

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MINERAL
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

SEPARAÇÃO SELETIVA ENTRE A WILLEMITA E SEUS MINERAIS DE GANGA

Autor: Lucas Carvalho Coelho
Orientador: Prof. Carlos Alberto Pereira

Ouro Preto, Outubro de 2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

A minha esposa, Terezilda,
às minhas filhas Yara e Vanessa
e a meus pais Antônio Coelho (in memorium) e Maria Helena.

O matuto falava tão calmamente, que parecia medir analisar e meditar sobre cada palavra que dizia... " É... das invenção dos homi, a que mais tem sentido é o abraço.

O abraço num tem jeito di um só aproveitá! Tudo quanto é gente, no abraço, participa uma beradinha...

Quandu ocê tá danado de sodade, o abraço de arguém ti alivia...

Quandu ocê tá cum muita reiva, vem um, te abraça e ocê fica até sem graça de continuá cum reiva...

Si ocê tá feliz e abraça arguém, esse arguém pega um poquim da sua alegria...

Si arguém tá duente, quandu ocê abraça ele, ele começa a miorá, i ocê miora junto tamém...

Muita gente importante e letrada já tentô dá um jeito de sabê purquê qui é qui o abraço tem tanta tequinologia, mas ninguém inda descubriu...

Mas, iêu sei! Foi um ispirto bão de Deus qui mi contô...

Iêu vô contá procêis u qui foi quel mi falô:

O abraço é bão pur causa do Coração...

Quandu ocê abraça arguém, fais massarge no coração!...

I o coração do ôtro é massargiado tamém!Mas num é só isso, não...

Aqui tá a chave do maió segredo de tudo:

É qui, quandu nois abraça arguém, nós fica cum dois coração no peito..."

(Anônimo)

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao Grande Arquiteto do Universo por ter me dado paz, saúde e harmonia para que eu obtivesse prosperidade nesta caminhada.

Gostaria de agradecer a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial a:

- ❖ Ao professor Carlos Alberto Pereira, pela orientação, amizade e paciência.
- ❖ Aos professores Antônio E. C. Peres e José Aurélio, pelas orientações técnicas e pelo incentivo constante.
- ❖ A equipe onde trabalho, NUMAM (núcleo de meio ambiente da Fundação Gorceix): Prof. Wilson José Guerra, aos engenheiros Christopher George Boaventura Quintão Diniz, Marco Antônio Ferreira Pedrosa, Andrezza Gonçalves Magalhães, Valéria Campos Garcia, e a bióloga Marineide de Freitas Gonçalves, pela força, incentivo e principalmente paciência para comigo.
- ❖ Aos bolsistas, Carolina B. Zorzal e Francisco de Paula Vitor Fonseca Abreu, pelo apoio técnico, pela amizade e pela disponibilidade e atenção nos trabalhos de flotação em bancada.
- ❖ Votorantim Metais pelo permanente é imprescindível apoio em todas as etapas.
- ❖ Ao DEMIN / UFOP, por disponibilizar a estrutura para os ensaios laboratoriais.
- ❖ Aos familiares e amigos, pelos incentivos.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTO	V
LISTA DE FIGURAS	II
LISTA DE TABELAS	III
RESUMO	X
ABSTRACT	
1 – INTRODUÇÃO	01
2 – OBJETIVO	05
3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	06
3.1- O Metal Zinco	06
3.1.1- <i>História</i>	06
3.1.2- <i>Propriedades</i>	09
3.1.3- <i>Aplicação</i>	12
3.1.4- <i>Produção Mundial</i>	14
3.1.5- <i>Situação Brasileira</i>	17
3.1.6- <i>Minério willemítico de Vazante</i>	19
3.2- Flotação de minérios oxidados de zinco	20
3.2.1- <i>Ligações Químicas</i>	22
3.2.2- <i>Interface</i>	25
3.2.3 – <i>Adsorção</i>	27
3.2.4 - <i>A dupla camada elétrica</i>	27
3.2.5 – <i>Dispersão</i>	30
3.2.6- <i>Ativação</i>	31
3.2.7 - <i>Coletores catiônicos</i>	33
3.2.8- <i>Aminas</i>	33
3.2.9- <i>Emulsão</i>	34
3.2.10- <i>Depressão</i>	35
4 – METODOLOGIA	37
4.1 - Análise granulométrica	37

4.2 - <i>Determinação da densidade</i>	37
4.3 - <i>Flotação</i>	38
5 5 – 5- APRESENTAÇÃO DE	41
RESULTADOS	
5.1 - <i>Caracterização do minério willemítico</i>	41
5.2	– 42
<i>Discussões</i>	
6 – CONCLUSÕES	50
7 – SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	51
8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
9 – APÊNDICES	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Difratoograma do minério willemítico.....	11
Figura 2: Difratoograma do minério Calamítico.....	11
Figura 3: Produção de mineral de zinco em metal contido em 10³ t, por continente, de 2003 a 2006.....	15
Figura 4: Produção de zinco metálico em 10³ t, por continente, nos últimos anos.2003 a 2006.....	16
Figura 5: A dupla camada elétrica.....	28
Figura 6: Análise granulométrica do minério willemítico.....	42
Figura 7: Teste sem depressor (SD) e sem depressor com barrilha (SDB) e performance de CMC, amido, Silicato + poliacrilato (sil+poliacril), silicato de sódio, dicromato de potássio, dextrina e tanino como depressores de ganga na flotação de willemita.....	44
Figura 8: Análise granuloquímica do concentrado da flotação com tanino.....	45
Figura 9: Análise granuloquímica do rejeito da flotação com tanino.....	45
Figura10: teste de Potencial Zeta. Dolomita pura com solução eletrolítica (KCl).....	47
Figura11: teste de Potencial Zeta. Dolomita com Sulfeto de Sódio.....	47
Figura12: teste de Potencial Zeta. Dolomita com Tanino.....	48
Figura13: teste de Potencial Zeta. Dolomita com Silicato.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela I: Reserva e Produção Mundial de concentrado de zinco.....	1 4
Tabela II: Produção mineral de zinco contido por continente nos últimos anos.....	1 5
Tabela III: Produção de zinco metálico por continente nos últimos anos.....	1 6
Tabela IV: Principais Estatísticas – Brasil.....	1 8
Tabela V: Análise química das amostras de willemita.....	4 1
Tabela VI: A recuperação de Mg (%) nos testes sem depressores (SD),sem depressores com barrilha (SDB) e com depressores.....	4 4

RESUMO

O tratamento de minérios de zinco foi desenvolvido no mundo buscando tecnologia voltada para os sulfetos, pois estes são os mais abundantes. Entretanto, no Brasil, os minerais de zinco mais abundantes são silicatos, o que tem levado pesquisadores a direcionar suas investigações visando buscar melhorias no desempenho da concentração de minérios oxidados. Esta investigação visou à aplicação de novos sistemas de reagentes para flotar o minério de zinco com willemita, em etapas de dispersão, sulfetização, depressão de gangas, e flotação do zinco, com intuito de melhorar a recuperação da willemita e diminuir o consumo de reagentes. Esta investigação avaliou os efeitos depressores na flotação, a fim de aumentar tanto a recuperação quanto a seletividade. Os reagentes estudados foram: uma emulsão de amina (Clariant Flotigan 2835-2L), óleo diesel e MIBIC, nas proporções 1,0; 0,16 e 0,4 como coletor e espumante; solução de sulfeto de sódio e barrilha como agente ativador e modificador do pH; silicato de sódio como agente dispersante e como depressores: silicato de sódio, dextrina, dicromato de potássio, tanino, amido, carboximetilcelulose (CMC). Para a realização desses estudos, fizeram-se necessárias investigações nas etapas de dispersão, sulfetização, flotação de willemita, como também foram realizados ensaios preliminares, com variáveis químicas pré-selecionadas, para definição de seus níveis de concentração e dosagem. Esse trabalho foi desenvolvido em escala de laboratório e apresentou, dentre outras coisas, um bom desempenho da amina emulsificada, mesmo com baixas concentrações de sulfeto de sódio.

ABSTRACT

The treatment of zinc ores was developed looking for technology aimed at the sulfides, because these are the most abundant. However, in Brazil, the zinc silicates are more abundant, which has led researchers to direct their investigations to seek improvements in the performance of the concentration of oxidized ores. This investigation aimed at the implementation of new systems of reagents to float a zinc ore with willemite, in steps of dispersion, sulfidization depression of jeans, and zinc flotation, aiming to improve the recovery of willemite and decrease consumption of reagents. This research assessed the effects of depressants on the flotation, in order to increase both recovery and selectivity. The reagents were: an emulsion of amine (Clariant Flotigan 2835-2L), diesel oil and MIBC in the proportions 1.0, 0.16 and 0.4 as collector and foaming; solution of sodium sulfide and sodium carbonate as an activator and pH modifier, sodium silicate as dispersant agent and as a depressant: sodium silicate, dextrin, potassium dichromate, tannin, starch, carboxymethylcellulose (CMC). For these studies, were necessary steps in the investigation of dispersion, sulfidization, willemite flotation, but preliminary tests have been performed with chemical variables pre-selected to define their levels of concentration and dosage. This study was conducted in laboratory scale and showed, among other things, a good performance of the amine emulsion, even at low concentrations of sodium sulfide.

