



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 39 CADEIA DO ZINCO

Relatório Técnico 65 Perfil do Zinco

CONSULTOR

Juarez Fontana dos Santos

PROJETO ESTAL

PROJETO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE ENERGIA

Agosto de 2009

SUMÁRIO

1. SUMÁRIO EXECUTIVO	4
2. RECOMENDAÇÕES	4
3. APRESENTAÇÃO	5
3.1. O METAL ZINCO	5
3.2. MINERAIS DE MINÉRIO DE ZINCO E FORMAS DE OBTENÇÃO DO METAL.....	6
4. INDÚSTRIA METALÚRGICA DE ZINCO NO BRASIL: CARACTERÍSTICAS E EVOLUÇÃO RECENTE.....	7
4.1. LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA INDÚSTRIA DE ZINCO	7
4.2. ESTRUTURA EMPRESARIAL DA INDÚSTRIA DE ZINCO	7
4.3. PARQUE PRODUTIVO	8
4.4. RECURSOS HUMANOS DA METALURGIA DE ZINCO	9
4.5. ASPECTOS TECNOLÓGICOS DA INDÚSTRIA DE ZINCO	9
4.6. ASPECTOS AMBIENTAIS	15
4.7. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE ZINCO E SEU VALOR	15
4.8. EVOLUÇÃO E TENDÊNCIA DO PREÇO DO ZINCO	16
4.9. INVESTIMENTOS NA INDÚSTRIA DE ZINCO	17
5. USOS E DESTINAÇÃO DOS PRODUTOS DA MINERAÇÃO DE ZINCO.....	18
6. CONSUMO ATUAL E PROJETADO DE ZINCO	20
6.1. CENÁRIO MUNDIAL	20
6.2. CONSUMO MUNDIAL DE ZINCO	20
6.3. POSSÍVEIS SUBSTITUTOS DO ZINCO	21
6.4. CENÁRIO NACIONAL	22
6.5. EVOLUÇÃO DO CONSUMO NO BRASIL	22
6.6. PROJEÇÃO DE CONSUMO NO PAÍS.....	23
7. PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE ZINCO	26
7.1. PRODUÇÃO MUNDIAL DE ZINCO	26
7.2. RESERVAS MUNDIAIS DE ZINCO	27
7.3. PRODUÇÃO DE ZINCO NO PAÍS.....	27
7.4. PRODUÇÃO FUTURA DE ZINCO PRIMÁRIO.....	28
8. PROJEÇÃO DAS NECESSIDADES DE RECURSOS HUMANOS.....	29
9. ARCABOUÇO LEGAL, TRIBUTÁRIO E DE INCENTIVOS FINANCEIROS E FISCAIS.....	29
10. ANÁLISE DA CADEIA PRODUTIVA DO ZINCO.....	29
11. CONCLUSÕES GERAIS	30
12. BIBLIOGRAFIA	31

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1. Principais minerais de zinco.....	5
Tabela 2. Indicadores da metalurgia de zinco no Brasil.....	13
Tabela 3. Evolução da produção de zinco no Brasil.....	15
Tabela 4. Preços de zinco LME (1997-2008).....	16
Tabela 5. Ciclo de vida dos produtos de zinco.....	18
Tabela 6. Consumo mundial de zinco.....	20
Tabela 7. Evolução do consumo aparente de zinco no Brasil.....	22
Tabela 8. Projeção da taxa de consumo aparente de zinco.....	23
Tabela 9. Projeção do consumo de zinco (2008 -2030).....	24
Tabela 10. Projeção do consumo de zinco per capita.....	24
Tabela 11. Produção mundial de zinco primário.....	25
Tabela 12. Produção de zinco no país.....	26
Tabela 13. Evolução da produção de zinco metálico no Brasil.....	27
Tabela 14. Projeção da produção de zinco primário.....	27

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1. Esquema do processo de ustulação de sulfeto de zinco.....	9
Figura 2. Fluxograma da metalurgia de zinco na usina de Três Marias.....	11
Figura 3. Fluxograma da linha de produção de ZnO em Três Marias.....	12
Figura 4. Gráfico da produção de zinco primário no país (1978-2007).....	15
Figura 5. Consumo setorial de zinco no mundo.....	17
Figura 6. Consumo setorial de zinco no Brasil.....	21
Figura 7. Demanda brasileira estimada para zinco (2010-2030).....	23

1. SUMÁRIO EXECUTIVO

Dentre os metais não ferrosos o zinco é o terceiro metal mais consumido no mundo, depois do alumínio e do cobre. Devido à possibilidade de reciclagem de material em desuso, o denominado zinco “velho” resultante da fundição de sucata já contribui com mais de 20% do consumo mundial.

O processo de obtenção do zinco a partir de concentrados minerais, sulfetados ou silicatados, se processa normalmente por processos hidrometalúrgicos com recuperação final do metal por eletrólise. O processo metalúrgico demanda elevada quantidade de energia elétrica que constitui o principal insumo da indústria metalúrgica do zinco, além do insumo mineral.

Sua principal utilização é na indústria de galvanização para proteção ao processo de corrosão, que responde mundialmente por mais de 50% de sua demanda. Produção de ligas, latão e produtos químicos compõe a essência do consumo do zinco em todo o mundo.

A China é o país de maior produção e consumo mundial do metal, e o mercado de zinco mantém estreita dependência do desempenho econômico deste país.

O consumo médio de zinco por habitante na Europa é de 6,0 kg/ano, enquanto o consumo médio por habitante nos Estados Unidos é de 4,0 kg/ano e no Brasil é de apenas 1,35 kg/habitante/ano.

A demanda nacional de zinco apresenta historicamente uma taxa de crescimento que supera a taxa de crescimento da economia nacional. As contínuas expansões da metalurgia de zinco no país contemplam particularmente o atendimento das necessidades de consumo nacional, visto que tem sido necessário importar concentrados de zinco para complementar à produção de zinco primário e o fornecimento de zinco “velho” a partir de reciclagem.

O consumo aparente de zinco no Brasil situa-se atualmente no patamar de 240.000 t/ano.

Projeções de consumo no país baseadas no método de Intensidade de Uso indicam que em 2030 a demanda poderá ser de 380.000 t/ano, no cenário de evolução frágil da economia nacional, até um máximo de 890.000 t/ano no cenário inovador para a evolução da economia doméstica.

No contexto desses mesmos cenários, o consumo de zinco *per capita* em 2030 poderá variar entre um mínimo de 1,65 kg/habitante/ano até um máximo de 4,12 kg/habitante/ano, valor similar ao registrado atualmente nos Estados Unidos da América.

A projeção dos investimentos para atender a expansão da capacidade da indústria metalúrgica no país, prevê investimentos mínimos de R\$ 1,5 bilhão a investimentos máximos de R\$ 7,45 bilhões, a depender os cenários de evolução da economia do país. Para o atendimento das necessidades de recursos humanos nestes mesmos cenários, as operações da metalurgia de zinco deverão incorporar entre 900 e 4.800 colaboradores, a depender do cenário econômico que se realizar.

2. RECOMENDAÇÕES

A partir do exercício do presente trabalho, o autor recomenda aos organismos do Ministério de Minas e Energia que estabeleçam mecanismos prévios de comunicação para informar as entidades e corporações envolvidas com o segmento em estudo, visando facilitar o diálogo com os analistas encarregados. A presente recomendação baseia-se na experiência vivida pelo autor, pois entidades de classe e empresas que foram formalmente convidados para confirmar dados coletados em outras fontes ou mesmo para prover informações sobre suas atividades não se dignaram a manifestar-se.

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 – Transformação Mineral no Brasil, o Produto 39: Cadeia de Zinco; Relatório Técnico 65: Perfil do Zinco tem por objetivo caracterizar o segmento produtivo de zinco, analisando seus usos, consumo, produção, projeção de demanda, projeção de investimentos, necessidade de recursos humanos, atualidade tecnológica, capacitação, aspectos ambientais e outros que o caracterizam.

3.1. O METAL ZINCO

Zinco é um elemento químico do grupo dos metais. Seu número atômico é 30 e o símbolo químico é Zn, é um metal de cor branco-azulada, e constitui cristais do sistema hexagonal, tem peso atômico: 65,38g, ponto de fusão (419°C) e ponto de ebulição (920°C).

Há vestígios de peças de latão datadas de 1000 -1400 a.C. na Palestina, e outros objetos com até 87% de zinco foram encontrados na antiga região da Transilvânia. Desde a Roma antiga tem sido usado combinado com o cobre para constituir uma liga de latão. O principal emprego do zinco metálico é a galvanização, tanto para a produção de chapas zincadas em siderúrgicas, como em galvanoplastias para o acabamento e proteção anti-corrosiva de peças metálicas. Este uso responde aproximadamente por 55% do consumo mundial

O metal zinco caracteriza-se pela facilidade de oxidação, em função do potencial de redução muito abaixo do potencial de formação do hidrogênio a partir da redução da água, que o configura como um metal pouco nobre.

É um metal maleável, com propriedades físicas que lhe conferem facilidade para moldagem e para o trabalho mecânico. O seu baixo ponto de fusão (419°C) facilita sua moldagem em peças injetadas e centrifugadas e a sua ductibilidade, embora limitada, permite seu uso na produção de fios metálicos.

A sua grande facilidade de combinação com outros metais permite a utilização na fabricação de ligas, principalmente latões e bronzes e as ligas zamac. As ligas para fundição (Zamac) são utilizadas em peças fundidas, eletrodomésticos, indústria de material bélico e automobilístico.

Praticamente o único estado de oxidação que apresenta é 2+. Reage com ácidos não oxidantes passando para o estado de oxidação 2+ liberando hidrogênio, e pode dissolver-se em bases e ácido acético. O metal apresenta uma grande resistência à deformação plástica a frio que diminui com o aquecimento, obrigando a laminá-lo acima dos 100 °C.

Os compostos de zinco, óxidos e pós, possuem grande variedade de utilização industrial, como o cloreto de zinco (em desodorantes), a zinco piritiona (em xampus), sulfato de zinco (tintas luminescentes), e o zinco dietílico na indústria farmacêutica, entre outros como cosméticos, borrachas, explosivos, tintas e papel. Praticamente um quarto da produção de zinco é consumido na forma de compostos.

Apesar do zinco, ser usado em ligas como o latão e o bronze desde os tempos Romanos, e ser produzido na Índia em larga escala a partir de 1200 d.C. o metal puro era desconhecido na Europa até o fim do século XVI. A produção em escala industrial na Europa só se iniciou no fim do século XVIII.

3.2. MINERAIS DE MINÉRIO DE ZINCO E FORMAS DE OBTENÇÃO DO METAL

O Zinco representa em torno de 75 ppm (0.007%) da crosta Terrestre, o que faz dele o 24º elemento mais abundante da mesma. É encontrado na natureza principalmente sobre a forma de sulfetos, associado ao chumbo, prata e ferro. O minério sulfetado de zinco está sujeito a grandes transformações na zona de oxidação, originando óxidos, carbonatos e silicatos de zinco. As mineralizações mais importantes ocorrem associadas a rochas vulcânicas (jazidas exhalativas) e a rochas sedimentares de composição carbonática.

As jazidas de zinco de mais elevado teor contém cerca de 10% de ferro e entre 40% e 50% de zinco nos denominados minérios de sulfetos maciços. Também são de grande importância os depósitos sedimentares sulfetados do tipo Mississippi Valley (MVT) e os minérios vulcanogênicos intrusivos do tipo Broken Hill.

