

# **ELIMINAÇÃO DE CARBONO TOTAL EM CONCENTRADO FLOTADO DE SILICATO DE ZINCO, COM PURGA DE ÁGUA E MAGNÉSIO NO CIRCUITO DE PRODUÇÃO DE ZINCO**

A.D de Souza<sup>1</sup>, E.L.C. Martins<sup>1</sup>, G.A. da Costa<sup>1</sup>, A.C. dos Santos<sup>1</sup>, J. Cunha<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Votorantim Metais Zinco S.A. Unidade de Três Marias  
BR 040, Km 284, Três Marias, MG, 39205-000. e-mail: [geovanete.costa@vmetais.com.br](mailto:geovanete.costa@vmetais.com.br)

## **RESUMO**

O processo implantado se refere à eliminação de carbono total, proveniente de carbonatos e matérias-orgânicas contidos no concentrado flotado de silicato de zinco. Por aproveitar melhor o poder neutralizante do concentrado, o processo apresenta como vantagens, recuperar o zinco proveniente de soluções diluídas geradas no processo e melhor eficiência de remoção de magnésio, elemento pernicioso ao processo eletrolítico de zinco. Consiste em tratar o concentrado flotado de silicato de zinco em autoclave, juntamente com solução diluída de zinco, a temperaturas da ordem de 160 a 200°C e pressões que vão desde 11 até 19 bar, eliminando as etapas atuais de calcinação, moagem e tratamento de magnésio, reduzindo ainda o envio de zinco para o tratamento de efluentes. Para testar o processo, foram contratados experimentos em escala de bancada com bateladas de 0,1 a 2,0 kg, piloto com taxa de alimentação de 200 kg/dia durante três dias e realizado teste industrial com alimentação de 250.000 Kg/dia de concentrado flotado, com resultados satisfatórios em todas as etapas. Não foi observado espumação na lixiviação após o tratamento do concentrado, foi observada redução de até 50% da concentração de Mg no concentrado tratado, em relação ao processo convencional, e redução de 30% na concentração de Mg da solução eletrolítica, houve uma elevação 1,8% no rendimento de zinco da planta. O equipamento utilizado para teste industrial continua em operação devido aos benefícios trazidos para a planta, e está em andamento projeto industrial para tratar 100% do concentrado flotado por esta tecnologia.

**PALAVRAS-CHAVE:** zinco; autoclave; silicato.

## 1. INTRODUÇÃO

O novo processo teve como objetivos a remoção de matérias-orgânicas e de carbonatos de concentrados flotados de silicato de zinco, como também propiciar purgas de águas e magnésio de plantas de zinco.

As matérias-orgânicas são prejudiciais ao processo produtivo de zinco, na etapa de purificação de impurezas (Lew *et al.*,1993). No processo convencional, estas matérias-orgânicas são removidas por um dispendioso processo de calcinação do concentrado a elevadas temperaturas, acima de 600°C.

Outro elemento pernicioso ao processo produtivo do zinco é o magnésio. Este elemento aumenta a resistência ôhmica do banho eletrolítico de zinco, elevando o consumo de energia. No novo processo há um aumento da eficiência de solubilização do Mg do concentrado.

O balanço de águas em plantas de zinco precisa estar muito ajustado. As opções mais comuns para isto são o ajuste através de células de sacrifício na Eletrólise e/ou através do tratamento destas soluções diluídas em zinco por neutralização com cal. O novo processo aqui apresentado utiliza o poder máximo de neutralização do próprio concentrado silicatado de zinco, que sob condições de elevadas temperaturas e pressão permitiu maximizar a cinética de reações, com elevada eficiência.

Em resumo, os ganhos do novo processo são:

- Eliminação da etapa calcinação do concentrado flotado (600-900°C);
- Eliminação da etapa de moagem posterior do calcinado obtido;
- Redução do aporte de zinco contido nos efluentes para a devida neutralização;
- Eliminação das espumas durante a etapa de lixiviação da torta tratada;
- Elevação da eficiência de eletrodeposição de zinco, através de obtenção de solução com concentração de magnésio mais baixa;
- Elevação do rendimento global de recuperação de zinco, pela redução drástica de neutralizações e reciclagens de metal, cujos processos em geral são resultantes de neutralizações ineficientes.

## 2. TESTES CONTÍNUOS EM PLANTA PILOTO

Foram realizados testes contínuos, na Dynatec, num período de 60 horas em regime de turno de revezamento, com objetivo de reproduzir os resultados já atingidos em testes de batelada.

Conclusões do teste piloto:

- Os testes piloto confirmaram os resultados obtidos no teste em batelada, onde foram observadas precipitação do zinco em solução e lixiviação (solubilização) do magnésio.
- Para a precipitação de zinco a melhor condição foi para a concentração de sólido de 25% com tempo de residência de 60 a 90 minutos. E para a solubilização de magnésio a melhor condição foi com tempo de residência de 90 minutos.