1 - INTRODUÇÃO

A mineração é uma indústria de importância estratégica no Brasil, e tem hoje uma participação direta na faixa de três a nove por cento no Produto Interno Bruto (PIB) alcançado em 2006. Dentro de um contexto mais amplo, a sua participação no PIB cresce para, aproximadamente, vinte e seis por cento, uma vez que a maior parte dos bens minerais é utilizada como matéria-prima pelas indústrias de transformação, tais como: siderurgia, fertilizantes, cimento, construção civil, petroquímica, evidenciando, assim, a grande importância da mineração para a economia nacional. Dentre os elementos estratégicos extraídos no nosso país, está o zinco.

O zinco é um metal comercializado mundialmente através de preços regulados pela Bolsa de Londres, ou LME “London Metal Exchange”. Por ser uma “commodity” isto é, produto que não apresenta diferenciação, o mercado em que se encontra aproxima-se do modelo de concorrência perfeita porque as “commodities” de um modo geral estão em mercados extremamente pulverizados, principalmente aquelas em que o cenário de negociação é mundial. Os participantes deste mercado têm de aceitar o preço que está sendo praticado (Souza, 2005). Assim, a redução de custos operacionais e de investimentos é a única alternativa aos produtores do metal, para se tornarem cada vez mais competitivos e se perpetuarem no negócio.

O elemento químico zinco é encontrado na natureza principalmente sob a forma de sulfeto (esfalerita e outros), associado a minerais de chumbo, cobre, prata e ferro (galena, calcopirita, argentita e pirita, dentre outros). O minério sulfetado de zinco está sujeito a grandes transformações na zona de oxidação, formando óxidos, carbonatos e silicatos. As mineralizações ocorrem, principalmente, nas rochas calcárias, que são as hospedeiras usuais.

Os principais minerais de zinco são a blenda ou esfalerita (ZnS), willemita (Zn_2SiO_4), smithsonita ($ZnCO_3$), calamina ou hemimorfita ($2ZnO.SiO_2.H_2O$), wurtzita (Zn,Fe)S, franklinita (Zn,Mn) Fe_2O_4 , hidrozincita [$2ZnO.3Zn(OH)$] e zincita (ZnO), com destaque, no caso do Brasil, para os minérios calamina, willemita e esfalerita (Dana, 1974).

Os minerais de zinco são, em geral, enriquecidos por processos de flotação, produzindo concentrados ricos, cujos teores de zinco variam de 40 a 60%.

A exaustão dos minérios de alto teor, os bons valores de preço do zinco metálico no mercado mundial nos últimos anos, levou a necessidade de maiores estudos para aproveitamento das reservas de baixo teor, principalmente os minerais de zinco oxidados.

Atualmente os depósitos brasileiros de minério oxidado de zinco são os mais abundantes do mundo, sendo superiores aos da Namíbia (atualmente em fase de produção), Irã e Austrália. Apesar dos esforços anteriores de diversos pesquisadores brasileiros, a busca por melhor desempenho do concentrador de Vazante, MG, prossegue, principalmente almejando incrementar a recuperação metalúrgica do zinco e diminuir o consumo de reagentes, principalmente ácido sulfúrico na metalurgia, em razão da presença do Ca e Mg no concentrado de minério.

As reservas brasileiras de minério de zinco são, na sua maioria, oxidados, composto de silicatos e carbonatos, friáveis e com alta porcentagem de finos e lamas, o que dificulta sua concentração. Reservas oficialmente aprovadas são da ordem 102,0 milhões de toneladas (ano-base 2000), com uma participação de 33,0% de reservas medidas, 33,1% indicadas e 33,9% inferidas. Quanto à distribuição espacial 51,6% estão localizadas no estado de Minas Gerais (municípios de Vazante e Paracatu, ambos na região noroeste do estado), 32,2% no estado do Rio Grande do Sul (município de São Sepe), 8,2% no estado do Pará (município de Marabá), 2,6% no estado da Bahia (municípios de Boquira e Irecê) e 5,4% no estado do Paraná (municípios de Adrianópolis e Cerro Azul).

Em Minas Gerais, 70,0% reservas estão localizadas no município de Vazante e 30,0% no município de Paracatu. O minério existente nos depósitos de Vazante é do tipo oxidado, constituído de willemita e calamina, com um teor médio de 19,36% de zinco. O minério de Paracatu é do tipo sulfetado, esfalerita, com um teor médio de 4,85% de zinco. Desde 1995, estão sendo lavradas apenas as reservas de Minas Gerais. As reservas da Bahia foram lavradas até 1992 e as do Paraná (incorporadas em 1990) foram lavradas em pequena escala no período 1991-1994. As reservas do Pará e do Rio Grande do Sul (incorporadas em 1991) nunca foram lavradas.

A Companhia Mineira de Metais-CMM (Grupo Votorantim) incorporou, em 1998, a Mineração Morro Agudo S/A (do mesmo grupo), passando a ser a única produtora de minério de zinco no País. No ano 2003, a CMM produziu 28.000 t (em zinco contido) de concentrado sulfetado no município de Paracatu e 117.000 t de

concentrado silicatado no município de Vazante. A capacidade instalada da mina de Vazante (maior mina de zinco em operação no País) é de 135.000 t/ano.

Todo esse complexo minero-metalúrgico é constituído por uma mina a céu aberto, em exaustão, uma mina subterrânea e uma planta de concentração. Essa planta consiste das etapas de britagem, moagem e flotação, produzindo um concentrado silicatado que alimenta a planta metalúrgica de Três Marias. A preparação desse material para a flotação envolve as etapas de dispersão dos sólidos, sulfetização e adição do coletor e dos agentes espumantes.

O zinco é um elemento essencial para uma vida saudável, tendo uma capacidade natural de proteção. Inúmeros suplementos vitamínicos modernos, especialmente aqueles recomendados em gerontologia, contêm zinco em sua formulação. Sua aplicação mais conhecida é a proteção contra corrosão, através do processo de galvanização (em que uma camada de zinco é depositada sobre o aço para proteger e evitar a corrosão do metal). A galvanização representa 55% de seu consumo mundial.

Ressaltada a relevância do elemento zinco, é importante justificar a necessidade de inovações na concentração de minério de zinco willemítico. Nos países desenvolvidos o zinco é extraído a partir de concentrados de sulfetos. A pesquisa sobre a concentração de minérios oxidados de zinco foi enfatizada na Itália e na França, tendo sido praticamente interrompida na década de 70, com a exaustão dos depósitos, especialmente aqueles da Sardenha.

Neste projeto foram avaliados os efeitos das emulsões de óleos vegetais e diesel e de depressores que até então não eram utilizados na flotação desse minério, a fim de aumentar a seletividade e recuperação. Os reagentes estudados foram: como coletores, amina da Clariant (Flotigan 2835-2L) e amidaminas (Redicote C 450 e Redicote C 471); como agente ativador e modificador do pH solução sulfeto de sódio e barrilha; como agente dispersante hexametáfosfato e silicato, como depressores cal e carboximetilcelulose. Nos trabalhos realizados anteriormente testou-se emulsão de óleos diesel e óleos naturais, sendo os que óleos naturais utilizados foram mamona, babaçu, pinho, eucalipto, azeite de mamona e coco de babaçu. A amina emulsificada apresentou bom desempenho mesmo com baixas concentrações de sulfeto de sódio. A emulsão de óleo diesel com as amidaminas apresentou resultados inferiores quando comparado com

a emulsão de óleo diesel com amina. O aumento na concentração na emulsão de amina melhorou a recuperação na flotação, uma concentração de 200g/t de emulsão apresentou resultados satisfatórios. A interação da amina emulsificada com silicato de sódio e hexametáfosfato aumentou significativamente a recuperação. As pesquisas em laboratórios do DEMIN vêm permitindo uma evolução nas técnicas de flotação da empresa que culminou em 2006 com o aumento de recuperação de 56% para 70% de zinco no minério calamínico, ainda somente em escala de laboratório.

Atualmente, na flotação do minério willemítico de Vazante são usados os seguintes reagentes: sulfeto de sódio 1400g/t (produto do petróleo), Mibcol 50g/t (álcool, espumante), silicato de sódio 300g/t (dispersante) e dodecilamina 250g/t (coletor). Depressores não são empregados, porém, a aplicação deles poderia melhorar a seletividade da flotação, já que esse minério de zinco se encontra associado a óxidos de ferro, cálcio e magnésio, indesejáveis ao procedimento e que segundo Salum et al (1992), a depressão da ganga é requerida devido à resposta similar dos minerais de zinco e aqueles de ganga na flotação catiônica .

Assim, esta pesquisa visou melhorar a recuperação da willemita no processo de concentração na unidade da Votorantim Metais em Vazante como também a seletividade, através da aplicação de novos sistemas de reagentes e otimização do processo de flotação. Foram realizados trabalhos, em escala de laboratório, das etapas de dispersão, sulfetização e flotação de willemita e, também, depressão da dolomita para a redução do cálcio e do magnésio na etapa de flotação, pois a presença desses no concentrado do minério eleva o consumo de reagentes, principalmente ácido sulfúrico na metalurgia.

2 - OBJETIVOS

O objetivo geral é contribuir para um melhor desempenho da concentração do minério willemítico de Vazante, buscando maior seletividade na separação entre o mineral minério e aqueles de ganga, sendo que o objetivo específico é investigar reagentes para depressão da dolomita.