Entre os principais minerais de zinco estão a blenda ou esfalerita (ZnFeS), a willemita (Zn₂SiO₄), a smithsonita (ZnCO₃), a calamina ou hemimorfita (2ZnO.SiO₂.H₂O), a wurtzita (Zn,FeS₂), a franklinita (Zn,MnFe₂O₄), a hidrozincita [2ZnO₃.3Zn(OH)₂] e a zincita (ZnO), com destaque no caso do Brasil para os minerais calamina, willemita e esfalerita (Tabela 1). Na forma de sulfeto, encontra-se associado ao chumbo, cobre, prata e ferro: galena-PbS, calcopirita-CuFeS₂, pirita-FeS₂, dentre outros), podendo sofrer transformações na zona de oxidação e formar óxidos, carbonatos e silicatos. Neste caso, estas constituem ocorrências secundárias de zinco, encontradas em depósitos superficiais, sendo resultantes da alteração do minério sulfetado.

Tabela 1. Principais minerais de zinco

PRINCIPAIS MINERAIS DE ZINCO		
Mineral	Composição	% Zn contido
Esfalerita	ZnFeS	67,00%
Hemimorfita	Zn ₂ SiO ₄	54,20%
Smithsonita	ZnCO ₃	52,00%
Hidrozincita	2ZnO ₃ .3Zn(OH) ₂	56,00%
Calamina	2ZnO.SiO ₂ .H ₂ O	54,00%
Zincita	ZnO	80,30%
Willemita	Zn ₂ SiO ₄	58,50%
Franklinita	Zn,MnFe ₂ O ₄	15,00 a 20,00%

Fonte: BETEKHINE, 1968

A Esfalerita é um sulfeto de zinco, normalmente encontrado associado a galena, pirita e outros sulfatos. Pode também associar-se à calcita, dolomita e fluorita. Alguns espécimes podem ser fluorescentes em luz-ultravioleta.

A Calamina é outro mineral de minério importante, é um composto misto de carbonato de zinco e silicato de zinco. Esses possuem aparência muito similar e só podem ser diferenciados por análise química.

De acordo com a fonte do metal, o zinco pode ser classificado em zinco primário, que constitui de 80 a 85% da produção atual e tem como principal processo de produção o processo eletrolítico e zinco secundário, obtido através de sucatas e resíduos. Entre os metais não ferrosos, o consumo mundial de zinco somente é superado pelo consumo de alumínio e de cobre.

A produção do zinco começa com a extração do mineral que pode ser realizada tanto a céu aberto como em jazidas subterrâneas. Os minerais extraídos são triturados e, posteriormente, submetidos a flotação para a obtenção do mineral concentrado.

Os minerais com altos teores de ferro são tratados por via seca. O concentrado é calcinado para oxidar o sulfeto em óxido. O óxido obtido é posteriormente reduzido pela adição de carbono resultando na obtenção do metal (o agente redutor na prática é o monóxido de carbono). Por via úmida o minério é calcinado para a obtenção do óxido, posteriormente lixiviado com ácido sulfúrico diluído. A lixívia obtida é purificada para a separação dos diferentes componentes, principalmente o sulfato de zinco. O sulfato é submetido a um processo de eletrólise com ânodo de chumbo e cátodo de alumínio, sobre o qual se deposita o zinco. O zinco obtido é fundido e lingotado para sua comercialização.

No processo metalúrgico são obtidos diversos subprodutos como mercúrio, cádmio, ouro, prata, cobre e chumbo, a depender da composição dos minerais de minério. O dióxido de enxofre obtido na calcinação pode ser utilizado para a produção de ácido sulfúrico utilizado na lixiviação.

4. INDÚSTRIA METALÚRGICA DE ZINCO NO BRASIL: CARACTERÍSTICAS E EVOLUÇÃO RECENTE

4.1. LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DA INDÚSTRIA DE ZINCO

A Votorantim Metais Zinco S/A, empresa de capital nacional integrante do Grupo Votorantim é a única produtora de zinco primário do país. Suas unidades industriais estão situadas no Estado de Minas Gerais e constam de dois empreendimentos mineiros (Morro Agudo e Vazante) e duas usinas metalúrgicas em Três Marias e Juiz de Fora com capacidade instalada de produção de 180.000 e 85.000 t/ano, respectivamente,

A constituição da Votorantim Metais Zinco (VMZ) originou-se de uma reorganização do Grupo Votorantim, que em 2002 agrupou as unidades de negócio de acordo com o foco de mercado, unificando os negócios da Cia Mineira de Metais e da Cia Paraibuna, na então criada Votorantim Metais Zinco, que passou a ser responsável dos negócios de zinco do Grupo Votorantim.

Os principais clientes da Votorantim Metais Zinco S/A localizam-se na região sudeste onde estão implantadas as principais unidades de siderurgia e metalurgia do país.

O zinco é um metal que pode ser reciclado indefinidamente sem perda de suas propriedades físicas ou químicas. No Brasil a recuperação do zinco secundário é realizada, porém sua escala e grau de importância são difíceis de serem mensurados, pois não existe um mercado estruturado de zinco secundário, porém o seu volume parece não ser significativo.

4.2. ESTRUTURA EMPRESARIAL DA INDÚSTRIA DE ZINCO

A Votorantim Metais Zinco S/A, empresa de capital nacional integrante do Grupo Votorantim é a única produtora de zinco eletrolítico do país. A empresa possui controle familiar e estrutura societária fechada. As empresas pertencentes ao Grupo Votorantim têm tradição de empregar sistemas gerenciais modernos, que privilegiam a produtividade e redução de custos, baseados na capacitação tecnológica de seus empreendimentos e de seus colaboradores. Atuam sob regime de um sistema de gestão integrado através do GQI – Gestão de Qualidade Integrada, que possui auditorias internas programadas com periodicidade anual.

As atividades das unidades da Votorantim Metais Zinco são certificadas pelos padrões do sistema europeu de Qualidade ISO 9000 e Gestão da Qualidade 9001 e também em procedimentos de adequação ambiental regulados pela norma ISO 14001.

A certificação ISO 14001 obtida em 2003 e o processo de auditoria de recertificação na norma ocorreram em março de 2007.

A Votorantim Metais Zinco atende a todos os padrões NOSA (National Occupational Safety Association), que definiu um sistema integrado de normas sobre saúde, segurança e meio ambiente adotado por empresas de expressão internacional. A auditoria da NOSA estabelece uma classificação por estrelas, refletindo cinco diferentes níveis de excelência, conforme o desempenho das empresas na sua política de segurança.

4.3. PARQUE PRODUTIVO

O parque produtivo de zinco metálico resume-se a duas usinas metalúrgicas situadas no Estado de Minas Gerais, pertencentes à Votorantim Metais Zinco S/A/ (VMZ). A primeira, a mais antiga e maior usina, fundada em 1959, situa-se na localidade de Três Marias e possui uma capacidade nominal de produção de 180.000 t/ano. A segunda foi incorporada recentemente com a aquisição do controle da Cia Paraibuna. Localiza-se em Juiz de Fora e tem capacidade para produção de 95.000 t/ano. No conjunto, a VMZ soma uma capacidade total de produção de 275.000 t/ano de zinco eletrolítico, tendo registrado em 2007 uma produção de 256.000 t, índice de 93% de utilização de sua capacidade nominal.

A usina de Três Marias é a única unidade industrial do mundo capaz de tratar simultaneamente e de forma integrada concentrados de zinco sulfetados e silicatados, tendo sido também a primeira a implantar a eletrólise no processo de metalurgia de zinco. Todo o zinco produzido é do tipo SHG “*Special High Grade*” com 99,995 % de pureza. Além do zinco SHG e suas ligas, a empresa produz óxido de zinco, calcário dolomítico empregado como corretivo de solo e ácido sulfúrico.

A unidade metalúrgica de Juiz de Fora é alimentada exclusivamente com concentrado sulfetado de zinco importado. A usina utiliza o processo eletrolítico e seus principais produtos são o zinco eletrolítico, ligas de zinco, zamac, pó de zinco, óxido de zinco e ácido sulfúrico.

O plano de expansão da empresa prevê para 2010/2011 a ampliação da capacidade produtiva da unidade de Três Marias que deverá passar de 180.000 t/ano para 260.000 t/ano e em Juiz de Fora a unidade metalúrgica poderá passar a produzir 110.000 t/ano, correspondendo a um acréscimo de 95.000 t/ano de capacidade produtiva.

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.

4.4. RECURSOS HUMANOS DA METALURGIA DE ZINCO

A usina metalúrgica de Três Marias constitui a primeira unidade metalúrgica do Grupo Votorantim que opera desde a década de 50. A partir da década de 80 e no curso da década de 90 a unidade de Três Marias passou por profundas transformações, com a racionalização intensiva dos processos produtivos. O conjunto de medidas inicia-se em 1989 com um processo de renovação de quadros que leva a uma onda de demissões e com a introdução, a partir de 1993, do Processo de Aprimoramento Contínuo (PAC), que trouxe para o interior da fábrica os processos “5S”, “Qualidade Total” e “Just in time”. Nesse processo de reestruturação destacam-se três elementos constitutivos, fortemente integrados e simultâneos: a) a automatização de processos, com inserção de novas tecnologias que permitem maior controle e integração das cadeias produtivas; b) redução, em torno de 60% do efetivo direto de funcionários, através de demissões e terceirizações e c) introdução de uma série de programas de gestão e controle, orientados para garantir maior envolvimento dos colaboradores.

Como resultado das iniciativas modernizadoras, a unidade de Três Marias teve em menos de uma década mais da metade de seus quadros funcionais demitido: passou de um quadro de mais de dois mil funcionários para um efetivo próximo a 650 trabalhadores.

Com a incorporação da unidade de Juiz de Fora após a absorção do patrimônio da cia Paraibuna, também esta fábrica passou a ser gerenciada com os mesmos critérios, tendo sido registrado um ajuste qualitativo e quantitativo do seu quadro de colaboradores.

Outra faceta do processo de modernização da unidade é a introdução de uma série de princípios e ferramentas de gestão de produção. É esse o objetivo do programa CRESCCE (Crescimento em equipe), implantado em 1999 e que recentemente recebeu o novo nome de EMC (Equipe de Melhoria Contínua), configurando-se como uma versão local dos CCQs. A sua missão é identificar problemas, implantar melhorias e reduzir custos em busca da “Qualidade Total”.

A criação do Programa de Participação nos Resultados (PPR), implantado a partir de 1996, vincula-se ao processo, pois o recebimento, por parte dos colaboradores, de um adicional anual é vinculado ao cumprimento de metas de produção da unidade.

O sistema gerencial da Votorantim Metais Zinco acima resumido foi implantado na usina metalúrgica de Juiz de Fora a partir de sua incorporação no ano de 2002, tendo também esta unidade sido submetida a processos de adaptação que resultaram em ajuste de quadros funcionais.

No contexto desse cenário gerencial, as duas unidades metalúrgicas que no início da década de 90 contavam com quase cinco mil colaboradores diretos, apresentavam em 2006 um quadro total de 1.544 empregados, resultando em uma produtividade da ordem de 176,45 t/homem/ano.

4.5. ASPECTOS TECNOLÓGICOS DA INDÚSTRIA DE ZINCO

4.5.1. Tecnologia da Metalurgia do Zinco

As principais tecnologias existentes para a produção de zinco são definidas pelo processo de “Ustulação-lixiviação-eletrólise (RLE)”; processo “Forno imperial *smelting*” (ISF); processo “Lixiviação direta atmosférica” (ZDL); processo “Lixiviação sob Pressão” (ZPL); processo “Zincex modificado” (MZP) e finalmente o processo “Integrado silicato-sulfeto”, processo RLE modificado e introduzido com exclusividade pela VMZ na unidade de Três Marias.

O processo RLE é praticado por mais de 85% das usinas de metalurgia de zinco do mundo, consiste na ustulação do concentrado sulfetado, seguida de uma lixiviação atmosférica, da remoção das impurezas e da eletrorrecuperação do metal. Uma das grandes vantagens deste processo reside na obtenção do metal com elevado grau de pureza.