## 3. TESTE DE LIXIVIAÇÃO DAS TORTAS PRODUZIDAS PELA FILTRAÇÃO DO UNDERFLOW DO ESPESADOR EM LABORATÓRIO

O objetivo foi verificar a performance de lixiviação, do concentrado processado nas autoclaves no teste piloto contínuo, observando a evolução de espuma e o rendimento de lixiviação. Utilizamos para os testes o concentrado autoclavado previamente e solução de lixiviação com acidez livre de 196 g/l, temperatura de 65 a 70°C e tempo de residência de 07:00 h.

Os resultados estão demonstrados na tabela I.

Tabela I: Resultados do teste de lixiviação

Concentrado	Período 1 – 13/06	Período 4 – 14/06	Torta do TM
Rendimento de extração de Zn%	98,54	98,55	98,88
Filtrado Primário	Período 1 – 13/06	Período 4 – 14/06	Torta do TM
Mg g/l	15,2	14,5	15,8
TOC mg/l	<4	<4	80

Fonte: Votorantim Metais.

Conclusões do teste de lixiviação:

- A concentração de magnésio foi reduzida em até 1,2 g/l, para o tempo de residência de 90 minutos, na solução resultante da lixiviação utilizando o concentrado autoclavado;
- O rendimento de lixiviação foi da ordem de 98,5% de extração de zinco com indicativo de rendimentos mais altos para a polpa processada em autoclaves;
- Os testes evidenciaram que não houve formação de espuma durante a lixiviação do concentrado autoclavado.

#### 4. TESTE INDUSTRIAL NA PLANTA DE TRÊS MARIAS

Para o teste industrial foram utilizadas autoclaves industriais existentes na planta de Três Marias, sendo realizadas modificações para adequá-las às necessidades do teste:

- Temperatura: 160 a 200° C;
- Alimentação de concentrado no processo: 250 t/dia;
- Concentração de sólidos na alimentação: 1,25 a 1,30kg/m<sup>3</sup>

O sistema é composto por:

- Tanques de repolpamento de concentrado;
- Bomba de deslocamento positivo – P109;
- Autoclave Vertical – C100;
- Autoclave Horizontal – C101;
- Dois sistemas de despressurização – D100 e D101
- Torre de resfriamento – W100.

Os testes iniciaram no dia 28/02/2003 e a planta continua em operação em função da boa desempenho obtido. Após o início do teste industrial, foi observado, conforme esperado, elevação do rendimento de zinco e redução da concentração de magnésio na solução eletrolítica, Fig 1.

Pela Fig. 2 observa-se a melhor performance de solubilização do magnésio do concentrado quando comparado ao processo antigo.

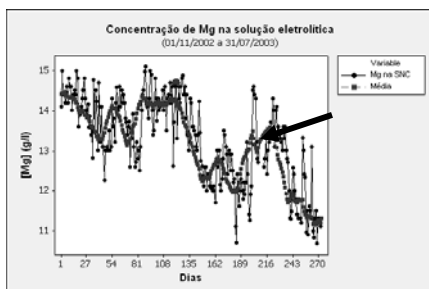


Figura 1- Resultados de magnésio na solução concentrado eletrolítica.

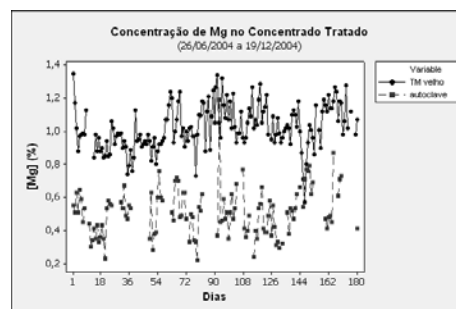


Figura 2- Resultados de magnésio no Tratado.

## 5. IMPLANTAÇÃO DO PROJETO INDUSTRIAL

Com o objetivo de capturar os ganhos levantados nas etapas piloto e de testes industriais, a Votorantim Metais desenvolveu um projeto industrial para processar 100% do concentrado silicatado recebido da mina de Vazante em autoclaves.

O projeto visou permitir o processamento de 50 t/h de concentrado silicatado (base seca) em Autoclave objetivando retirar do atual circuito de Três Marias a etapa de Tratamento do Magnésio além da Calcinação do Concentrado em Vazante - MG.

## 6. CAPACIDADE PRODUTIVA DA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL

A capacidade de processamento de silicato cru assim como a produção equivalente de zinco catódico estão resumidas na tabela II.

