.000	140.000	140.000
2009	143.920	145.600	147.000
2010	147.949	151.424	154.350
2011	152.091	157.480	162.067
Σ 2008 - 2011	583.960	594.504	603.417
2015	169.885	184.230	196.994
Σ 2008 - 2015	1.236.152	1.289.989	1.336.873
2019	187.488	219.697	253.426
Σ 2008 - 2019	1.959.110	2.113.626	2.261.490
2023	204.937	264.506	335.272
Σ 2008 - 2023	2.754.122	3.099.542	3.464.539
2027	221.831	321.509	456.134
Σ 2008 - 2027	3.615.687	4.296.600	5.096.176
2030	235.409	372.187	574.598
Σ 2008 - 2030	4.308.157	5.360.836	6.695.434

7.5. PERSPECTIVAS

No início da nova década o país deverá contar com a primeira usina metalúrgica de grande porte que além de absorver toda a produção de concentrado mineral nacional, processará chumbo reciclado e outros resíduos metálicos industriais.

O Projeto Polimetálicos em desenvolvimento pela Votorantim Metais zinco, com previsão para inauguração ao final de 2010 ou primeiro semestre de 2011, prevê a produção 75.000 toneladas/ano de chumbo metálico a partir de diversas fontes:

1. 12.000 t.de chumbo reciclado de baterias;
2. 15.000 t. de concentrados minerais provindos da mina de Morro Agudo;
3. 13.800 t. de concentrados minerais importados;
4. 2.200 t de concentrados de Pb/Ag da planta metalúrgica de Juiz de Fora;
5. 1.800 t de resíduos de Pb depositados na planta de Juiz de Fora;
6. 4.400 t de sulfato de chumbo.

Uma das finalidades do Projeto Polimetálicos é o aproveitamento de resíduos da ordem de 65.000t estocados na Unidade de Juiz de Fora, que apresentam os seguintes teores médios: 6,5 % de zinco, 17% de chumbo e 500 g/t de prata.

A adequação da planta de Juiz de Fora para a incorporação do Projeto Polimetálicos exigirá um investimento estimado em US\$ 360 milhões (2008) e prevê a obtenção dos seguintes produtos:

1. 75.000 t. de chumbo metálico (US\$ 4.700,00/t/ano)
2. 91 t de prata + ouro;
3. 45.000 t de ácido sulfúrico;
4. 16.000 t de polipropileno.

A Votorantim Metais zinco projeta a incorporação de mais 1.040 colaboradores para a plena operação da nova unidade, sendo que 600 diretos e 400 terceirizados. Considerando-se a capacidade produtiva projetada, o nível ideal de produtividade projetada é de 72 t Pb/ano/homem.

A implantação desta unidade metalúrgica resultará na absorção de 42.000 t de chumbo derivado de reciclagem de baterias, equivalente a aproximadamente 30% do volume do material reciclado por todo o parque nacional, podendo-se concluir que no curto prazo o parque processador nacional terá uma capacidade ociosa que deverá resultar no encerramento da atividade de um grande número de pequenas processadoras situadas particularmente em Minas Gerais e região norte do Estado de São Paulo. A iniciativa da Votorantim Metais Zinco pode constituir um primeiro passo para um processo de revisão e organização do setor em bases tecnológicas e gerenciais competitivas e adequadas às exigências ambientais.

8. PROJEÇÃO DAS NECESSIDADES DE RECURSOS HUMANOS

Para o exercício de necessidades futuras de mão-de-obra para atender a expansão futura da produção de chumbo metálico projetada neste estudo, deve-se levar em consideração os seguintes aspectos:

- A inexistência de registros confiáveis da ocupação de mão-de-obra que identifique indicadores consistentes para realizar projeções confiáveis;
- A tendência de o setor poder vir a sofrer profundas transformações no sentido de sua modernização e organização em futuro próximo;
- A partir da implantação de 2010 poderão se considerados os seguintes indicadores para a estimativa de necessidade de mão-de-obra, conforme a capacidade de produção do

Projeto Polimetálicos: 72 t Pb/ano/homem; Usina Dallon Metais e Derivados: 100 t Pb/ano/homem. Tal indicador mantém proporcionalidade pelo fato do projeto da Votorantim ser de maior porte (75.000 t Pb/ano), o que pressupõe maior produtividade, enquanto que a usina da Dallon, de menor porte (12.000 t Pb/ano), apresenta uma produtividade comparativamente menor.