Esse processo, também conhecido como “processo eletrolítico”, foi desenvolvido para uso comercial na França na década de 1880 e utilizado pela primeira vez na América do Norte durante a Primeira Guerra Mundial em Anaconda. A rota típica do processo hidrometalúrgico de zinco envolve cinco etapas principais:

➤ **Ustulação:** a etapa inicial de ustulação é geralmente conduzida em leito fluidizado (Figura 1.). O processo consiste em converter o concentrado de sulfeto de zinco em um concentrado de óxido de zinco que pode ser lixiviado em solução de ácido sulfúrico. A reação de ustulação ocorre rapidamente em temperaturas na faixa de 650-900°C, dependendo do concentrado e do processo. A ustulação a altas temperaturas pode levar à formação de ferritas de zinco:

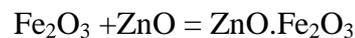
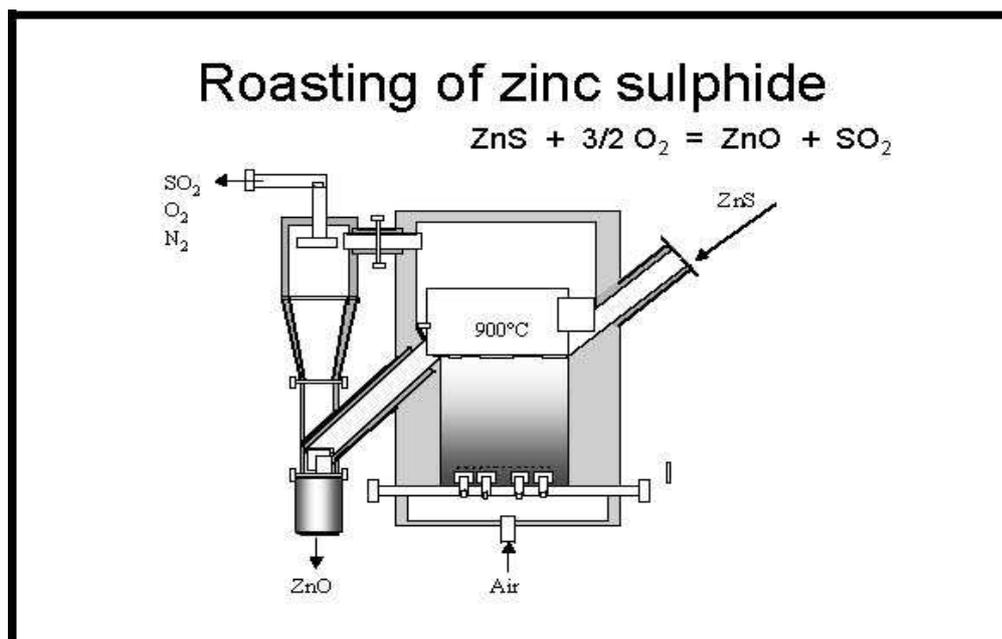


Figura 1. Esquema do processo de ustulação do sulfeto de zinco



Fonte: TENÓRIO e ESPINOSA, 2008.

➤ **Lixiviação neutra e ácida:** A segunda etapa do processo RLE consiste na lixiviação do calcinado ou ustulado. Aproximadamente 90% do zinco contido no ustulado encontram-se na forma de óxido de zinco, sendo o restante na forma de ferrita de zinco. Enquanto o óxido de zinco pode ser lixiviado com solução fraca de ácido sulfúrico, a lixiviação das ferritas requer condições mais agressivas de acidez. O ferro dissolvido deve ser removido antes da eletrorrecuperação do metal.

Até que um método viável para a remoção do ferro pudesse ser aplicado industrialmente, a recuperação do zinco através de processos eletrolíticos era limitada pela lixiviação ácida fraca (também chamada de lixiviação neutra), para evitar a dissolução do ferro. A lixiviação neutra é conduzida em tanques com agitação, utilizando-se o eletrólito exaurido das cubas eletrolíticas como solução lixiviante.

Após a lixiviação neutra, os sólidos, constituídos basicamente por ferritas de zinco, e o licor são separados, utilizando-se espessadores ou filtros, sendo o licor direcionado para a etapa de purificação.

➡ **Purificação do licor:** O licor do estágio de lixiviação ácida é remetido para a etapa de remoção do ferro, uma etapa de purificação que pode utilizar os processos jarosita, goetita ou hematita. Qualquer que seja o processo adotado para a remoção do ferro, o principal objetivo dessa etapa consiste na formação de um precipitado cristalino com boa filtrabilidade e a remoção das impurezas como As, Ge e Sb. O processo jarosita é o mais empregado, sendo adotado em 85% das usinas que utilizam a rota RLE. Desenvolvido originalmente pelas companhias Norzink, Asturiana e Cia de Zinco Eletrolítico da Australásia na década de 1960, o processo proporciona a deposição do ferro na forma de jarosita de amônia, sódio ou potássio.

➡ **Purificação 2 (cementação de impurezas):** A segunda etapa de purificação do licor visa à remoção de uma série de metais mais nobres que o zinco metálico, através da reação de cementação com pó de zinco. De todas as impurezas presentes no eletrólito, o cobalto é o elemento de maior dificuldade de remoção e aquele que causa o maior efeito deletério na eletrólise. Diante da dificuldade da remoção do cobalto, diferentes processos tem sido desenvolvidos e praticados pelas indústrias de zinco, dependendo do nível de impureza presente na solução de sulfato de zinco após a lixiviação neutra.

➡ **Eletrólise:** A solução produzida nos estágios de purificação é alimentada nas cubas eletrolíticas, que são carregadas com anodos de chumbo-prata intercalados com cátodos de alumínio. Uma corrente elétrica contínua é passada através dos ânodos e cátodos, resultando em zinco puro depositado no cátodo, que é removido a intervalos regulares de 24-72 horas, dependendo do projeto da usina.

Uma exigência específica do processo RLE reside na necessidade de se dispor de energia elétrica abundante e a preço relativamente baixo, uma vez que a produção de uma tonelada de zinco na eletrólise requer em torno de 3.500 kWh, representando 90% da energia total necessária na usina.

4.5.2. Tecnologia empregada pela Votorantim Metais Zinco

As duas unidades metalúrgicas pertencentes à Votorantim Metais Zinco empregam o método eletrolítico RLE, para a produção do metal. A unidade de Juiz de Fora emprega o processo RLE convencional para o tratamento do concentrado de minério sulfetado importado enquanto que a usina de Três Marias empregado o processo “Integrado silicato-sulfeto” que vem a ser uma modificação do processo RLE, desenvolvido e utilizado exclusivamente nesta unidade metalúrgica. A unidade metalúrgica de Três Marias começou a tratar o minério silicatado na década de 1960. A integração do circuito silicato-sulfeto, ocorreu em 1995 e desde então é praticado exclusivamente por esta usina. Sua produção inicial era de 10 mil toneladas de zinco metálico/ano em 1970, atingiu 116 mil toneladas em 2005 e atualmente possui uma capacidade nominal de 180 mil t/ano.

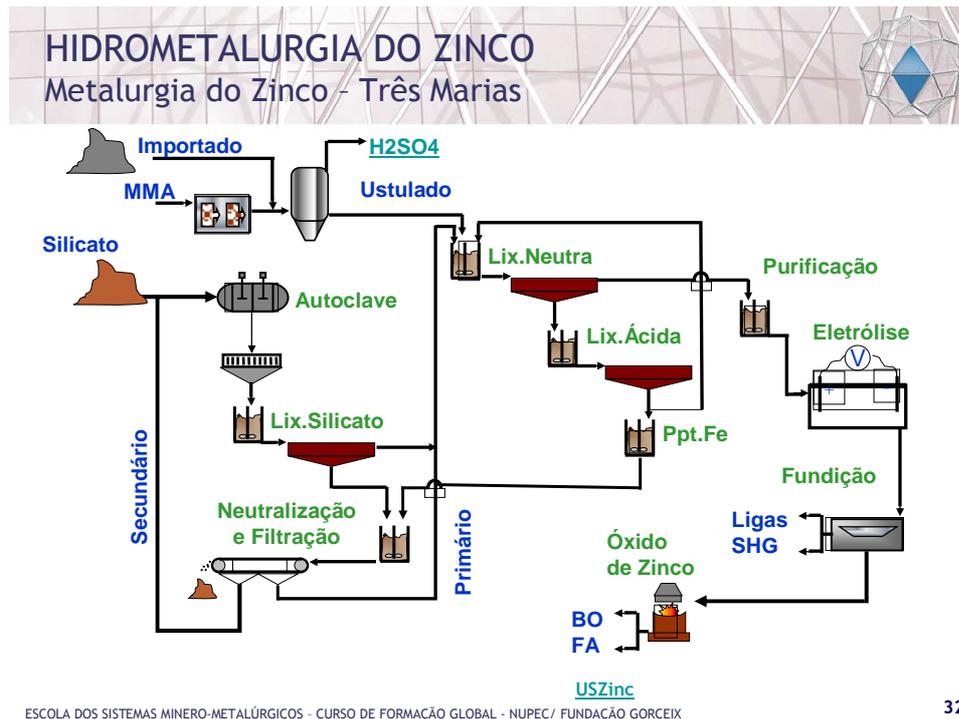
O processo utiliza a rota convencional RLE e a precipitação de ferro na forma de jarosita de amônio. Sua especificidade encontra-se no tratamento de dois tipos de concentrados de zinco, silicatado e sulfetado, que são tratados separadamente, no sentido de adequá-los par a etapa de lixiviação, ponto em que ocorre a integração dos processos para a rota convencional RLE.

O circuito sulfeto segue o tratamento típico do processo RLE, através de ustulação do concentrado sulfetados. Dois tipos de concentrado alimentam o forno ustulador: o concentrado importado e o concentrado proveniente de Morro Agudo. A alimentação média diária da usina é de 187 t/dia de ustulado, sendo 84/t/dia, em média, provenientes de concentrado importado.

O concentrado silicatado é obtido através de uma etapa de flotação. A alimentação é constituída predominantemente de dois minérios de zinco, contendo willemita e calamina, na proporção aproximada de 70-30%, respectivamente, proveniente da mineração em Vazante.

Uma característica do circuito de tratamento do concentrado silicatado é a necessidade da remoção das impurezas como cálcio e magnésio na denominada etapa de “Tratamento de magnésio”, posterior à primeira etapa de moagem do concentrado de Três Marias. O processo de tratamento para a remoção do magnésio consiste em elevar a temperatura da polpa a 80-95 ° C, com a finalidade de precipitar seletivamente o zinco, deixando o magnésio contido na solução secundária a ser descartada do processo.

Figura 2. Fluxograma da metalurgia de zinco na usina de Três Marias



ESCOLA DOS SISTEMAS MINERO-METALÚRGICOS - CURSO DE FORMAÇÃO GLOBAL - NUPEC/ FUNDAÇÃO GORCEIX

32

Fonte: TENÓRIO e ESPINOSA, 2008.

Os dois concentrados de zinco obtidos anteriormente são alimentados na etapa de lixiviação e filtração. Utilizam-se etapas de lixiviação neutra e ácida, seguida da precipitação de ferro e de impurezas (As, Ge, Sb) na forma de jarosita e amônio.

O processo de purificação é feito em duas etapas na usina de Três Marias, seguindo o processo de “Purificação modificada a quente”. A etapa de “descobreação” (cementação de cobre) é eliminada pelo fato dos concentrados utilizados terem teores relativamente baixos de cobre. Uma vez cementadas, as impurezas são filtradas na etapa de purificação. Os resíduos gerados são estocados em depósitos devidamente preparados e o zinco recuperado é realimentado na etapa de lixiviação sob a forma de sulfato de zinco.