3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica contempla a história do zinco, produção mundial, seu consumo, a situação no Brasil, como também suas aplicações. A de se ressaltar ainda na revisão bibliográfica os conceitos básicos de ligações químicas, interface, adsorção, dupla camada elétrica entre outros.

3.1 - O Metal Zinco

O nome zinco é originário do francês “zinc”, derivado do alemão “zink” de origem incerta. No início do século XVI, Paracelsus, um filósofo suíço, usou a palavra

“zincum” cujo significado não era bem definido. Em 1697, o termo “zink” foi usado pela primeira vez por Löhneyes (Feneau, 2002).

3.1.1- História

Séculos antes da descoberta do zinco como um novo metal, ele já estava presente em minérios que eram utilizados para produzir o bronze e seu óxido era usado como remédio para queimadura nos olhos. Existem ornamentos de ligas de zinco que datam de 2500 anos. Tais ligas eram compostas de 80% a 90% de zinco, chumbo e impurezas de ferro e antimônio (Feneau, 2002). O zinco na forma metálica é relativamente recente quando comparado com outros metais como ferro, cobre e chumbo. Isto porque o metal era reoxidado a óxido de zinco no processo de redução por fundição nos fornos de soleira. Em tais fornos, os metais eram obtidos no estado líquido reduzindo seus minérios oxidados com carbono. Já o óxido de zinco, só pode ser reduzido por carbono a temperaturas superiores ao seu ponto de ebulição, que é de 907°C (Feneau, 2002).

Na Pérsia, o óxido de zinco, contido nas cinzas das fornalhas, era denominado “tutie” – que significava alguma coisa boa para os olhos. Um escritor romano, Strabo (66 AC - 24 DC), deixou registrado em sua obra que somente o minério de Chipre continha “as pedras de cádmio, cobre e tutie” e, por isso, podia ser usado para preparar o bronze. Os romanos da época de Augustus (20 AC - 14 DC) preparavam o bronze a partir do aquecimento de uma mistura de calamina em pó, carvão vegetal e cobre granulado. Os romanos de 200 DC já conheciam o latão, mistura de cobre e zinco, que eles denominavam de “aurichalcum” ou “orichalcum” devido a sua cor dourada semelhante ao ouro. A liga de Cu-Zn era produzida pela dissolução do vapor de zinco no cobre fundido (Feneau, 2002).

A produção de zinco metálico foi descrita no livro hindu, Rasarnava, o qual foi escrito em torno de 1200 DC. Na Índia, Rasaratnassamuchchaya descreveu como o metal era produzido indiretamente, aquecendo a calamina com matéria orgânica num forno tampado e ligado a um condensador. O vapor de zinco emitido era coletado e resfriado em um compartimento abaixo do forno refratário. Em 1374, os hindus já reconheciam o zinco como um novo metal, o oitavo metal (Souza, 2005).

Em Zawar, Rajasthan (Índia), inúmeros pequenos fornos de retorta testemunhavam a extensiva produção de zinco dos séculos XII ao XVI. As retortas tubulares apresentavam 25 cm de comprimento por 15 cm de diâmetro e 1 cm de espessura. Um tubo de pequeno diâmetro fechado na parte superior e aberto na parte inferior era usado como condensador do vapor de zinco. As retortas eram justapostas e provavelmente aquecidas pela combustão de carvão vegetal que era ativada por um fole. Nesta época, tanto o zinco metálico quanto o óxido de zinco eram produzidos. O zinco metálico era usado para produzir bronze e o óxido de zinco para produzir medicamentos (Souza, 2005).

Na China, o zinco começa a aparecer no bronze, na dinastia Han (208 AC - 220 DC) e era conhecido como “paitung” ou “paktong”, uma liga composta de Cu-Ni-Zn (Souza, 2005).

Há indícios que a primeira fundição do zinco, realizada na China, ocorreu por volta de 1000 anos DC. Porém, somente em torno de 1600 DC este conhecimento foi difundido, provavelmente, devido à influência da Índia. No livro Tien-kong-kai-ou, os chineses relataram, no início do século XVII, a produção de zinco manufaturado utilizando um processo semelhante ao dos indianos (Souza, 2005). Eles também utilizavam à matéria orgânica para reduzir o óxido de zinco. A mistura era lacrada em retorta refratária, a qual era aquecida a alta temperatura. Após a reação, a retorta era resfriada e quebrada para recuperar o metal disperso na escória solidificada (Feneau, 2002).

Na Europa, em 1248, Albertus Magnus descreve como os fornos de calamina podiam ser usados para “dourar” o cobre. Ele sugeria que se colocasse uma pequena quantidade de pó de vidro no topo do forno para formar uma escória, prevenindo que o vapor de zinco escapasse.

Desta forma, a quantidade de zinco contida no bronze aumentava. Em 1540, Biringuccio sugeria que se usasse não somente o pó de vidro, mas também pedaços de cobre nos fornos de calamina, que deveriam ser tampados e aquecidos por 24 horas. Em 1546, Agrícola relata a presença de um pó branco que condensava nas paredes dos fornos, e tinha que ser raspado para obter chumbo e prata. Ele deu a este pó, que podia ser usado para imitar o ouro, o nome de “contrefey”. Apesar de não conhecer o zinco

metálico, Agrícola teve conhecimento que pessoas, na Silésia (região histórica entre Polônia, República Checa e Alemanha), produziam um metal chamado “zincum”. Em aproximadamente 1600, todos os cientistas europeus tinham conhecimento do zinco como um novo metal, porém este não era produzido na Europa.

O zinco metálico era trazido do oriente por comerciantes portugueses e árabes. Provavelmente nesta época tenha sido utilizada a palavra “spelter” (em português, zinco bruto) para se referir ao zinco comercial, devido à sua cor semelhante à mistura de chumbo e estanho denominada “pewter” (em português, nome de várias ligas de estanho) (Souza, 2005).

A produção de zinco metálico, na Europa, ocorreu somente no século XVIII. Em 1747, W. Champion foi o primeiro a produzir zinco metálico. A fundição de zinco foi construída em Bristol, na Inglaterra. O forno usado era circular e similar a um forno de calcinação utilizado para fazer vidro. Neste processo, as retortas eram rapidamente colocadas no forno e eram ajustadas uma a uma com um tubo de aço através do qual o vapor de zinco era coletado e conduzido para condensação. Em 1808, J. Dony, em Liège, na Bélgica, desenvolveu o processo de Retorta Horizontal que possibilitou uma significativa redução no consumo de combustível. Este processo foi responsável por toda produção de zinco do começo ao fim do século XIX até meados da década de 1920. Em 1928, a New Jersey Zinc (EUA) desenvolveu o processo de Retorta Vertical de operação contínua. Posteriormente, em 1935, a Companhia St Joseph Lead modificou este processo contínuo utilizando o processo Eletrotérmico. Os três processos, citados acima, produziam um zinco metálico com grau de pureza em torno de 98% que podia ser usado em laminação e como proteção contra corrosão. Porém, somente um zinco metálico com 99,99% de pureza pode ser usado para preparação de ligas. Em 1932, New Jersey Zinc introduziu um processo de destilação para refinar o metal e atingir o grau de pureza desejado (Feneau, 2002).

Atualmente, os dois processos mais usados para obtenção de zinco metálico são o processo Hidrometalúrgico, apresentado pela primeira vez em 1916, nos EUA e o “Imperial Smelting Process”, introduzido em Swansea (Reino Unido), em 1960. O processo Hidrometalúrgico, baseado em ustulação dos concentrados sulfetados de zinco e lixiviação ácida dos óxidos correspondentes, é responsável por aproximadamente 85% da produção mundial de zinco metálico. O zinco é classificado em duas grandes

famílias: o zinco primário e zinco secundário (obtido através de sucatas e resíduos). Entre os metais não ferrosos, o consumo mundial de zinco só é superado pelo de alumínio e pelo de cobre (Feneau, 2002).

3.1.2 – Propriedades

O zinco é um metal de cor branco-azulada e forma cristalina hexagonal compacta. O zinco fundido, quando resfriado, tende a formar grânulos grandes com aparência de flor. Em temperatura ambiente, o zinco tende a apresentar uma característica frágil. Porém, em temperaturas entre 100°C e 200°C, sua maleabilidade é favorecida, permitindo sua laminação.

Temperaturas superiores a 200°C podem gerar fragilização novamente. O zinco possui ductibilidade limitada, mas pode ser usado na produção de fios metálicos (Feneau, 2002).

O zinco caracteriza-se por ser facilmente oxidado, perdendo apenas para o alumínio e para o magnésio, o que justifica seu uso como protetor contra corrosão e como eletrodo negativo em baterias. Em presença de umidade, forma sobre o metal galvanizado ou zincado uma camada de óxido ou de carbonato que inibe a sua corrosão (Feneau, 2002).

Em hidrometalurgia, a característica do zinco como agente redutor é utilizada para precipitação de outros metais. O zinco também apresenta um caráter anfótero dissolvendo-se facilmente em meio ácido com formação de hidrogênio e em soluções alcalinas quentes. Em presença de íons amônio, forma complexos estáveis. O elemento químico não reage com a maioria dos compostos orgânicos, desde que estes estejam livres de acidez e umidade. Ao ser dissolvido, tanto o sulfato de zinco quanto o óxido de zinco conferem cor ao meio. O zinco metálico, o sulfato de zinco e o óxido de zinco não são tóxicos (Feneau, 2002).