9. ANÁLISE DA CADEIA PRODUTIVA

Considerando-se as características do setor metalúrgico do chumbo no país, detalhado nos itens anteriores, não existe qualquer base confiável para o estabelecimento de estimativas relativas a custo de produção, número de empregos, consumo de energia e investimentos de capital. Desta forma o autor deixa de apresentar qualquer consideração neste sentido, que caso fosse registrado careceria de fundamento e veracidade.

10. CONCLUSÕES GERAIS

O cenário nacional da produção de chumbo foi profundamente influenciado pela decretação em 1999 da resolução 257/99 do CONAMA, que determinou a obrigatoriedade de recepção das baterias ácido/chumbo usadas pelos fabricantes para destinar para processos de reciclagem.

A partir da década de 2000, com o comprometimento da ABINEE com uma campanha de esclarecimento e suporte ao operador de varejo, a produção de chumbo secundário no país apresentou um forte crescimento estando estabilizada no momento no patamar de 142.000t/ano.

Apesar da significativa contribuição do processo de reciclagem, que atualmente incorpora um universo da ordem de 95% dos acumuladores dispensados de uso, o parque produtivo é pulverizado e caracterizado pela atuação de pequenas e médias usinas, que utilizam tecnologia desatualizada, operadores despreparados, que resultam em baixa produtividade e elevados custos de produção. Sérias questões ambientais cercam a operação destas usinas, pois em geral carecem de organização e instalação de equipamentos e sistemas preventivos, requeridos no manuseio de material de elevado poder de contaminação patológica.

A perspectiva da instalação nos próximos anos de uma unidade de tratamento metalúrgico de produtos de chumbo pela Votorantim Metais na usina de Juiz de Fora poderá representar o primeiro passo para o ordenamento desse segmento produtivo.

11. BIBLIOGRAFIA

- AGENCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS, 2008, Fundições de chumbo não atendem normas de saúde do trabalhador, Secretaria de Estado da Comunicação Social do Estado do Paraná, acesso em 08/07/2009 www.aenoticias.pr.gov/.
- ASIAN METALS Ltd., 2009, 2008 Annual report on Lead. Acesso em 12/05/2009 www.asianmetal.com/
- BRASIL, 2000, Mineração no Brasil: Previsão de demanda e necessidades de investimentos Brasília: MME/SMM.
- BRASIL, Sumário Mineral, Brasília, anos 1989 – 2008. DNPM.
- BRASIL, 2001 Ministério de Minas e Energia, Departamento Nacional da Produção Mineral, DNPM, Balanço Mineral Brasileiro.
- BRASIL, Anuário Mineral Brasileiro. Departamento Nacional da Produção Mineral, MME, 1972 – Anual. 1988-2006.
- CID, T, 2009, Baterias de lítio podem ser o futuro dos automóveis, in Revista Época, 06/03/2009, São Paulo.
- CHINA METAL, Statistics of 2002-2006 world refined lead consumption. Acesso em 10/03/2009 [china-metal. cc/](http://china-metal.cc/).
- CRU MONITOR, 2008, Lead 2007, acesso em 10/04/2009 a www.crumonitor.com.
- DZIOUBINSKI, O. e CHIPMAN, R., 1999, Trends in consumption and production: selected Minerals, UN, Economic and Social Affairs, ST/ESA/1999/DP.5, DESA Discussion Paper no.5, 13 p.
- GARG, e E Ryer, S., 2008, Lead – the battery. Commodity Watch vol 1, no. 22, 2p, acesso em 02/07/2009 www.commoditywatch.in/
- GOMES, G.M.F. 2006, Redução do impacto ambiental da escória de obtenção de chumbo por via secundária, dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia Química, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 172p.
- ILA – International Lead Association, 2000, Lead: The facts. Imperial College Consultants Ltd. London, UK. 176 p.
- ILZSG – International Lead and Zinc Study Group, 2001, Principal uses of lead and zinc, 1994/1999, London.
- HAWKES, N., 1997, Influences and trends in Lead/Acid Battery demand in Lead Supply and prices, Journal of Power Sources, Elsevier, V. 67, no.1, July 1977, p. 213-218.
- MINERALDATA – Banco de dados de mineração – CETEM, diversos acessos nos meses de abril a julho de 2009 <http://w3.cetem.gov.br/infomimet/bases3.html>
- MORUVAVESKII, A.G, 1996, New lines in lead battery scrap recycling. Russian Journal of Applied Chemistry, V.70, no.1, p. 1-12.
- RICH, V. 1994, The international Lead trade, Woodhead Publishing Ltd. London, 247 p.
- WBMS – World Bureau of Metal Statistics, 2007, First quarter 2007, Metal balances – Lead. Acesso em 12/05/2009 www.world-bureau.com/.