Após a purificação da solução proveniente da lixiviação do zinco contido no licor em ciclos de 24 horas na sala 1.

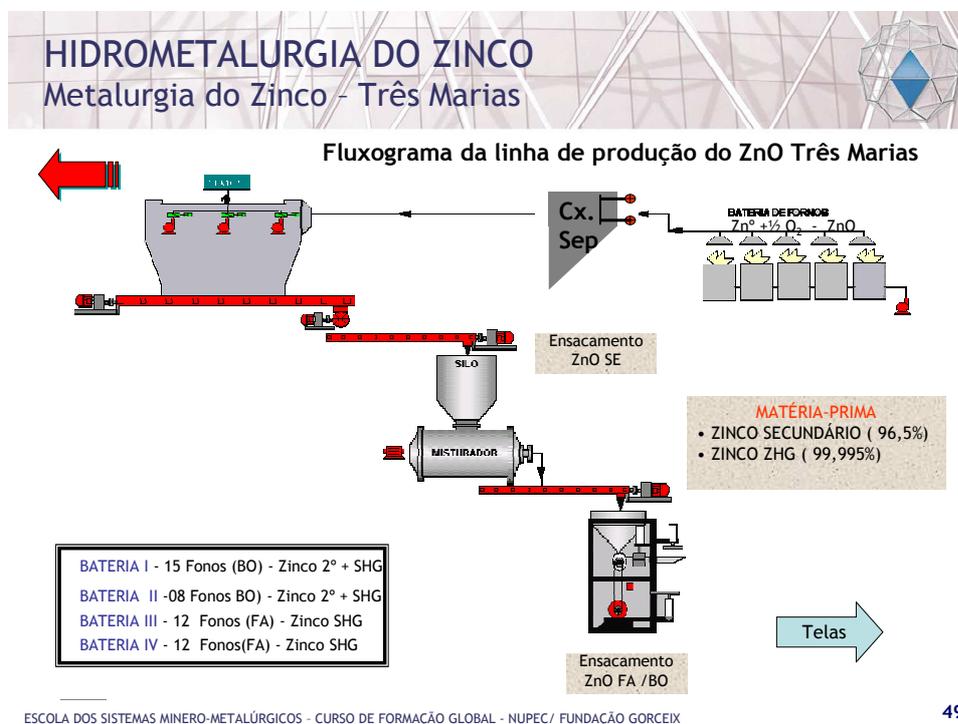
A produção média atual das duas salas de eletrólise é de 505 t/dia com uma eficiência ponderada de corrente das duas salas de aproximadamente 92%. O consumo de energia nesta etapa é geralmente de 3.000 a 3.500 kWh de folha catódica, sendo que cerca de um terço é convertido em calor.

Estudos comparativos entre a tecnologia empregada pela VMZ e as empresas líderes do setor no mundo indicam que a usina de Três Marias mostra-se muito competitiva o mesmo não ocorrendo com a unidade de Juiz de Fora. O atual programa de expansão e modernização das duas unidades prevê a eliminação de alguns gargalos e a adoção de soluções que deverão proporcionar maior produtividade e melhores resultados financeiros.

Destaca-se a implantação do Projeto Polimetálicos na unidade de Juiz de Fora, que deverá ser incorporado à unidade de Juiz de Fora no início da nova década. O Projeto Polimetálicos em desenvolvimento pela Votorantim Metais zinco, prevê o aproveitamento de resíduos de metalurgia, 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:

Figura 3. Fluxograma da linha de produção de ZnO de Três Marias



Fonte: TENÓRIO e ESPINOSA, 2008.

1. 75.000 t. de chumbo metálico *
2. 91 t de prata + ouro;
3. 45.000 t de ácido sulfúrico;
4. 16.000 t de polipropileno.

* a partir da reciclagem de baterias automotivas + processamento de concentrado de chumbo importado.

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.

Registra-se que o Grupo Votorantim tem investido sistematicamente na produção de energia elétrica através da participação de empreendimentos de geração de energia, para fazer frente à demanda de energia para a produção de zinco, o insumo mais representativo na estrutura de preço do produto. Na atualidade, a demanda energética das usinas da Votorantim Metais Zinco tem 85%

de sua necessidade abastecida a partir da geração própria de energia, sendo o restante adquirido no mercado de energia elétrica.

Estudo apresentado por Tenório e Espinosa em 2008, estabelece um paralelo entre os principais indicadores das usinas metalúrgicas brasileiras e as metalurgias de zinco de referência mundial. Para cada indicador, foram considerados elementos referidos pela média mundial, pelo desempenho da unidade *benchmark* e do desempenho registrado nas unidades da Votorantim Metais Zinco (Tabela 2.). Do quadro dos indicadores da indústria metalúrgica no país, ressalta-se o fato de apesar do custo de produção situar-se abaixo da média mundial, a produtividade das usinas nacionais situa-se em um patamar sensivelmente mais baixo, bem como no item de consumo de água por tonelada de zinco produzido.

Tabela 2. Indicadores da metalurgia de zinco no Brasil

INDICADORES DA METALURGIA DE ZINCO NO BRASIL				
Elemento	Média mundial	Benchmark	VMZ	Observações
Resíduos	Goetita, jaroisita, escória de ferro	Escória de ferro para cimentos (Korea Zinc)	Jaroisita, goetita, escória de ferro em Juiz de Fora	Polimetálicos poderá eliminar jaroisita
Venda de sub-produtos	Ácido sulfúrico, índio, cádmio, mate de cobre, germânio, resíduos de purificação	Korea Zinc, (Complexo industrial)	Ácido sulfúrico, SO ² líquido, sulfato de cobre, índio, cádmio, PbAg.	Korea Zinc, produz além de zinco, Cu, Cd, Co, Ni.Mg, Sb, Ge, Pb, Bi, Ag, ZnS, Au.
Consumo de energia elétrica kWh/t	3.400	3.172	3.484	Menor consumo Três Marias – 3.050
Custo metalúrgico (c\$/lb)	22,00	13,60 (Asturiana)	19,60	Três Marias – 19,50
Custo de manutenção (c\$/lb)	2,30	1,10 (Budel)	1,6 - TM 2,9 - JF	
Produtividade (hh/t)	6,96	3,28 (Onsan)	11,7 -TM 13,6 - JF	
Consumo de água por t de cátodo (m³)	10	3,5 (KöKKola)	13 – TM 20,5 JF	

Fonte: TENÓRIO e ESPINOSA,2008.

4.6. ASPECTOS AMBIENTAIS

A metalurgia de zinco existente no país localiza-se exclusivamente no Estado de Minas Gerais, unidade da federação reconhecida por estabelecer uma relação de rígido controle e fiscalização de atividades industriais minero-metalúrgicas. Considerando que a Votorantim Metais Zinco na atualidade disputa uma das primeiras posições mundiais entre os principais produtores de zinco, o cumprimento de regulamentos e exigências ambientais para o seu exercício industrial constitui um elemento de referência de relevo corporativo.

Porém a relação da indústria de zinco no país apresenta uma história que reproduz o embate da sociedade para a adequação do processo produtivo às exigências da sociedade moderna. A primeira usina metalúrgica de zinco, pertencente ao Grupo Votorantim foi inaugurada em 1965 em Três Marias. Na ocasião a empresa lançava seus rejeitos industriais diretamente no rio São Francisco, sem tratamento prévio.

Este cenário passou a se alterar a partir de 1983, com a inauguração da Barragem de Contenção, situada às margens do rio São Francisco, atualmente denominada Barragem Velha. Ao longo do tempo, e progressivamente a usina foi sendo adequada ao controle e tratamento de seus efluentes líquidos, sólidos e emissões gasosas, merecendo dos organismos certificadores o reconhecimento pela atuação responsável.

Atualmente, após os processos de separação e enriquecimento do zinco, o resíduo é depositado em uma estação de tratamento de pH.

Para o processamento do zinco a empresa utiliza água do rio São Francisco, que também serve para resfriamento, refrigeração, produção de vapor e consumo humano (sanitários e restaurante). A água bruta do São Francisco entra nos processos de clarificação para a remoção dos sólidos suspensos e impurezas e depois de passar pelo processo convencional de tratamento de água (coagulação, floculação e decantação) a água é retornada ao rio.

Os efluentes líquidos são principalmente os industriais e esgotos sanitários. Os primeiros passam por uma estação de tratamento de efluentes industriais antes de serem descartados no rio São Francisco. O esgoto sanitário juntamente com o esgoto do refeitório é tratado pelo sistema de fossas sépticas. O lodo gerado no tratamento dos sanitários segue para as lagoas de bioacumulação. Posteriormente todos os efluentes líquidos clarificados são retornados para o rio São Francisco ou o córrego Barreiro Grande.

As águas pluviais que não estão em contato com a unidade industrial deságuam no córrego Barreiro Grande. Outros locais, como a unidade hidrometalúrgica, ustulação e fábrica de ácidos em suas águas pluviais encaminhadas para um tanque de onde são bombeadas para o sistema de tratamento de efluentes líquidos industriais.

As emissões atmosféricas são controladas por sistemas de controle ou filtros de manga instalados nas chaminés para a retenção SO_x e material particulado.

4.7. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE ZINCO E SEU VALOR

A produção de zinco eletrolítico no país tem atendido a demanda interna sem necessidade de importação do metal. A importação resume-se ao concentrado do metal demandado pela metalurgia.

Tabela 3. Evolução da produção de zinco no Brasil

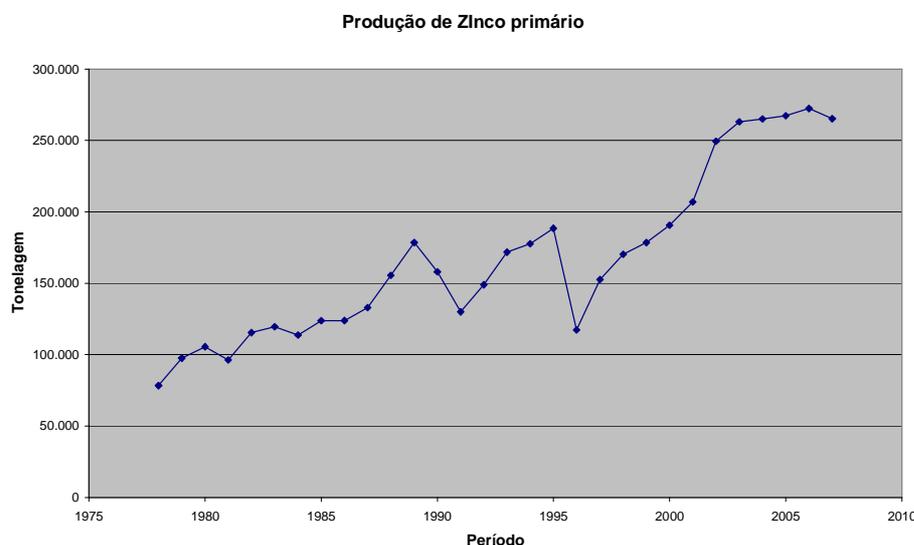
EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE ZINCO ELETROLÍTICO NO BRASIL							
toneladas							
Período	Produção	Período	Produção	Período	Produção	Período	Produção
1978	78.295	1986	123.901	1994	177.565	2002	249.434
1979	97.537	1987	132.962	1995	188.472	2003	262.998
1980	105.537	1988	155.531	1996	117.341	2004	265.097
1981	96.385	1989	178.439	1997	152.634	2005	267.374
1982	115.406	1990	158.025	1998	170.396	2006	272.348
1983	119.530	1991	130.000	1999	178.514	2007	265.126
1984	113.691	1992	149.000	2000	190.619		
1985	123.811	1993	171.800	2001	206.952		

Fonte: DNPM, Mineral Data – CETEM

Ao longo dos últimos 30 anos a produção do zinco eletrolítico tem registrado um notável crescimento que aponta para um índice superior a 300%. Ao considerar-se um crescimento linear constante pode-se afirmar que o ritmo de crescimento nas últimas três décadas registrou o valor de 4,17% a.a.