Outras características:

Símbolo: Zn

Valência: + 2

Ponto de ebulição: 920°C.

Peso atômico: 65,38

Número atômico: 30

Densidade (a 25°C): 7,14

Dureza: 2,5 (escala de Mohs)

Ponto de fusão: 419°C (à pressão de 760 mm de Hg)

Oliveira e Pereira (2003) estudaram os minérios de zinco de Vazante, caracterizando-os por difração de raios-X.

O minério willemítico apresentou um difratograma que indica a presença de menos espécies minerais, sendo este, portanto, um minério mais fácil de concentrar. O difratograma é ilustrado na figura 1.

Já o difratograma do minério calamínico (figura 2), indica a presença de uma gama de minerais, destacando-se os minerais argilosos, o que gera uma dificuldade maior no beneficiamento deste minério.

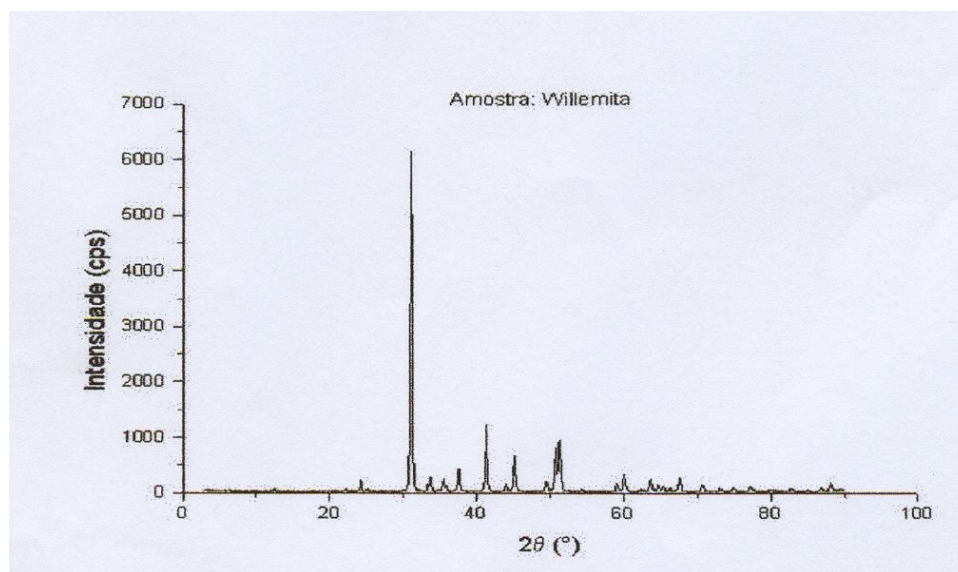


Figura 1: Difratograma do minério willemítico (Oliveira e Pereira, 2003).

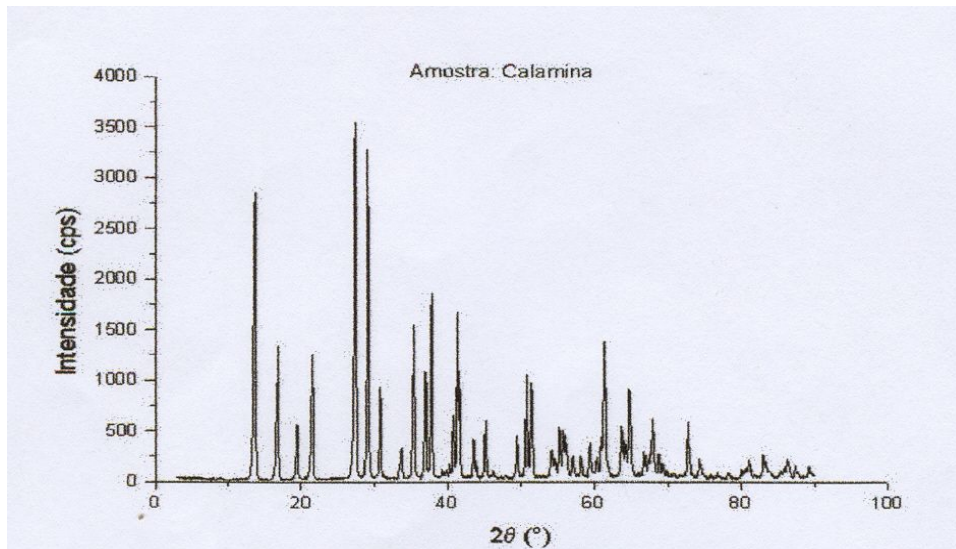


Figura 2: Difratoograma do minério calamítico (Oliveira e Pereira, 2003).

Pode-se observar nos difratogramas apresentados nas figuras 1 e 2 os picos característicos de uma variada gama de minerais presentes na amostra de minério calamínico, que são:

A – Silicatos:

- hemimorfita, quartzo, clorita, willemita;

B – Carbonatos:

- dolomita, smithsonita, calcita, aragonita, magnesita, witherita;

C – Sulfetos:

- esfalerita, galena;

D – Óxidos:

- zincita, magnetita, hematita;

E – Hidróxidos:

- goethita;

Já na amostra willemítica, foram encontrados os seguintes minerais:

A – Silicatos:

- quartzo, willemita;

B – Carbonatos:

- dolomita, smithsonita;

C – Sulfetos:

- esfalerita, galena;

D – Óxidos:

- hematita;

Em amostras procedentes de Vazante (de minério calamínico e willemítico), os principais minerais de zinco são a willemita, a hemimorfita (ou calamina) e a smithsonita, e os principais minerais de ganga são a dolomita e o quartzo. Estes minerais se mostram geralmente os mais importantes na elaboração de um sistema de concentração por flotação,

3.1.3 - Aplicações

O zinco é encontrado em todo o meio ambiente (ar, água e solo). No corpo humano, que contém de 2 a 3 gramas de zinco e requer um consumo diário de 15mg, ele é essencial para o bom funcionamento dos sistemas imunológico, digestivo e nervoso, pelo crescimento, controle do diabetes e os sentidos do gosto e do olfato. Mais de 300 enzimas no corpo humano necessitam do zinco para o seu correto metabolismo.

As propriedades do zinco permitem sua aplicação:

- revestimento protetor de vários produtos,

- na fabricação de ligas, principalmente os latões e bronzes (ligas cobre-zinco) e as ligas de zinco- alumínio- magnésio- cobre,
- na moldagem em peças injetadas e centrifugadas,
- sua laminação em chapas e estiramento em fios.

O zinco tem larga aplicação na construção civil, na indústria automobilística e de eletrodomésticos, destacando-se o seu uso na galvanização como revestimento protetor de aços estruturais, folhas, chapas, tubos e fios por meio da imersão ou eletrodeposição. As ligas para fundição, denominadas ZAMAC (constituídas de zinco, alumínio, magnésio e cobre) são utilizadas em peças fundidas, eletrodomésticos, indústria de material bélico e automobilístico.

Os latões e bronzes (ligas cobre-zinco com teores de zinco entre 5,0 e 40,0%) são usados em acessórios elétricos e em várias outras aplicações. Os laminados têm como principal campo de aplicação pilhas e baterias. O óxido e o pó de zinco são usados em produtos químicos e farmacêuticos, cosméticos, borrachas, explosivos, tintas e papel. O zinco é também utilizado como anodo para proteção catódica do aço ou do ferro. Em alguns campos de aplicação, o alumínio e o plástico apresentam-se como substitutos do metal (Souza, 2005). Recentes potenciais aplicações para os compostos de zinco têm sido apresentadas pelo Instituto de Tecnologia da Geórgia, para confecção de nanoespirais. Os pesquisadores deste Instituto de Tecnologia dos Estados Unidos desenvolveram uma nova classe de estruturas nanométricas, em formas espirais de cristais de óxido de zinco (ZnO). Chamadas de “nanosprings”, estas estruturas têm propriedades piezoelétricas e de polarização eletrostática que podem fazê-las usuais como sensores de pequena escala para aplicações em micro-sistemas. As propriedades piezoelétricas dessas novas estruturas poderão ser usadas na detecção e medida de fluxos quase imperceptíveis de fluido, alta frequência acústica ou mesmo fluxo de ar. Quando desviado pelo fluxo de ar ou fluidos, estas nanoespirais produzem uma pequena, mas mensurável voltagem elétrica.

Mundialmente, após a segunda guerra mundial houve um aumento do consumo de zinco, levando ao desenvolvimento de novas técnicas para o aproveitamento desse metal a partir do minério oxidado (Ferreira, 2008).

3.1.4 - Produção Mundial

Depósitos minerais de zinco estão extremamente espalhados ao redor do mundo. Minérios de zinco são extraídos em mais de 50 países.

As reservas mundiais de zinco são estimadas em 460 milhões de toneladas de metal contido. China, Estados Unidos, Austrália, Cazaquistão e Canadá respondem por mais de 70% do total. A produção mundial de concentrado de zinco, em termos de metal contido, atingiu 10 milhões de toneladas em 2006, volume 2,0% superior a 2005. Os cinco maiores produtores (China, Austrália, Peru, Canadá e Estados Unidos) respondem por 65,5% da produção mundial (Neves, 2007).

A tabela I mostra as reservas e produção mundial para os anos de 2005 e 2006.

Tabela I: Reserva e Produção Mundial de concentrado de zinco.