Tabela II: Capacidade de Tratamento e Produção Fonte VM-TM

ITEM	UNIDADE	SILICATOS
Alimentação nominal de silicatos	tph	49
Teor de zinco na alimentação (bs)	%	42,7
Rendimento global zinco catódico	%	96,0
Taxa ocupacional efetiva	horas /ano	7.440
Capacidade nominal minério	tpa	364.560
Produção zinco catódico equivalente	tpa	149.440

## 7. CARACTERÍSTICAS DO CONCENTRADO DE ALIMENTAÇÃO DA PLANTA

A matéria prima utilizada no processamento em Autoclave da VOTORANTIM METAIS será o concentrado silicatado cru de Vazante – MG ( mistura dos minerais willemita / calamina na proporção 70%/30%), com as seguintes características :

- Granulometria: P99,2 = 0,21 mm ; P98,0 = 0,15 mm; P91,4 = 0,10 mm e P62,6 = 0,038 mm
- Umidade :< 14%
- Densidade real : 3,6 T/m<sup>3</sup>
- Densidade Aparente: 2.45 T/m<sup>3</sup>
- Análise química típica:

Zn	Fe	Mg	Ca
42,7 %	3,5 a 9,0 %	2,5 a 3,0 %	3,2 a 3,6 %

- Solução secundária:  
pH: 4,0 a 5,0

Zn	Mg
40 g/l	3,0 a 3,5 g/l

## 8. CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO

O produto final obtido após o tratamento do concentrado de zinco em autoclaves é uma polpa contendo 44% de sólidos praticamente isentos de matéria orgânica, com as seguintes características:

- Granulometria dos sólidos: P75 = 0,074 mm
- Densidade real dos sólidos: 3,6 T/m<sup>3</sup>
- Densidade do líquido: 1,05 T/m<sup>3</sup>
- Percentagem de sólidos na polpa: 44%
- pH da polpa: 5 a 6.

- Análise química dos sólidos:

Zn	Fe	Mg
42,7 %	5,5 %	1,37%

O produto final do tratamento em autoclaves segue a rota convencional para tratamento hidrometalúrgico de concentrados silicatados de zinco

## 9. DESCRIÇÃO DO PROCESSO

O processo produtivo de tratamento dos silicatos em autoclave está descrito abaixo;

O concentrado cru de Vazante, estocado em galpão existente, alimentará através, de pá carregadeira, a etapa de desagregação do concentrado.

O sistema de desagregação consistiu na agitação de polpa contendo 45% de sólidos em dois tanques cilíndricos, com capacidade unitária de 50 m<sup>3</sup>.

A polpa desagregada é bombeada para dois tanques de estocagem, com volume unitário de 400 m<sup>3</sup>, onde ocorrerá a diluição da polpa na faixa de 20 a 25% de sólidos. Estes tanques dispõem de peneiras estáticas, com tela de 20 microns (0,7 mm), para retirada de eventuais materiais grosseiros.

Os tanques de estocagem, serão fechados e possuem tubulações e bocais para alimentação de vapor para pré-aquecimento e solução secundária.

A partir desses tanques, a polpa contendo 20% de sólidos e isenta de material grosseiro, alimentará as autoclaves novas que possuem volume interno de 187,0 m<sup>3</sup>.

A polpa desagregada é submetida a um pré-aquecimento na temperatura de 135 °C, tendo vapor recuperado nos tanques flash como agente de aquecimento, maximizando desta forma a recuperação de vapor na planta. A alimentação dos vasos é realizada com bombas de deslocamento positivo com características adequadas para vencer a pressão máxima do sistema de 22 kg/cm<sup>2</sup>, que é a pressão de trabalho do vaso.

O processo opera, sob elevada pressão (20kg/cm<sup>2</sup>) e temperatura de 200°C., obtida pela adição de vapor (220°C e 22 kg/cm<sup>2</sup>).

O sistema de autoclave permitiu eliminar 90% das matérias orgânicas contidas no concentrado assim como solubilização de 50% dos valores de magnésio sem praticamente, dissolver o zinco do concentrado.

Após passar pelo sistema de Autoclaves (Reator, Flash Tanks e Scrubbers) a polpa resfriada na temperatura de 70°C é transferida para dois tanques novos, com volume unitário de 200 m<sup>3</sup> e em seguida bombeada para os tanques existentes de abatimento de espumas. Posteriormente a polpa é bombeada para o sistema de desaguamento, também existente, composto de hidrociclone e espessador. A polpa tratada e desaguada até 45% de sólidos será armazenada em dois tanques existentes com agitadores e o "overflow" do espessador, efluente aquoso contendo traços de zinco em solução, é bombeado para a etapa de RZ.

A partir do tanque de armazenagem, a polpa é bombeada para os filtros prensa existentes, seguindo a rota hidrometalúrgica no processamento do zinco.