Considerando-se que a produção atual de zinco eletrolítico é da ordem de 270.000 t/ano e que o preço deverá manter-se no patamar próximo a US\$ 1.300,00/t, a estimativa de valor da produção nacional de zinco é de US\$ 350 milhões.

Figura 4. Gráfico da produção de zinco primário no Brasil (1978 – 2007)



4.8. EVOLUÇÃO E TENDÊNCIA DO PREÇO DO ZINCO

A tabela 4. demonstra a variação dos preços do zinco contido no concentrado e do zinco eletrolítico, em valores de dólar americano corrigidos para 2008.

Considerando-se a Bolsa de Metais de Londres (LME) como representativa para efeito de análise dos preços do zinco eletrolítico no mercado mundial, verifica-se que no período entre 1988 1995 os preços variaram entre os limites de US\$ 1.000,00/t e US\$ 1.100,00/t. A partir de 1995 os preços ultrapassaram este patamar e atingiram US\$ 1.315,00/t em 1997. De 1998 a 2001 os preços

voltaram a oscilar próximos ao nível de US\$ 1.000,00/t, para posteriormente apresentar oscilações de baixa que culminaram no limite inferior de US\$ 778,00/t em 2002.

Tabela 4. Preços do Zinco LME (1997 – 2008)

PREÇOS MÉDIOS DO ZINCO		
US\$ FOB LME*		
Período	Zn no concentrado t	Zinco metálico t
1997	575,92	1.757,17
1998	443,22	1.346,77
1999	422,61	1.269,10
2000	426,87	1.391,32
2001	342,97	1.127,72
2002	256,43	926,19
2003	303,30	966,08
2004	387,43	1.245,51
2005	477,59	1.499,91
2006	1.144,56	3.493,09**
2007	1.414,88	3.356,02
2008	967,78	1.301,00

* LME valores em dólar americano de 2008.

**Preço máximo US\$ 4.928,77/t em novembro de 2006

Fonte: DNPM; USGS – Minerals Yearbook Zinco

A partir de 2002, impulsionado pelo aquecimento global da demanda por insumos básicos, o zinco passou a apresentar preços crescentes que atingiram seu ápice ao final de 2006. O significativo aumento do preço estimulou os investidores a ampliar a capacidade de produção das minas e das refinarias. A partir de 2005 a capacidade mundial de produção das minas e das refinarias tem crescido constantemente resultando no fato do mercado tornar-se superavitário a partir de 2007, quando os preços começaram a se retrair. O aumento da oferta reduziu inicialmente o nível dos preços que a partir de meados de 2008 sofreu uma acentuada queda como reflexo do impacto da crise financeira mundial, originada nos Estados Unidos e disseminada posteriormente pelas principais economias mundiais.

Com os preços em queda, os produtores reduziram a produção de concentrados e de zinco eletrolítico ao final de 2008, mesmo assim a demanda continuou fraca e os estoques continuam a aumentar, variando entre os limites de 150.000 e 200.000 toneladas.

Em meados de 2009, a expectativa futura é de que os preços do zinco flutuem entre os patamares de US\$ 1.300 e 1.200,00/t enquanto a economia mundial se mantiver em recessão ou em crescimento vegetativo.

4.9. INVESTIMENTOS NA INDÚSTRIA DE ZINCO

Na indústria de zinco destacam-se três tipos de investimentos: a) investimentos em prospecção e pesquisa mineral, com o objetivo de identificar novas reservas ou ampliar reservas minerais já identificadas; b) investimento no desenvolvimento de mina e na expansão de suas operações e c) investimento em unidades metalúrgicas.

O registro histórico dos investimentos em prospecção mineral, registrados no país pelo MME ao longo dos últimos 30 anos identifica que o investimento total realizado neste segmento foi de US\$ 123.982.512,00, em valores de dólar deflacionados e relacionados ao dólar médio de 2008. Neste mesmo período o volume de reservas de zinco adicionadas ao parque nacional foi de

4.593.091 toneladas de zinco contido no minério *in situ*, que resulta na proporção de US\$26,99 por tonelada de reserva de zinco adicionada.

O total dos investimentos realizados para a expansão da operação mineira e seu desenvolvimento acumulou no período o valor de R\$ 1.269.348.812,00, em valores deflacionados a 2008. Considerando-se que no mesmo período de vinte anos de referência foi adicionada uma capacidade produtiva de 168.555 t de Zn contido no concentrado, calcula-se que foi necessário um investimento médio de R\$ 7.530,77 para cada tonelada de capacidade operacional adicionada.

No segmento de metalurgia de zinco, o projeto de expansão das usinas de Juiz de Fora e Três Marias, para a adição de uma capacidade produtiva de 95.000 t/ano, deverá requerer um investimento da ordem de R\$ 850 milhões, ao valor de 2008. Tendo como referência este valor estima-se a necessidade de investimentos próximos a R\$ 9.000,00 por tonelada de capacidade para produção de zinco primário.

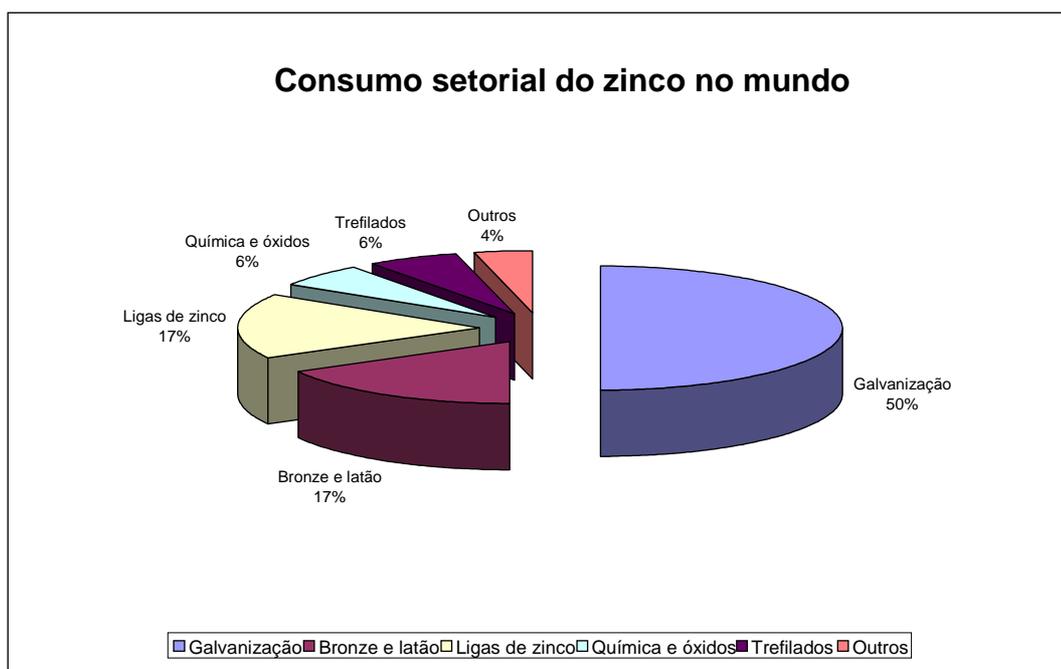
5. USOS E DESTINAÇÃO DOS PRODUTOS DA MINERAÇÃO DE ZINCO

Merece destaque o seu uso na galvanização (como revestimento protetor, obtido por meio da imersão ou eletrodeposição) de aços estruturais, folhas, chapas, tubos e fios, ou também como anodo de sacrifício para proteção catódica de aço ou ferro. No primeiro caso, são formadas camadas de óxido ou carbonato sobre o metal galvanizado ou zincado quando em presença de umidade, o que inibe a corrosão dos metais revestidos.

A demanda no uso final do zinco para galvanização cresce mais rapidamente em relação a outras utilizações. Esta aplicação foi responsável por aproximadamente de 50% do consumo do metal no mundo e 50% do zinco consumido no Brasil em 2007. Atende aos setores automobilísticos (39,9%), de construção civil (13,1 %), de utensílios domésticos e comerciais (7,6%) e outros com menor participação.

O consumo global de zinco apresenta a seguinte distribuição por segmento de utilização:

Figura 5. Consumo setorial de zinco no mundo



Fonte: ILZSG.

Os latões e bronzes são usados em acessórios elétricos e em várias outras aplicações. Os laminados têm como principal campo de aplicação o uso em pilhas e em baterias.

Os principais compostos de zinco são os óxidos (ZnO), utilizados nas indústrias cerâmicas e das borrachas e ainda na fabricação de tintas. O sulfato de zinco (ZnSO₄) tem aplicação na indústria têxtil e no enriquecimento de solos pobres em zinco. O cloreto de zinco é usado para preservar madeiras, e como desodorizante em diversos fluidos. Este composto pode também ser usado em pilhas secas e tintas.

O zinco desempenha um papel vital no desenvolvimento animal. Uma dieta rica em zinco diminui o risco de hemorragias e melhora a cicatrização de feridas. Na agricultura, o zinco, é usado como suplemento nutritivo para promover o crescimento das plantas.

O zinco é um metal que permite a reciclagem sem qualquer perda das suas propriedades físicas ou químicas. Atualmente 80% do zinco disponível para reciclagem sofre processamento, sendo que 30% da oferta mundial de zinco vêm do zinco reciclado. Os 70% restantes originam-se de minérios de zinco (zinco primário).

Apenas a reciclagem de latão recupera mais de 600.000 t de zinco por ano. Estima-se que a oferta de sucata de aço revestido com zinco aumente em mais de 50% nos próximos dez anos. Devido à sua longa vida útil da maioria dos produtos de zinco que, em alguns casos, podem durar mais de 100 anos sem manutenção, uma grande quantidade do zinco produzido no passado ainda é utilizada, constituindo um recurso valioso e sustentável de zinco para as gerações futuras.

O zinco pode ser reciclado das operações de fabricação e processamento (“sucata de processo” ou “nova sucata”) como folha de zinco e pedaços e rebarbas de aço galvanizado, resíduos galvanizados, retornos de fundição sob pressão, sucatas de usinagem de latão, reciclagem de aço. Também pode ser resultante de produtos descartados (“resíduos pós-consumo” ou “sucata velha”) como automóveis, pneus, aparelhos domésticos, componentes eletrônicos, mobiliário de rua, peças galvanizadas de prédios, telhados e calhas de zinco desmontadas.

Os produtos feitos de zinco ou revestidos com zinco são muito duráveis. Assim, o intervalo entre o uso do zinco para a fabricação de um produto e seu retorno para o circuito de reciclagem como sucata pode demorar mais de um século.

Tabela 5. Ciclo de vida dos produtos de zinco

CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS DE ZINCO		
Produtos	Usos	Ciclo de vida
Chapas de zinco	Telhados	> 100 anos
	Revestimentos	> 200 anos
Produtos de latão	Diversos	> 10 anos
Peças unitárias	Veículos, aparelhos, ferragens, etc.	10 a 15 anos
Revestimentos galvanizados	Veículos, telhados e revestimentos de edifícios	10 a 15 anos
Produtos diversos	Instalações industriais, rodoviárias e usinas elétricas	> 25 anos
Produtos químicas e compostos	Pneus, produtos de borracha	1 a 5 anos

Fonte: ILZC.