Discriminação	Reservas ⁽¹⁾ (10 ³ t)		Produção (10 ³ t)		
	2006 (e)	%	2005	2006 (e)	%
Países					
Brasil	6.400	1,4	171	185	1,8
Austrália	80.000	17,4	1.330	1.400	14,0
Canadá	31.000	6,8	755	725	7,2
Cazaquistão	35.000	7,6	400	450	4,5
China	92.000	20,0	2.450	2.500	25,0
Estados Unidos	90.000	19,6	748	725	7,2
México	25.000	5,4	470	450	4,5
Peru	20.000	4,3	1.200	1.210	12,1
Outros Países	80.600	17,5	2.276	2.355	23,7
Total	460.000	100,0	9.800	10.000	100,0

Fontes: DIDEM/DNPM e Mineral Commodity Summaries – 2007.

Notas: Dados em metal contido.

(1) Reservas base. Brasil: Reservas medidas e indicadas.

(e) Dados estimados.

As tabelas II e III e as figuras 3 e 4, a seguir, mostram valores para a produção mineral de zinco em metal contido e para a produção de zinco metálico por continente nos últimos anos.

Tabela II: Produção de mineral de zinco contido por continente nos últimos anos.

Zinco: Produção mineral (metal contido, 10 ³ t)						
	Total Anual				Jan-Dez	
A no	003	004	005	006	006	007
E uropa	011	006	057	037	037	028
Á frica	58	52	14	43	43	22
A mérica	744	577	528	497	497	815
Á sia	057	499	821	254	254	864
O ceania	447	298	329	338	338	402
Total	517	732	0148	0469	0469	1431

Dados: ILZSG "Lead and Zinc Statistics"

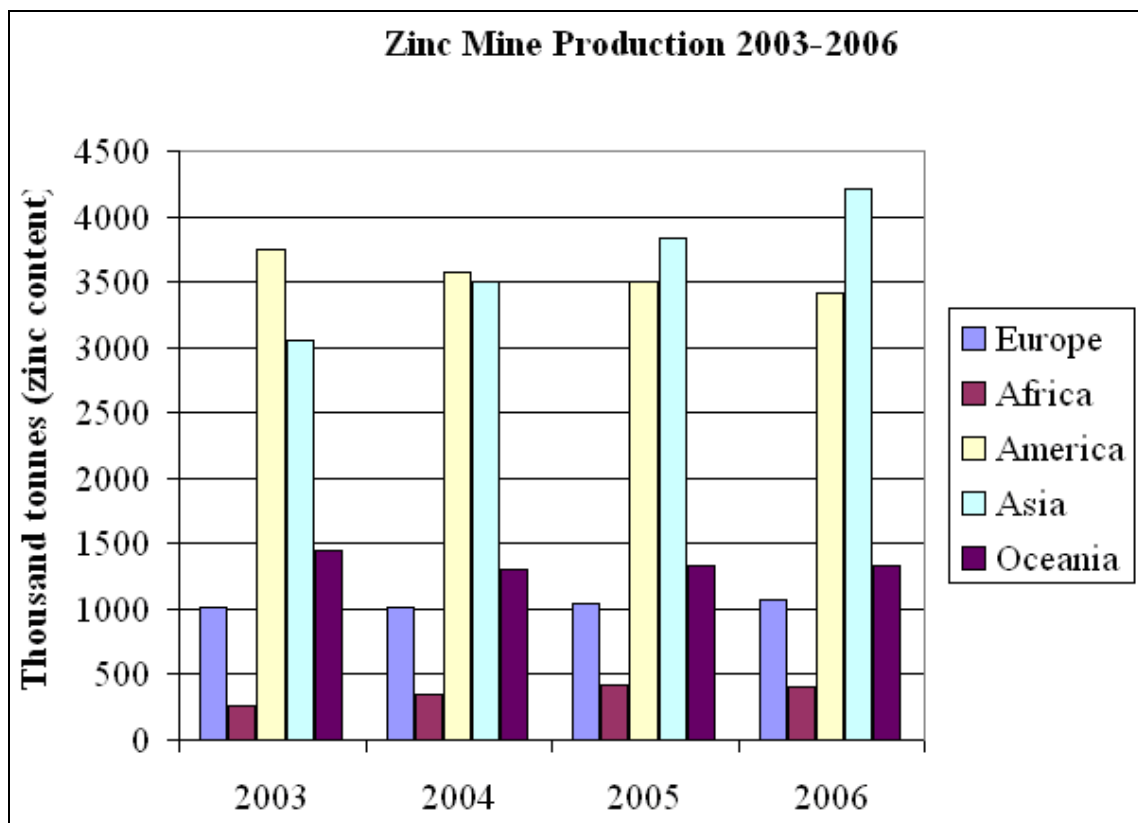


Figura 3: Produção mineral de zinco em metal contido em 10^3 t, por continente, de 2003 a 2006.

Tabela III: Produção de zinco metálico por continente nos últimos anos.

Produção de zinco metálico (10^3 t)						
	Total anual				Jan-Dez	
Ano	2003	2004	2005	2006	2006	2007
Europa	744	720	559	515	515	578
África	97	60	74	60	60	76
América	936	993	883	849	849	843

Ásia	4450	4918	5057	5558	5558	6194
Oceania	553	474	457	466	466	502
Total	9879	10365	10229	10647	10647	11394

Dados: ILZSG "Lead and Zinc Statistics"

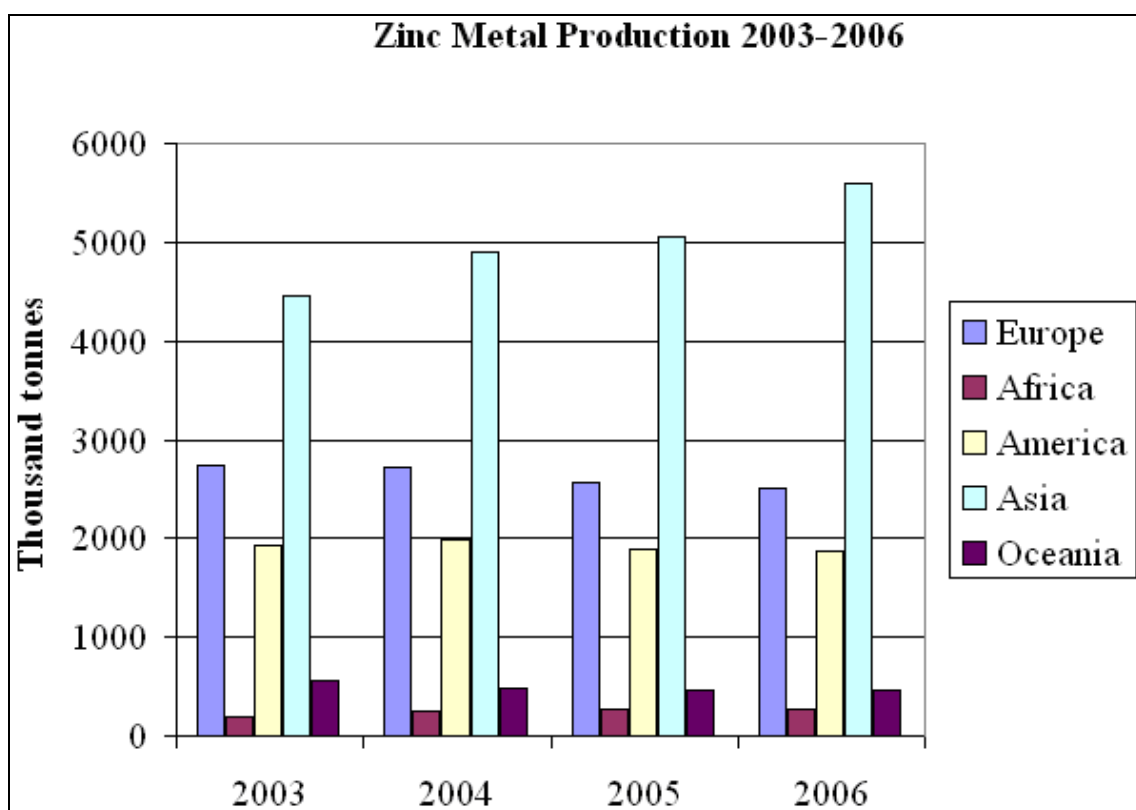


Figura 4: Produção de zinco metálico em 10^3 t, por continente, nos últimos anos

3.1.5 - Situação Brasileira

Indicadores nacionais mostram que, em 2006 e 2007, as atividades do setor minero - metalúrgico relacionadas ao zinco mantiveram a mesma tendência de crescimento verificada em 2004 e 2005. As produções de minérios e seus concentrados estão a cargo das empresas Votorantim Metais Zinco S/A e Pro metálica Mineração Ltda., localizadas nos Estados de Minas Gerais e Mato Grosso, respectivamente (Neves, 2007).

Em 2006, a produção de concentrado de zinco, em termos de metal contido, atingiu 185 mil toneladas, superior 8,5% em relação a igual período de 2005. Verifica-se que essa produção já alcança mais de 60% do consumo doméstico, enquanto as importações, reduzindo a sua participação relativa, registraram queda de 8,1%, para o mesmo período de comparação (Neves, 2007).