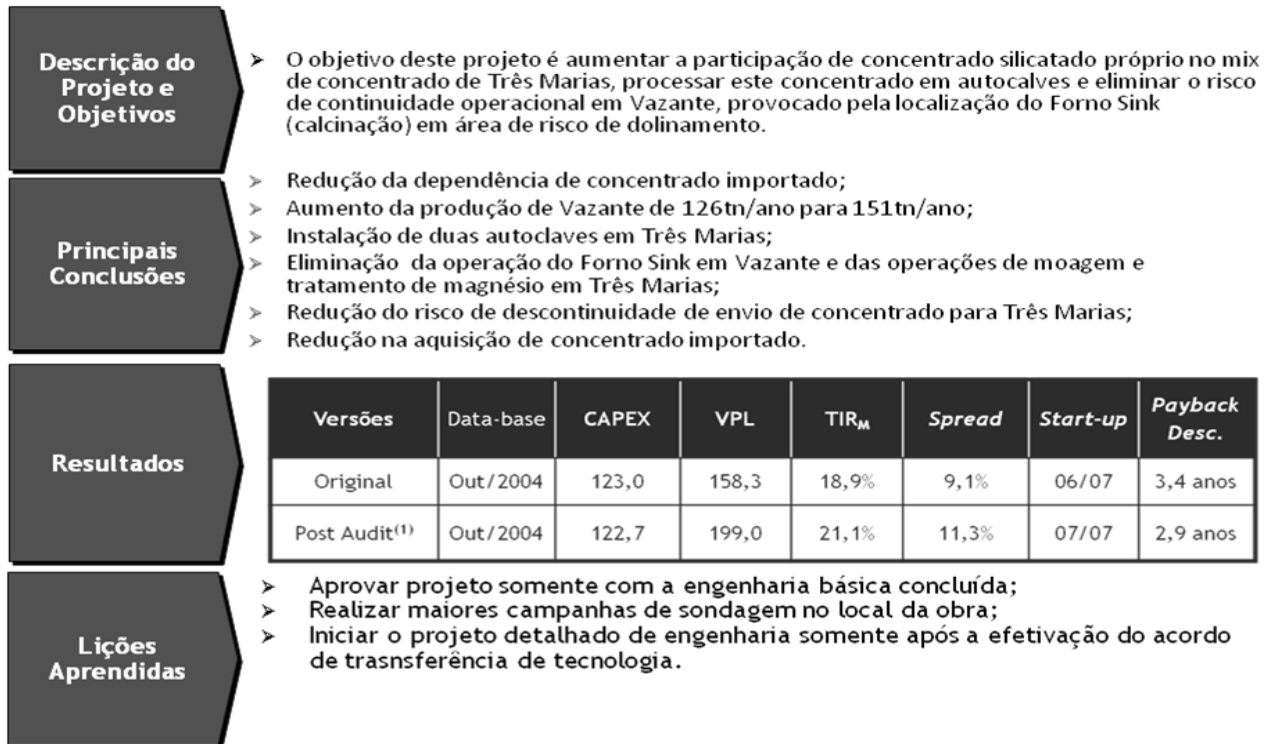


Figura 3- Sumário do projeto

Parâmetros operacionais	Unid	Antes do projeto	Orçado	Atual Pós- projeto
CAPACIDADE DE PRODUÇÃO EM VAZANTE	Ton/ano	126KT/A	138KT/A	151 KT/A
TEOR MÍNIMO DE ZINCO NO CONCENTRADO	%	41,9 %	41,9 %	41,6 %
TEOR DE ZINCO NO FILTRADO	Gr/l	12,5 Gr/L	5 Gr/L	5,5 Gr/L
MIX DE SILICATO	%	69%	75,8%	83,5 %
RENDIMENTO METALURGICO NA FLOTAÇÃO DE WILLEMITA	%	86%	88%	90,0 %
RENDIMENTO GLOBAL DA PLANTA DE TRÊS MARIAS	%	94,59%	96%	95,2 %

REDUÇÃO DO CONSUMO DE INSUMOS		
Consumos Especificos (t / t catodo)		
Insumos	Premissas do Projeto	Pós Projeto
Ácido Sulfúrico	0,70	0,65
Óleo	0,1786	0,1427

Figura 4- Apuração dos ganhos

## 10. CONCLUSÃO

Com a efetivação do projeto autoclave, houve um aumento substancial da competitividade da Votorantim Metais Zinco, o que valorizou ainda mais o fornecimento de concentrado próprio. A melhoria dos indicadores operacionais estão possibilitando a realização de planos de expansão da capacidade de produção da empresa, o que projeta um futuro melhor e mais sustentável para a operação da Votorantim, bem como da comunidade onde atua.

## 11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

R.W. Lew, D.B. Dreisinger and J.A. Gonzalez-Dominguez. The removal of cobalt from zinc sulphate electrolytes using the copper-antimony process; kinetics, mechanisms and morphological characterisation. In: International Symposium “World Zinc '93”, Hobart, Australia (1993), pp. 227–240.