6. CONSUMO ATUAL E PROJETADO DE ZINCO

6.1. CENÁRIO MUNDIAL

O mercado de zinco é subordinado aos diversos fatores que influenciam o atual cenário de economia global e que geram incertezas sobre a duração do presente ciclo da mineração. O setor de zinco tem se posicionado no grupo que aposta no continuado crescimento, com a expansão das unidades de mineração e metalurgia. De forma similar ao que tem ocorrido com outros metais, também no caso do zinco fusões e aquisições alteram a lista dos principais produtores mundiais, que visam consolidar suas posições no mercado.

Depois de quase dois anos de euforia, desde o déficit ocorrido ao final de 2007, o mercado passou a ofertante, registrando-se uma oferta maior que a demanda.

O Instituto Internacional de Zinco e Chumbo (ILZSG) previu um recorde excedente da ordem de 260,000 t em 2009. Caso ocorra, será o terceiro ano consecutivo de produção excedente seguindo de perto 2007-2008 quando foi registrada uma oferta excedente de 300,000 t.

Como reflexo da crise financeira que se disseminou nas economias dos países desenvolvidos, técnicos do ILZSG prevêem para a primavera de 2009 uma queda mais acentuada na produção mineira global (cerca de 6 %) em relação à produção de metal refinado (4 %). Em resposta ao colapso do preço do zinco que precedeu o tumulto financeiro global no final de 2008, o setor deverá registrar a suspensão das atividades em minas marginais e o adiamento de novos projetos.

A maior produtora de zinco metálico do mundo a empresa belga Nyrstar, em seu relatório de 2008 menciona que a indústria do Zinco respondeu à crise, iniciada em 2008, de forma mais ampla, rápida e decisiva do que o previsto em quedas anteriores da demanda de zinco. A Nyrstar menciona uma queda na produção de 30 % no primeiro quadrimestre de 2009 em relação ao mesmo período de 2008, porém registra que a queda de produção no período foi causada apenas por especulação e “não reflete um encurtamento físico do mercado de concentrados de zinco e chumbo”.

É importante mencionar que importantes minas de zinco estão se aproximando rapidamente do fim de sua vida produtiva, a exemplo da empresa Sueca Lundin que está antecipando o fechamento de sua mina de Galmoy na Irlanda, projetada anteriormente para 2011, para 2009. A mesma empresa também encerrou as atividades sua mina Storliden, na Suécia ao final do ano passado. A grande mina de Brunswick de propriedade da X’Strata também está se aproximando rapidamente do fim de sua vida útil.

Em períodos de elevada demanda questões como esta não parecem muito relevantes, porém o preço do zinco reflete outra tendência. A previsão de excedente do metal pode parecer grande, mas está rapidamente desaparecendo com o aumento da demanda da China o que pode levar este excedente a se tornar um déficit em um prazo relativamente curto.

A mineradora CBH reduziu a produção para se manter no “jogo”, e acredita em uma recuperação do mercado em um curto período de tempo, e por este motivo não pretende encerrar suas operações, mas fica a ressalva de que não irão produzir metal e concentrado com prejuízo, caso a situação do mercado não se equilibrar em um prazo razoável.

6.2. CONSUMO MUNDIAL DE ZINCO

O consumo mundial de zinco metálico apresentou um crescimento médio levemente superior a 3,00 % a.a. ao longo dos últimos anos, porém é notável que o crescimento do consumo na região asiática que tem apresentado um crescimento nominal superior a 5% a.a. enquanto que o

consumo na América tem apresentado um leve recuo e a Europa tem mantido um consumo relativamente constante da ordem de 2,9 milhões de toneladas anuais. Destaca-se o consumo da China que em 2008 registrou um consumo superior a 4,1 milhões de toneladas.

O consumo de zinco na China somente em 2005 cresceu 13%. A China é o maior consumidor mundial do metal respondendo por quase 30% do consumo total e absorvendo volume maior que todos os países da Europa.

Sendo a China o maior produtor e consumidor mundial do metal, o mercado do zinco mantém uma grande dependência do nível de atividade econômica deste país. Na China o zinco é utilizado principalmente na indústria siderúrgica e em processos de galvanização e como a indústria siderúrgica desse país tem apresentado grande expansão e não apresenta tendências de retração é previsível que o consumo de zinco continue elevado no futuro.

A maior parte da demanda chinesa por aço galvanizado provém da indústria da construção civil e de manufatura. A construção civil na China está sob pressão da maciça migração rural para os grandes centros urbanos e pelo forte impulso dos investimentos em infra-estrutura. Por outro lado, o forte crescimento da indústria, particularmente da indústria automotiva, que atualmente representa o segundo maior mercado do mundo, constitui outro fator de pressão pela demanda de zinco.

Projeções de consumo no médio prazo, realizados pelo IZZSG, indicam um incremento médio da ordem de 2,6% a.a. que resultaria no consumo global de zinco de 14 milhões de toneladas em 2012. A China deverá manter a liderança do consumo do metal e apresentar uma taxa de crescimento anual superior a 6%.

O consumo médio de zinco na Europa é de 6,0 kg/habitante/ano e nos Estados Unidos é de 4,0 kg/habitantes/ano.

6.3. POSSÍVEIS SUBSTITUTOS DO ZINCO

Chapas galvanizadas podem ser substituídas por materiais como alumínio, plástico e até mesmo por aço especial. Fabricantes de automóveis, a exemplo da Mercedes Benz e Audi na Alemanha, têm lançado alguns modelos com carroceria de alumínio especial, porém o seu custo de produção ainda não se mostra competitivo para o emprego em modelos de linha convencional.

Tabela 6. Consumo mundial de zinco

CONSUMO MUNDIAL DE ZINCO							
x 10 ³ toneladas							
Regiões	2003	2004	2005	2006	2007	2008	%
Ásia	4.664	5.245	5.572	5.781	5.976	6.104	54,00%
Europa	2.780	2.837	2.686	2.759	2.934	2.875	25,00%
América	1.958	2.126	1.904	2.036	1.922	1.874	16,50%
Oceania	267	263	253	273	252	281	2,50%
África	173	194	204	199	202	206	2,00%
Total mundial	9.841	10.666	10.617	11.049	11.286	11.340	100,00%

Fonte: ILZSG - Zn Statistics, 2009.

Alumínio, magnésio e plásticos em geral são os grandes competidores do zinco em coberturas anti-oxidantes em diversos materiais. Da mesma forma ligas de alumínio podem substituir o latão e muitos elementos podem substituir o zinco na fabricação de produtos químicos, eletrônicos e no uso em pigmentos.

Em síntese, o metal de maior potencial de substituição do zinco é o alumínio e seu potencial de substituição está diretamente relacionado ao custo relativo dos metais.

6.4. CENÁRIO NACIONAL

Historicamente a demanda de zinco no país apresenta uma taxa acelerada de crescimento, que supera a taxa de crescimento da economia nacional, impulsionada pela modernização e ampliação do parque siderúrgico e incremento da produção de chapas galvanizadas de maior valor agregado para atender às necessidades da indústria automobilística, da construção civil e de utilidades domésticas. Segundo o BNDES na década de 90 a taxa de crescimento do consumo do zinco na siderurgia foi aproximadamente 8,5% a.a. enquanto que nos demais setores a demanda de zinco atingiu 3,00% a.a..

As contínuas expansões executadas e previstas na indústria nacional do zinco contemplam principalmente a produção do metal, pois o atendimento das necessidades do metal exige a importação de concentrado de zinco para complementar a produção mineira e o suprimento de zinco “velho” resultante de reciclagem.

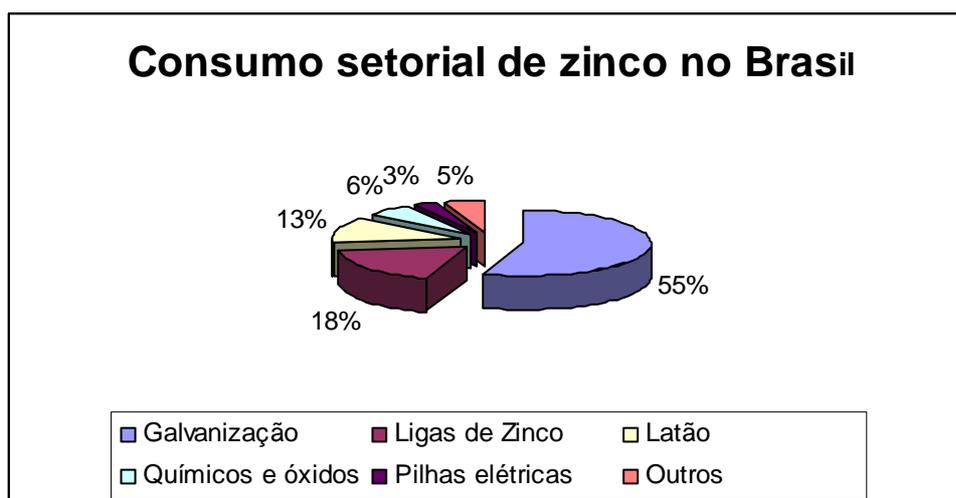
A produção de concentrado mineral e de zinco metálico é restrita ao Estado de Minas Gerais.

6.5. EVOLUÇÃO DO CONSUMO NO BRASIL

A tabela 7. registra o consumo aparente do zinco ocorrido no país nos últimos 30 anos, período em que o consumo registrou um crescimento linear da ordem de 2,02 % a.a.. No Balanço Mineral Brasileiro realizado pelo DNPM no início da década, a taxa média de crescimento do consumo de zinco aferido no período 1988 a 2000 foi de 5,4% a.a., fato que indica que ao considerar-se um período histórico mais expressivo registra-se uma forte atenuação da taxa média de consumo.

O consumo de zinco metálico no Brasil tem a seguinte distribuição: Chapas zincadas a quente e chapas eletrolgalvanizadas: 55% ; ligas diversas de zinco: 18,00%; produção de latão: 13,00%; óxidos de zinco e produtos químicos: 6,00%; fabricação de pilhas elétricas: 3,00% e outras utilidades: 5%.

Figura 6. Consumo setorial de zinco no Brasil



Fonte: DNPM

A galvanização é o carro-chefe da demanda no país, com cerca de 50%. Nesse segmento são grandes clientes a Cia. Siderúrgica Nacional, Unigal, GalvaSud e Veja do Sul. A indústria de pneus responde por 8%, mesmo percentual da área de arames e do segmento de latão. Outro mercado importante é o cerâmico, com 5%.

O consumo de zinco e aço está muito vinculado. A demanda do metal chegou a alcançar elasticidade de 1,5 x em relação à expansão do PIB do país.

No país o consumo de zinco é de 1,35 kg/habitante/ano, índice reduzido em relação ao consumo registrado na Europa (6,0 kg/habitante/ano) e nos Estados Unidos da América (4,0 kg/habitante/ano).

6.6. PROJEÇÃO DE CONSUMO NO PAÍS

Para a projeção do consumo de zinco 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 hipóteses: Frágil, vigoroso e inovador, retratados no gráfico da Figura 7.