Único produtor doméstico, a Votorantim Metais Zinco S/A, com suas refinarias localizadas em Três Marias e Juiz de Fora, ambas no Estado de Minas Gerais, produziu 272,3 mil toneladas de zinco em 2006 utilizando, em parte, minério importado. O volume representa acréscimo de 2,2% em relação a 2005 e o nível de utilização da capacidade instalada da indústria atingiu a sua quase plena ocupação (Neves, 2007).

O crescimento das importações do zinco tem criado um aumento do déficit em seu comércio (minérios e seus concentrados e metais primários). Em 2006, as importações de zinco foram 45,2% superiores as exportações, o que determinou déficit de US\$ 99,3 milhões, 151,2% a mais que no ano anterior (Neves, 2007).

Do total das importações brasileiras de zinco, as compras de minérios responderam por 72,7%, oriundas basicamente do Peru (US\$ 219,7 milhões). As importações de metais primários foram provenientes do Peru (58,3%) e da Argentina (39,5%) (Neves, 2007).

Em 2006, a exportação do zinco refinado elevou-se 122,9%, relativamente a 2005, totalizando US\$ 215 milhões. Esse crescimento é decorrente da elevação de 4,7% da quantidade embarcada e aumento de 113% nos preços (Neves, 2007).

As vendas dos semimanufaturados, o zinco na forma bruta, não ligado, contendo em peso 99,99% ou mais de Zn, foram direcionadas principalmente para a Bélgica (26,4%), Argentina (12,3%), Estados Unidos (11,4%) e Nigéria (10,9%). Já o zinco na forma bruta, não ligado, contendo em peso menos de 99,99% de Zn e as ligas de zinco alcançaram elevações nas quantidades e receitas tendo como seu principal destino a Argentina. Em 2006, exportações de 1.501t. de concentrado de zinco, em metal contido, correspondendo a US\$ 4,2 milhões foram destinadas ao Peru (Neves, 2007).

Em termos de metal, a produção nacional tem sido suficiente para atender a necessidade doméstica. Já o consumo brasileiro de concentrado de zinco é atendido por uma parcela significativa do subsolo alheio, muito embora, nos últimos anos, a produção nacional vem aumentando a sua participação relativa na demanda.

A tabela IV mostra as principais estatísticas brasileiras para o setor.

Tabela IV: Principais Estatísticas - Brasil

Discriminação		2004	2005	2006
Produção:	Minério (t)	962.703	207.857	438.961
	Concentrado ⁽¹⁾ (t)	58.962	70.659	85.211
	Metal Primário (t)	65.987	66.510	72.333
	Metal Secundário (t)	-	-	-
Importação:	Concentrado ⁽¹⁾ (t)	30.930	17.466	07.929
	(10 ³ US\$-FOB)	9.708	02.587	31.530
	Metal Primário (t)	2.038	4.682	8.893
	(10 ³ US\$-FOB)	4.697	3.444	7.108
Exportação:	Concentrado ⁽¹⁾ (t)	-	-	.501
	(10 ³ US\$-FOB)	-	-	.249
	Metal Primário (t)	0.151	1.652	4.993
	(10 ³ US\$-FOB)	2.171	6.524	15.130
Consumo Aparente: ⁽²⁾	Concentrado ⁽¹⁾ (t)	89.892	88.125	91.639

	Metal Primário (t)	2	2	2
		37.874	19.540	26.233
Preço	Concentrado ⁽³⁾ (US\$/t FOB)	3	4	3
s:		42,58	36,66	.072,60
	Metal ⁽⁴⁾ (US\$/t)	1	1	3
		.047,76	.381,76	.273,55

Fontes: DIDEM/DNPM, ICZ e SECEX/MDIC. (1) Em metal contido. (2) Produção + Importação – Exportação. (3) Preço médio FOB do concentrado importado. (4) Preço médio LME (London Metal Exchange), a vista. Dados desconhecidos. – Indicação de que a rubrica assinalada é inexistente.

3.1.6 - Minério willemítico de Vazante

A unidade de Vazante possui a maior reserva brasileira de zinco (2 milhões de toneladas com teor de 15% de zinco). O complexo minero-metalúrgico é constituído por uma mina a céu aberto, em exaustão e uma mina subterrânea, de onde são extraídos os minérios denominados calamínico e willemítico, e a planta de concentração. Essa planta consiste das etapas de britagem, moagem e flotação, produzindo o concentrado silicatado que alimenta a planta metalúrgica de Três Marias. A preparação desse material para a flotação envolve as etapas de dispersão dos sólidos, sulfetização e adição do coletor e dos agentes espumantes (Pereira, 2004).

O corpo de minério willemítico de Vazante ocorre em profundidade alterando-se em superfície para calamina. É estreito e alongado na direção NE-SW, sendo formado de lentes inclinadas e subverticais. As reservas cubadas do minério de willemita são suficientes para 22 anos. Os recursos naturais são bem maiores que as reservas atuais, no entanto para aumentar as reservas existem as seguintes restrições/necessidades:

- Investir em novas e mais profundas instalações de bombeamento de água. A instalação atual tem a capacidade de 13300 m³/h.
- Ao sul, excesso de infiltração de água e baixa resistência mecânica da rocha dificultam o método de lavra.
- Ao norte, existe limite da área de concessão de lavra.

A alimentação da planta de beneficiamento vem crescendo a cada ano sem maiores investimentos de aumento de capacidade, utilizando os mesmos ativos no

circuito. Saiu-se de uma taxa de 81,5 t/h (capacidade de projeto) em 2002 para uma alimentação de 100 t/h em 2006, prevendo-se para 2007 107 t/h (Ferreira, 2008).

Os trabalhos de processo vêm sendo praticados de maneira mais intensiva buscando otimizar a capacidade eliminando os gargalos e melhorando a performance operacional. Para o processo atual foi definida uma recuperação global na faixa de 88,0%, com o teor de concentrado de 43,5% e teor de alimentação de 15,3%. O ano de 2005 foi fechado com recuperação de 85,3%, teor de concentrado de 43,1% e teor de alimentação 14,6% (Ferreira, 2008).

Com base no plano de produção de 2006 e com os índices de desempenho programados foi adquirido um novo britador com o objetivo de produzir ROM 80,0% abaixo de 11 mm, possibilitando aumentar a taxa de alimentação da moagem para 120 t/h. A britagem possuía 3 estágios, e com os investimentos passou-se a ter 4 (Ferreira, 2008).

3.2 - Flotação de minérios oxidados de zinco

No passado, os minerais de zinco eram processados por concentração gravítica, meio denso e forno de Waelz. Com a diminuição do conteúdo de zinco e aumento da quantidade de finos no minério, além do alto custo operacional do forno de Waelz, tornou-se inviável a utilização desses processos. Diversos pesquisadores desenvolveram estudos envolvendo o melhor caminho para concentrar os minerais de zinco. Dentre os vários estudos realizados com minérios oxidados de zinco, a flotação provou ser o mais eficiente (Silva, 2006).

Os processos gravíticos usados para concentrar minérios oxidados de zinco apresentam recuperação e seletividade baixa. A flotação é o processo mais indicado e permite a concentração de minérios de zinco de baixo teor permitindo um melhor aproveitamento e um aumento da reserva desses minérios (Borges e Peres, 1993).

Várias linhas de flotação de minérios oxidados de zinco foram pesquisadas, tais como:

- Flotação com coletores aniônicos;
- Mercaptans (6 a 7 carbonos), xantatos de cadeias mais longas, ácidos graxos e ditiocarbamatos;
- Flotação da ganga ou de alguns minerais componentes da ganga com coletores diversos;

- Flotação catiônica com sulfetização prévia;

Segundo a maioria das pesquisas, a flotação catiônica com sulfetização prévia, usando como coletor amina primária, alquilamina, é a opção mais adequada para concentrar minérios oxidados de zinco. Os reagentes utilizados no início foram xantatos mais poderosos e mercaptans, mais tarde aminas graxas. A sulfetização com Na_2S foi considerada necessária (Rey, 1954).

As aminas podem ser de origem animal ou vegetal. Billi e Quai (1963) pesquisaram sobre tipos de aminas mais efetivas na flotação de minerais oxidados. As aminas de origem vegetal foram mais ativas e mais seletivas que as de origem animal, sendo que o tipo de amina variou com o tipo de solvente empregado (Pereira, 2004).

O tipo de reagente mais comum usado em flotação catiônica é a amina primária (ou éter amina primária) contendo de 12 a 18 átomos de carbono. O mais citado nos artigos de flotação de minério de zinco oxidado é a dodecilamina ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NH}_2$). A dodecilamina é geralmente insolúvel em água, sendo convertida em cloretos e acetatos para ser usada na flotação (Pereira, 2004).

A ação da amina ocorre pela a formação de um complexo com os íons zinco na superfície do mineral. A estabilidade do processo diminui na seguinte ordem: amônia>amina primária>amina secundária>amina terciária. Isto explica a razão de somente amina primária atuar como coletor. A amônia e sais de amônia atuam como depressores (Rey, 1962).

O maior problema relacionado à flotação de minério silicatado de zinco brasileiro é o fenômeno de “slime-coating”, ou seja, recobrimento das partículas maiores pelos finos ou lamas, causados pela grande presença de lamas dolomíticas na polpa de minério. Esses finos alteram a característica de superfície das partículas, além disso, sua grande superfície específica aumenta a reatividade, causando uma elevação considerável no consumo de reagentes (Galéry, 1985). Malghan (1986), também chama a atenção para o efeito deletério da presença de lamas, salientando que as mesmas aumentam o consumo de sulfeto de sódio (Silva, 2006).