Tabela 7. Evolução do consumo aparente de zinco no Brasil

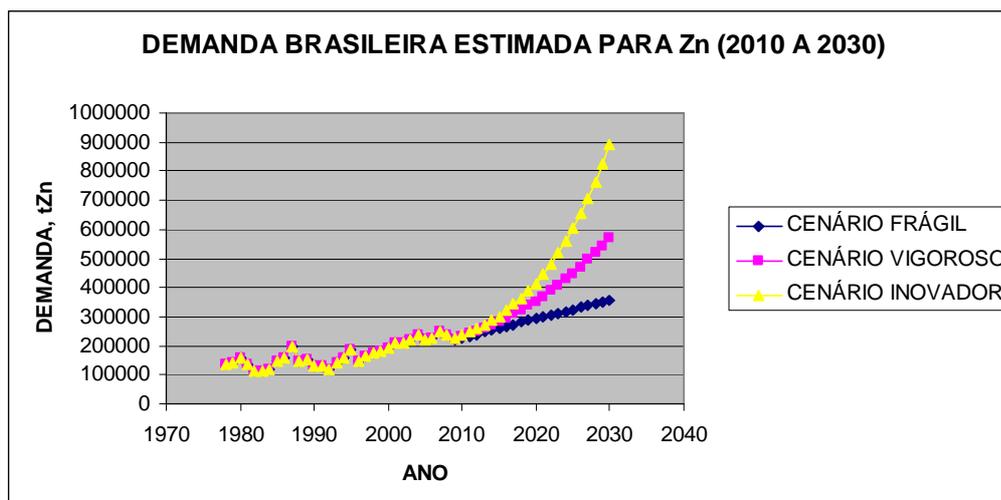
EVOLUÇÃO DO CONSUMO APARENTE DE ZINCO NO BRASIL							
toneladas							
Período	Consumo	Período	Consumo	Período	Consumo	Período	Consumo
1978	135.635	1986	158.618	1994	159.079	2002	208.015
1979	138.818	1987	197.426	1995	188.726	2003	218.000
1980	155.378	1988	144.665	1996	144.733	2004	237.874
1981	135.729	1989	150.061	1997	165.412	2005	219.540
1982	115.463	1990	132.280	1998	176.700	2006	226.233
1983	114.542	1991	129.669	1999	182.000	2007	248.751
1984	119.849	1992	119.300	2000	193.800	2008	240.000 (e)
1985	149.486	1993	143.362	2001	206.400		

Fonte: DNPM, Mineral Data – CETEM

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.

Figura 7. Demanda brasileira estimada para Zinco (2010- 2030)



A projeção do crescimento da demanda nos períodos dos planos plurianuais inseridos nos três cenários é identificada na tabela 8. da projeção da taxa de consumo aparente de zinco, considerada para o cálculo do volume da demanda futura de zinco.

A tabela 9. identifica os valores de consumo aparente de zinco projetado para os próximos vinte anos.

O exercício de projeção de consumo nacional de zinco até o ano de 2030 aponta que nesta data a demanda poderá ser de variável entre 360.000 a 890.000 toneladas ano, a depender do desempenho da economia no período.

Tabela 8. Projeção da taxa de consumo aparente de zinco

PROJEÇÃO DA TAXA DE CONSUMO APARENTE DE ZINCO			
% 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 projeção do consumo per capita de zinco leva em consideração os indicadores publicados pelo IBGE e a projeção do consumo nacional, calculado para os três cenários. A Tabela 9. 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.

Tabela 9. Projeção do consumo aparente de zinco

PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ZINCO			
toneladas			
Período	Cenários		
	Frágil	Vigoroso	Inovador
2008	240.000 (e)	240.000 (e)	240.000 (e)
2009	220.301	222.873	225.016
2010	226.470	231.788	236.267
2011	232.811	241.959	248.080
Σ 2008 - 2011	919.582	936.620	1.039.363
2015	260.001	282.005	301.543
Σ 2008 - 2015	1.917.865	2.000.318	2.072.084
2019	286.993	336.297	387.925
Σ 2008 - 2019	3.024.518	3.261.084	3.487.420
2023	312.173	406.824	520.437
Σ 2008 - 2023	4.236.964	4.775.793	5.349.077
2027	337.906	494.497	708.050
Σ 2008 - 2027	5.549.355	6.616.932	7.881.841
2030	358.589	572.443	891.939
Σ 2008 - 2030	6.604.167	7.681.339	10.364.344

Os resultados do estudo apontam que o consumo per capita de zinco no país projetado para 2030 deverá variar entre os valores de 1,65 a 4,12 kg/habitante/ano e que somente se aproximará do nível registrado atualmente em sociedades industriais amadurecidas (4,0 a 6,0 kg/hab) na hipótese das taxas de crescimento de consumo privilegiar o cenário inovador.

Tabela 10. Projeção do consumo de zinco per capita

PROJEÇÃO DO CONSUMO DE ZINCO PER CAPITA			
kg de Zn por habitante/ano			
Período	Cenário		
	Frágil	Vigoroso	Inovador
2011	1,19	1,20	1,27
2015	1,29	1,40	1,50
2019	1,39	1,63	1,88
2023	1,48	1,93	2,47
2027	1,57	2,30	3,30
2030	1,65	2,64	4,12

7. PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE ZINCO

7.1. PRODUÇÃO MUNDIAL DE ZINCO

Existem minas de zinco em vários países do mundo, porém os maiores produtores mundiais são a China, Austrália e Peru. A partir de 2005 a China passou a responder por mais de um quarto da produção mundial de minério de zinco. A maior mina de zinco do mundo localiza-se no Alaska próximo ao círculo Ártico. A mina de Red Dog é operada pela Teck-Cominco e produz 600.000 toneladas de concentrado de zinco por ano a partir de uma jazida de sulfeto maciço.

Grande parte da produção de zinco da China resulta de minas de pequeno porte, com capacidade entre 10 e 20.000 toneladas/ano, que requerem pouco tempo para sua implantação. A produção dessas minas é altamente dependente do preço do metal, enquanto o preço se mantém elevado por um período de dois ou três anos, a produção destas minas pode ser instalada, resultando em significativo aumento da produção nacional. A combinação do aumento da capacidade de metalurgia e da produção de concentrados de zinco na China, em curto espaço de tempo, constitui um desafio para as previsões futuras sobre sua capacidade produtiva. Em 2008 esta combinação resultou no aumento de sua capacidade produtiva de zinco em 10% em relação ao ano anterior.

A forte demanda dos últimos anos resultou em crescente aumento dos investimentos em exploração mineral que por sua vez promoveram investimentos em vários projetos novos. Os projetos San Cristobal na Bolívia, com capacidade inicial de produção de 167.000 t/ano e Cerro Lindo no Peru, capacidade de 110.000 t/ano tinham previsão de início de produção para 2008. Também está em instalação a mina Dairi na Indonésia, pertencente à Herald Resources, com capacidade prevista para a produção de 220.000 t/ano e a Eurozinc também pretende reiniciar a exploração da mina de Aljustrel (80.000 t/ano) em Portugal.

No médio prazo existem quatro grandes projetos em análise para implantação no Canadá, México e federação Russa que somariam mais 700.000 t/ano de produção de concentrado de zinco.

Tabela 11. Produção mundial de zinco primário

PRODUÇÃO MUNDIAL DE ZINCO PRIMÁRIO x 10 ³ toneladas de Zn no concentrado										
Anos	China	Austrália	Perú	EUA	Canadá	México	Casaq*.	Brasil	Outros	total
1998	1.110	1.059	869	755	1.057	395		87	2.310	7.632
1999	1.050	1.100	870	810	1.100	390		99	2.320	7.739
2000	1.400	1.250	900	860	900	360		100	2.300	8.070
2001	1.700	1.500	1.050	830	950	390		111	2.510	9.041
2002	1.550	1.150	1.100	780	894	475	390	136	1.885	8.360
2003	1.700	1.600	1.250	770	1.000	500	350	153	1.177	8.500
2004	2.300	1.300	1.200	739	790	460	360	159	2.292	9.600
2005	2.300	1.400	1.300	760	790	380	370	171	2.629	10.100
2006	2.500	1.400	1.210	725	725	450	450	185	2.355	10.000
2007	2.800	1.400	1.500	740	680	480	400	194	2.306	10.500
2008	3.200	1.510	1.450	770	660	460	420	203**	2.815	11.488

* Casaquistão ** Produção estimada

Fonte: DNPM – USGS Mineral Yearbook

A produção no Canadá tende a crescer substancialmente com várias minas em fase de implantação que em conjunto adicionarão uma capacidade de produção total da ordem de 330.000 t/ano.

No médio e longo prazo os países da África deverão emergir como grandes produtores de zinco pelo fato de ter sido registrado expressivo investimento de companhias chinesas e australianas em vários países deste continente.

7.2. RESERVAS MUNDIAIS DE ZINCO

A estatística das reservas mundiais de zinco indica que os países detentores de maior volume de reservas, constituem os maiores produtores do mundo. Austrália, China, Estados Unidos lideram o maior volume de reservas. Chama a atenção o surgimento do Cazaquistão na condição de quarto maior detentor de reservas de zinco, que surge também como importante produtor de concentrados do metal a partir desta década que ameaça disputar a posição de sexto maior produtor mundial com o México. Outro destaque cabe ao Peru que quase duplicou suas reservas na última década e se coloca firmemente como terceiro maior produtor mundial de zinco.

Tabela 12. Reservas mundiais de zinco

RESERVAS MUNDIAIS DE ZINCO em toneladas de Zn contido		
Países	Reservas	%
Austrália	100.000	20,80%
China	92.000	19,12%
EUA	90.000	18,70%
Cazaquistão	35.000	7,25%
Canadá	30.000	6,25%
México	25.000	5,20%
Perú	23.000	4,80%
Brasil	4.000	0,85%
Outros países	82.000	17,03%
Total	481.000	100,00 %

Fonte: USGS – Mineral Commodities Summaries- Zinco.

7.3. PRODUÇÃO DE ZINCO NO PAÍS

O zinco é classificado em duas grandes famílias: o zinco primário, obtido a partir do processamento de concentrados de zinco, produto da mineração de minério de zinco e o zinco secundário ou também denominado zinco “velho”, resultante da reciclagem de sucatas e resíduos do metal. No mercado mundial a oferta de zinco primário é da ordem de 83 a 85% sendo que a reciclagem é responsável por 15 a 17% do fornecimento.

No Brasil os dados de produção de zinco secundário, a partir de sucata e resíduos, são muito imprecisos e são obtidos somente por estimativa, variando em torno de 10% do total do zinco metálico produzido.

Na tabela a seguir estão discriminados os valores referentes à produção de zinco primário produzido a partir das usinas de metalurgia e refino.

Os dados expressos na tabela a seguir, indicam que a produção de zinco eletrolítico a partir das refinarias aumentou 338% no período, apresentando em uma taxa de crescimento linear constante da ordem de 4,15% a.a.

Tabela 13. Evolução da produção de zinco metálico no Brasil

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE ZINCO METÁLICO NO BRASIL							
toneladas							
Período	Produção	Período	Produção	Período	Produção	Período	Produção
1978	78.295	1986	123.901	1994	177.565	2002	249.434
1979	97.537	1987	132.962	1995	188.472	2003	262.998
1980	105.537	1988	155.531	1996	117.341	2004	265.097
1981	96.385	1989	178.439	1997	152.634	2005	267.374
1982	115.406	1990	158.025	1998	170.396	2006	272.348
1983	119.530	1991	130.000	1999	178.514	2007	265.126
1984	113.691	1992	149.000	2000	190.619	2008	265.000 (e)
1985	123.811	1993	171.800	2001	206.952		

(e) estimado.

Fonte: DNPM – Mineral Data – CETEM

7.4. PRODUÇÃO FUTURA DE ZINCO PRIMÁRIO

A partir dos parâmetros definidos pela projeção do consumo de zinco e considerando a possibilidade do parque metalúrgico nacional atender a demanda interna, a projeção da produção futura de zinco primário, inserida nos três cenários previstos nesse trabalho indica que em 2030 a produção nacional de zinco deverá situar-se entre 440 mil a 1.100.000 toneladas do metal (Tabela 14.)

O projeto de expansão das usinas de Juiz de Fora e Três Marias, que somará uma capacidade total de fundição de 330.000 t/ano, deverá requerer um investimento próximo a R\$ 850.000,00, ao valor de 2008, para agregar uma capacidade adicional total de 95.000 t. Tendo como referência este valor, para o atendimento do mercado interno em 2030, projeta-se uma necessidade adicional de investimentos variável entre R\$ 1,5 a 7,45 bilhões.