Rey (1954) cita que a flotação pode ser realizada na presença de lamas se estas são condicionadas e neutralizadas de maneira correta. Isto deve ser feito pelo uso de carbonato de sódio e silicato de sódio, polifosfatos (calgon), e alguns colóides protetores orgânicos, tais como, amido e carboximetilcelulose. Em alguns casos as lamas são tão nocivas que é melhor deslamar o minério antes de flotar. Formanek (1967) opus cit Rey (1979) testou grande série de compostos de aminas graxas que diferenciavam no número de átomos de nitrogênio na estrutura e, em certos casos, contendo oxigênio e enxofre na molécula. Do ponto de vista prático, resultados significativos foram que tioaminas (enxofre) podem ser usadas em valores de pH 8 – 8,5 (economia de sulfeto de sódio) e

que amido-aminas (oxigênio) são muito menos sensíveis às lamas que as aminas graxas normais (Rey, 1979).

A flotação de minério oxidado de zinco gera uma gama de reações de diferentes naturezas devido à grande variedade de reagentes usados no processo, os quais, juntamente com a solubilidade elevada do minério, interferem no resultado final.

Uma parte destas reações é de natureza predominantemente química, outra de natureza predominantemente eletrostática. Existem ainda importantes interações que ocorrem entre agregados, e/ou entre moléculas.

O estudo dos princípios químicos básicos que desenvolverão papéis importantes nas reações que ocorrem nas interfaces é de suma importância para uma boa compreensão da concentração via flotação de minério oxidado de zinco.

3.2.1 - Ligações Químicas

Apenas os gases nobres, dentre todos os elementos químicos existentes, são formados por átomos isolados uns dos outros, ou seja, que têm pouca tendência de se unir com outros átomos. Estes elementos são muito estáveis. Os outros elementos da tabela periódica não possuem esta estabilidade, e como tendem a adquiri-la, o fazem formando agregados estáveis, constituindo, assim, as substâncias compostas. A formação de agregados estáveis ocorre através das ligações químicas, que podem ser iônicas ou covalentes.

Ligações Iônicas:

Os elétrons se distribuem ao redor do núcleo do átomo em camadas eletrônicas. As ligações químicas ocorrem sempre envolvendo elétrons da última camada eletrônica dos átomos, chamada camada de valência. Os gases nobres, de acordo com a regra do octeto, têm esta camada já completa (o hélio com dois elétrons, e os demais gases nobres com oito elétrons). Esta característica é que confere a neutralidade deste grupo químico. Qualquer átomo que não tenha sua última camada completa tende a receber ou doar elétrons até atingir a configuração de equilíbrio (estabilidade) dos gases nobres (Russo 2007).

Quando um átomo possui apenas um elétron na camada de valência, tende a perdê-lo para que tenha a sua última camada completa, e seja alcançada a regra do octeto. Da mesma maneira, um átomo que necessita de apenas um elétron para completar a sua camada de valência tende a receber um elétron em um compartilhamento, para que a sua última camada se complete. Quando um átomo doa um elétron, e outro átomo recebe este elétron, ocorre uma ligação chamada *ligação iônica*.

A ligação iônica ocorre entre átomos de metais com átomos de não metais. Os átomos de metais possuem um, dois ou três elétrons na última camada, e têm forte tendência a perdê-los. Os átomos dos não metais possuem cinco, seis ou sete elétrons na última camada, e têm forte tendência a receber elétrons, para atingir a configuração de gás nobre (Russo 2007).

A ligação iônica ocorre entre íons (átomos ou compostos carregados eletricamente), logo, ocorre atração eletrostática. Moléculas formadas por ligações iônicas são chamadas compostos iônicos, e são geralmente sólidas, e solúveis em compostos polares, como água. A solubilidade dos compostos iônicos ou parcialmente iônicos é a principal causa dos íons livres em uma polpa mineral.

Devido à interação entre cargas opostas, ocorrendo em todas as direções segundo a lei de Coulomb, compostos iônicos formam um arranjo com um número elevado de íons, no qual cada íon é cercado por um número específico de íons de carga oposta, segundo um arranjo espacial definido (cristalização).

Ligações Covalentes:

Podem ocorrer, também, ligações químicas entre dois átomos que carecem de elétrons na última camada para satisfazer a regra do octeto (ligação entre não metais). Neste caso não existe um átomo com função de doador e outro com função de receptor, como no caso da ligação iônica, ao invés disto, ambos os átomos são carentes de elétrons para atingir a configuração de gases nobres. Então, cada átomo fornece um elétron à ligação, e este elétron será compartilhado por ambos (pode ocorrer também de um único átomo fornecer os dois elétrons que serão compartilhados). Esta ligação é chamada *ligação covalente* (Russo 2007).

Muitos gases são formados por compostos covalentes. Por exemplo, o composto H_2 é um exemplo básico de ligação covalente. Cada átomo de hidrogênio necessita de um elétron para alcançar a configuração do gás nobre hélio. Então cada átomo ao mesmo tempo contribui e recebe um átomo do compartilhamento.

Nem sempre uma ligação covalente ocorre entre átomos iguais, quando átomos diferentes se unem por ligações covalentes, o par eletrônico responsável pela união se encontrará mais próximo do átomo que exerça uma maior atração sobre este par. Este deslocamento do par eletrônico faz com que haja, na molécula formada por ligações covalentes, um pólo negativo, e outro positivo (dipolo elétrico permanente).

As ligações químicas (iônica e covalente) que existem nas moléculas ou agregados iônicos são fortes e responsáveis pelas propriedades químicas das substâncias.

Ligações Entre Moléculas (Intermoleculares):

Quando moléculas se formam por ligações covalentes, e é estabelecido um dipolo permanente, estas são chamadas moléculas polares. Na formação de um composto molecular, quando o pólo positivo de uma molécula passa a atrair o pólo negativo da vizinha, ocorre, então, a chamada força (ou ligação) dipolo-dipolo.

Um exemplo é o cloreto de hidrogênio, HCl , que é formado por dois átomos que fornecem elétrons ao compartilhamento da ligação covalente, o hidrogênio e o cloro. Acontece que o átomo de cloro exerce maior atração sobre o par eletrônico que o átomo de hidrogênio, logo, o “lado” da molécula correspondente ao cloro se torna mais negativo que o “lado” correspondente ao hidrogênio. Isso gera uma polarização na molécula, fazendo com que, durante a interação entre várias moléculas, estas se arranjam de modo a aproximar os pólos de cargas opostas, onde se vê duas moléculas de HCl , com o pólo eletronegativo de uma delas ($Cl^{\sigma-}$) se orientando em direção ao pólo eletropositivo da outra molécula ($H^{\sigma+}$).

O caso extremo desta atração ocorre quando temos o átomo de hidrogênio ligado a átomos pequenos e fortemente eletronegativos. Esta atração tem o nome de ponte de hidrogênio.

Quando se tem moléculas apolares, não se aplicam as teorias das ligações dipolo-dipolo, ou das pontes de hidrogênio. No entanto, muitas substâncias apolares são líquidas. O que as mantém unidas é a chamada força de van der Waals. Mesmo as moléculas apolares não tendo um pólo positivo e um negativo, que exerçam entre si uma atração elétrica para formar a fase líquida, as moléculas contêm muitos elétrons, que se movimentam rapidamente. Pode ocorrer, a determinado momento, de uma molécula estar mais carregada de um lado que do outro, estando, assim, momentaneamente polarizada. Através desta polarização instantânea, ocorre uma indução elétrica, provocando a polarização da molécula vizinha (dipolo instantâneo), resultando em uma fraca atração entre ambas.

As ligações intermoleculares (dipolo-dipolo, pontes de hidrogênio e forças de London e van der Waals) ocorrem entre as moléculas, são mais fracas que as ligações químicas, e são responsáveis por muitas propriedades físicas das substâncias.

3.3.2 – Interface

Interface é a porção da matéria situada entre duas fases. Toda interface é tridimensional e homogênea. Uma fase pode ser definida como uma porção homogênea, fisicamente distinta e mecanicamente separável de um sistema ou, em outras palavras, é uma região do espaço em que a composição química é uniforme e as propriedades físicas e mecânicas são as mesmas. A transição de propriedades entre duas fases ocorre de maneira gradual ao longo de uma região espacial, que apresenta uma de suas dimensões extremamente reduzida, designada como interface. A espessura da interface, como citado anteriormente, é muito pequena, especialmente quando uma fase gasosa está envolvida, não passando de poucas vezes as dimensões moleculares das espécies presentes. Considera-se que essas interfaces apresentam espessuras da ordem de nanômetros ou até fração de nanômetros (Oliveira, 2006 apud Peres, 2003).

A fronteira entre duas fases, considerando as fases sólida, líquida e gasosa e inexistindo uma interface entre duas frações gasosas, leva a cinco tipos de interface: líquido-gás, líquido-líquido, líquido-sólido, sólido-gás e sólido-sólido.