Tabela 14. Projeção da produção de zinco primário

PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE ZINCO PRIMÁRIO			
em toneladas			
Período	Cenários		
	Frágil	Vigoroso	Inovador
2008 (e)	265.000	265.000	265.000
2009	271.625	275.600	278.250
2010	278.415	286.624	292.162
2011	285.376	298.088	306.770
Σ 2008 - 2011	1.100.416	1.125.312	1.142.182
2015	315.923	350.398	372.881
Σ 2008 - 2015	2.315.990	2.443.444	2.530.511
2019	352.821	417.855	479.699
Σ 2008 - 2019	3.670.654	4.009.970	4.289.681
2023	384.900	505.486	479.699
Σ 2008 - 2023	5.165.561	5.892.027	6.418.900
2027	416.628	614.422	875.558
Σ 2008 - 2027	6.783.696	8.179.677	9.550.856
2030	442.129	711.270	1.102.951
Σ 2008 - 2030	8.084.246	10.213.495	12.620.661

8. PROJEÇÃO DAS NECESSIDADES DE RECURSOS HUMANOS

Para a projeção da possível demanda de recursos humanos para os próximos anos, foi utilizado como indicador a produtividade atual das usinas metalúrgicas que apontam um índice de produtividade de 176,45 t/homem/ano. Considerando-se que o atual número de colaboradores da Votorantim Metais Zinco é considerado adequado para a operação das usinas segundo critérios modernos e ajustados às demandas de qualidade e preço exigidas pelo mercado, o autor julga válida a extrapolação deste indicador para inferir a projeção de demanda de recursos humanos no período em análise.

Assim sendo, assumindo-se como constante o índice de produtividade de 176,45 /t/homem/ano conclui-se que para as projeções de produção futura nos cenários frágil, vigoroso e inovador, será necessário agregar respectivamente 956; 2.487 ou 4800 empregados, respectivamente.

9. ARCABOUÇO LEGAL, TRIBUTÁRIO E DE INCENTIVOS FINANCEIROS E FISCAIS

A atividade de metalurgia do zinco é desenvolvida em condições de mercado, sem condições creditícias ou fiscais diferenciadas de qualquer outra atividade.

Os empreendimentos do Grupo Votorantim, a exemplo da maioria dos grupos econômicos mais expressivos do país, têm sido apoiados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social em condições não privilegiadas, por meio de empréstimos para investimentos em projetos de expansão ou na implantação de novas unidades produtivas

10. ANÁLISE DA CADEIA PRODUTIVA DO ZINCO

O custo total do zinco metálico é formado pelo preço do concentrado acrescido do custo da metalurgia (*Treatment Charge* –TC). Ressalte-se que a margem da metalurgia é reduzida face à valorização do preço do concentrado, que representa aproximadamente 77,5% do preço final do metal. Algumas vezes a unidade metalúrgica funciona como mero prestador de serviços às mineradoras. O TC é calculado de acordo com uma fórmula contratual em função dos custos do tratamento do concentrado específico, das variações do preço LME do zinco, dos teores de zinco e de outros metais que ocorrem no concentrado.

Portanto na composição do custo final do zinco primário, os elementos mais significativos são: o custo do concentrado mineral, que apresenta um peso ponderal entre 50 e 48,5 % ; a margem média dos mineradores variável entre 28,5 e 28,5% e a receita da usina metalúrgica que se situa entre 21,5 e 23,0 %.

O custo operacional das usinas metalúrgicas nacionais (excluindo o custo da energia), incluindo manutenção é da ordem de US\$ 49,00/t. O consumo de energia elétrica médio na metalurgia nacional é de 3.484 kWh/tonelada de zinco eletrolítico produzido e o consumo de água é de 13 m³ na usina de Três Marias e de 20,5 m³ na usina de Juiz de Fora.

A produtividade atual da metalurgia nacional de zinco é de 176,45 t/homem/ano e o investimento médio para a adição de uma tonelada de capacidade produtiva adicional é da ordem de R\$ 9.000/t.

11. CONCLUSÕES GERAIS

A demanda nacional de zinco apresenta historicamente uma taxa de crescimento que supera a taxa de crescimento da economia nacional. As contínuas expansões da metalurgia de zinco no país contemplam particularmente o atendimento das necessidades de consumo nacional, visto que tem sido necessário importar concentrados de zinco para complementar à produção de zinco primário e o fornecimento de zinco “velho” a partir de reciclagem.

O parque produtivo de zinco metálico resume-se a duas usinas metalúrgicas situadas no Estado de Minas Gerais, pertencentes à Votorantim Metais Zinco S/A/ (VMZ). A primeira, a mais antiga e maior usina, fundada em 1959, situa-se na localidade de Três Marias e possui uma capacidade nominal de produção de 180.000 t/ano. Considerando a baixa potencialidade do país para a ocorrência de minério de zinco e que a Votorantim Metais Zinco constitui uma empresa integrada, a produção interna de concentrado de zinco dificilmente atenderá a demanda interna do metal e o parque metalúrgico deverá continuar complementando a necessidade de matéria prima com a importação de concentrado mineral. Por outro lado, como atualmente o Grupo Votorantim constitui um dos maiores produtores mundiais de zinco, deverá manter o seu programa de investimentos na ampliação da capacidade de seu parque metalúrgico para manter a hegemonia do abastecimento interno do metal.

Projeções de consumo no país baseadas no método de Intensidade de Uso indicam que em 2030 a demanda poderá ser de 380.000 t/ano, no cenário de evolução frágil da economia nacional, até um máximo de 890.000 t/ano no cenário inovador para a evolução da economia doméstica.

No contexto desses mesmos cenários, o consumo de zinco *per capita* em 2030 poderá variar entre um mínimo de 1,65 kg/habitante/ano até um máximo de 4,12 kg/habitante/ano, valor similar ao registrado atualmente nos Estados Unidos da América.

A projeção dos investimentos para atender a expansão da capacidade da indústria metalúrgica no país, prevê investimentos mínimos de R\$ 1,5 bilhão a investimentos máximos de R\$ 7,45 bilhões, a depender os cenários de evolução da economia do país. Para o atendimento das necessidades de recursos humanos nestes mesmos cenários, as operações da metalurgia de zinco deverão incorporar entre 900 e 4.800 colaboradores, a depender do cenário econômico que se realizar.

12. BIBLIOGRAFIA

- BETEKHINE, A, 1968, Manuel de mineralogie descriptive, Editons MIR, Moscou, 735 p.
- 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.
- DE ANDRADE, M.L.A. et al, 1998, Mercado nacional de zinco: evolução e perspectivas, Área de Operações Industriais AO2- GESET três, BNDES Setorial, 18p.
- IBPS – Instituto brasileiro de produção sustentável e direito ambiental, 2002. Votorantim Metais economiza água e ganha competitividade. Acesso em 24/04/2009 www.ibps.com.br.
- ILZSG – International Lead and Zinc Study Group, Lead and zinc statistics, vários acessos www.ilzsg.org/.
- ILZSG – International Lead and Zinc Study Group, 2001, The economic and environmental role of zinc – 2000.
- FEIJÓ, F.D, 2007, Redução das perdas de zinco associadas aos processos de purificação do licor por cementação e de tratamento de resíduos gerados da Votorantim Metais, dissertação de mestrado Engenharia Metalúrgica e de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais, 184.
- FEIJÓ, F.D.; de SOUZA, A.D. e CIMINELLI, V.S.T, 2008, Metalurgia extrativa: Tecnologias e tendências (Partes I e Final), revista Brasil Mineral, nos. 275 e 276, 52-59 e 36 – 43 pp.
- GERMANI, D. J., 2002, A mineração no Brasil, Relatório Final. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. CGEE, MCT, 73 p.
- KRC RESEARCH REPORT, 2005, Zinc: galvanizing the road of future, Kisan Ratilal Choksey Slnores & Sec. Ltd. Acesso em 18/05/2009 www.krchoksey.com.
- LUCAS, M. R., 2007, Reestruturação produtiva e organização sindical na empresa Votorantim Metais, trabalho em curso de mestrado em Sociologia da Faculdade de Sociologia –Unicamp. Acesso em 10/07/2009 <http://www.estudosdotrabalho.org/anais6seminariodotrabalho/marciliorodrigueslucas.pdf>.
- MINERAL DATA – Banco de dados de mineração – CETEM, diversos acessos nos meses de abril a julho de 2009 <http://w3.cetem.gov.br/infomimet/bases3.html>
- NECSULESCU, A.D. et al, 2008, New trends regarding evolution of global market prices, Anais Oradea University, Fasc. Of Management of Technological Engineering, Vol VII (XVII), 8 p.

POSSA, M.V., FRANÇA, S.C.A. E CARDOSO, O.M., 2002, Chumbo e zinco, Mina de Morro Agudo, CMM. CT2002- 19-00, Comunicação Técnica, CTEC, CETEM, MCT, 10 p

REVISTA MINERAIS E MINÉRIOS, 2007, Morro Agudo, Zinco, edição 298 (9/2007), 2p.

REVISTA MINERAIS E MINÉRIOS, 2008, Morro Agudo, Zinco, edição 308 (8/2008), 2p.

SILVA A.et al, 2008, Trabalho de tecnologia metalúrgica sobre o beneficiamento de zinco. Faculdade de Engenharia Mecânica. FEM, Instituto de Tecnologia ITEC, Universidade Federal do Pará, 16p.

SUPRAM-MOR, 2008, Processo de licenciamento ambiental da Votorantim Metais Zinco S/A em Paracatu MG, 14 p.

TENÓRIO, J e ESPINOSA, D, 2008, Academia de excelência Votorantim, Escola dos sistemas minero-metalúrgicos – Curso de Formação Global – Módulo Hidrometalurgia, NUPEC/Fundação Gorceix.

USGS, United States Geological Survey, Mineral Commodities Summaries, 1989/2009.

USGS, United States Geological Survey, 2008, Minerals Yearbook 2006, Zinc.

US DEPT. OF COMMERCE, 2004, 2002 Economic census: Lead ore and zinc ore, 2002. 8 p.

WBMS – World Bureau of Metal Statistics, 2007, First quarter 2007, Metal balances, ZInC.

RELAÇÃO DE TABELAS

- Tabela 1. Principais minerais de zinco
- Tabela 2. Indicadores da metalurgia de zinco no Brasil
- Tabela 3. Evolução da produção de zinco no Brasil
- Tabela 4. Preços de zinco LME (1997-2008)
- Tabela 5. Ciclo de vida dos produtos de zinco
- Tabela 6. Consumo mundial de zinco
- Tabela 7. Evolução do consumo aparente de zinco no Brasil
- Tabela 8. Projeção da taxa de consumo aparente de zinco
- Tabela 9. Projeção do consumo de zinco (2008 -2030)
- Tabela 10. Projeção do consumo de zinco per capita
- Tabela 11. Produção mundial de zinco primário
- Tabela 12. Produção de zinco no país
- Tabela 13. Evolução da produção de zinco metálico no Brasil
- Tabela 14. Projeção da produção de zinco primário.

RELAÇÃO DE FIGURAS

- Figura 1. Esquema do processo de ustulação de sulfeto de zinco
- Figura 2. Fluxograma da metalurgia de zinco na usina de Três Marias
- Figura 3. Fluxograma da linha de produção de ZnO em Três Marias
- Figura 4. Gráfico da produção de zinco primário no país (1978-2007)
- Figura 5. Consumo setorial de zinco no mundo
- Figura 6. Consumo setorial de zinco no Brasil
- Figura 7. Demanda brasileira estimada para zinco (2010-2030)