1. Sólido/sólido: esse tipo de interface é exemplificado por uma partícula mineral recoberta por lamelas de outra espécie, através de um mecanismo essencialmente de atração eletrostática, fenômeno conhecido como slimes coating, de primordial importância para a flotação, já que a partícula perde totalmente sua identidade superficial.
2. Sólido/líquido: esse tipo de interface é caracterizado por uma partícula mineral imersa em meio aquoso.
3. Sólido/gás: esse tipo de interface é exemplificado por uma bolha de gás aderida a uma partícula mineral, supondo-se que no momento da adesão a película líquida sofre um afinamento até a ruptura.
4. Líquido/líquido: esse tipo de interface é caracterizado por alguns reagentes imiscíveis em água. Para facilitar o acesso desses reagentes às interfaces sólido/líquido e líquido/gás muitas vezes faz-se necessária a sua emulsificação.

5. Líquido/gás: esse tipo de interface é melhor exemplificada pela película líquida que envolve uma bolha.

A pequena espessura das interfaces inviabiliza qualquer tentativa de observação direta dos fenômenos interfaciais, mesmo com o auxílio das mais sofisticadas técnicas de microscopia eletrônica. Todo o conhecimento acumulado sobre os fenômenos interfaciais baseia-se em modelos empíricos e em medidas experimentais de três grandezas: adsorção, tensão superficial e potencial zeta. Seus conceitos são discutidos a seguir (Oliveira, 2006 apud Peres, 2003):

3.2.3 – Adsorção

Segundo Leja (1982), adsorção é o processo de concentração de qualquer espécie na região interfacial que separa duas fases. Esta espécie pode ser carregada ou desprovida de carga elétrica (iônica ou não ionizada), polar ou não polar (com ou sem um dipolo permanente), monoatômica ou poliatômica.

Conceitualmente significa concentração na interface. Como, matematicamente, a interface é considerada bi-dimensional, a adsorção é quantificada em termos de massa/área (por exemplo: g/cm² ou moles/cm²). Normalmente, é medida a partir da abstração de um reagente em solução por um sólido. Quando as determinações são realizadas a temperatura constante, os resultados são apresentados sob a forma de isotermas de adsorção (medidas de quantidade adsorvida em função da quantidade disponível para adsorção).

Uma classificação utilizada para a adsorção refere-se à especificidade entre o adsorvato e o adsorvente. Assim, adsorção não específica é aquela que ocorre em resposta a uma interação puramente eletrostática entre adsorvato (aquele que se adsorve) e adsorvente (aquele sobre o qual ocorre a adsorção). Por outro lado, adsorção específica é aquela atribuída a qualquer outro mecanismo de interação que não seja o eletrostático e que seja seletivo quanto ao sítio superficial.

3.2.4 – A dupla camada elétrica

Ao se colocar quase todos os materiais (macroscópicos ou particulados) em contato com a água, estes adquirem uma carga elétrica superficial. Esta pode aparecer por dissociação de grupos ionogênicos na superfície da partícula ou pela adsorção diferencial de íons da solução na superfície da partícula.

Ao adquirir a carga elétrica superficial, a partícula mineral adquire uma nova configuração eletrônica em relação ao seio da polpa, o que afeta a distribuição de íons na sua vizinhança, aumentando a concentração de contraíons junto à superfície, formando, assim, a chamada dupla camada elétrica na interface da partícula com o líquido, mostrada na figura 5. Essa dupla camada divide-se em duas regiões: uma região interna que inclui íons fortemente ligados à superfície e uma região exterior onde a distribuição dos íons é determinada pelo equilíbrio entre forças eletrostáticas e movimento térmico, sendo que nesta região (exterior), o potencial decai com o aumento da distância da superfície até que, a uma distância suficientemente grande, atinja o potencial da solução. Esse potencial é convencionado como potencial zero.

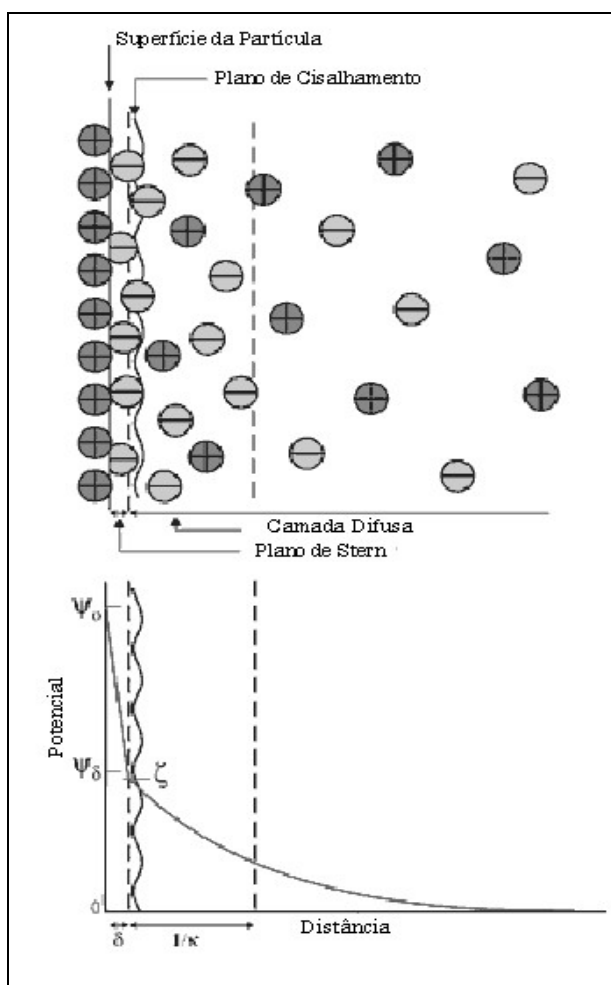


Figura 5: A dupla camada elétrica.

Sob determinado campo elétrico, as partículas e os íons mais fortemente ligados às mesmas se movem como uma unidade, e o potencial entre essa unidade e o meio circundante (no limite entre a unidade carregada e a camada difusa, que se chama plano de cisalhamento) é chamado potencial eletrocinético ou zeta.

No exato instante em que uma partícula entra em contato com a água, antes de haver qualquer interação superficial, ela apresenta um potencial zeta relativo à sua composição superficial natural. Ao ter contato com a polpa, ela adsorve um conjunto de moléculas ou íons. A partir de então, a superfície começa a se comportar de acordo com as características não só da partícula, mas do sistema formado pela partícula e o material adsorvido. Isso faz com que o plano de cisalhamento se mova, dando origem a um novo potencial zeta. O potencial zeta então é função de:

- Carga superficial da partícula;
- Carga superficial de qualquer camada adsorvida na interface com o meio;
- Da natureza da composição do meio que a circunda;

O potencial zeta de partículas em suspensão, pelo fato de determinar suas características eletrostáticas, pode ser o principal responsável pelo fato de um material em polpa se manter em estado de dispersão ou agregação. Daí a necessidade de se usarem dispersantes, que se adsorvem na superfície do sólido, influenciando as condições eletrostáticas da mesma.

O potencial zeta interfere também no mecanismo de adsorção de reagentes, como a adsorção da amina, na flotação catiônica. A amina tem carga positiva em sua região polar, devido ao fato de ser derivada do cátion amônio (NH_4^+), a superfície mineral a ser coletada, então, não pode apresentar carga de mesmo sinal, ou, ao invés disto, deve apresentar carga o mais negativa possível.

Devido à impossibilidade de se medir diretamente o potencial zeta, usa-se algum tipo de medida indireta, e com os resultados desta, se calcula o potencial zeta. A técnica mais usada é a mobilidade eletroforética, que parte do princípio da introdução da suspensão coloidal diluída em uma cuba com dois eletrodos, e aplica-se a esta suspensão um potencial elétrico. As partículas carregadas irão se mover na direção do eletrodo de carga contrária, e a velocidade deste movimento é função do módulo da carga elétrica superficial, e da intensidade do campo elétrico aplicado aos eletrodos. O quociente da velocidade de deslocamento pelo campo elétrico chama-se mobilidade eletroforética, expressa em $m^2/(V * s)$. Esse valor entra numa equação (as mais usadas são as aproximações de Smoluchowski ou a de Debye) para calcular o potencial zeta.

Segundo Russo (2007) partículas finas suspensas em meio líquido estão sujeitas a duas forças principais, a força atrativa de London – van der Waals, e a força repulsiva da dupla camada elétrica.

3.2.5 - Dispersão

A estabilidade de uma dispersão (ou seu grau de dispersão) é representada pela sua resistência à agregação e sedimentação com o tempo. Uma dispersão pode ser então considerada estável se não houver nenhuma mudança sensível no número total de partículas com o tempo (Galéry, 1985).

De acordo com o mesmo autor, partículas finas suspensas em meio líquido estão sujeitas a três forças principais: força atrativa de van der Waals (London), forças coulômbicas associadas à dupla camada elétrica (atrativas ou repulsivas) e forças estéricas (relacionadas com a hidratação ou camadas adsorvidas).

Tanto o sulfeto de sódio ($Na_2S \cdot 9H_2O$) quanto o hidróxido de sódio ($NaOH$) constituem-se em dispersantes para a willemita. Porém o mesmo efeito não se verifica para a dolomita.

Segundo Pereira (2004), a dispersão natural do minério oxidado de zinco varia de acordo com o pH.

Quando a força de repulsão predomina sobre a força de atração, as partículas tenderão à dispersão, e o sistema é considerado estável. Quando esta condição de estabilidade não ocorre naturalmente, faz-se necessária a adição de um produto químico para otimizar a dispersão, induzindo, assim, a interação repulsiva entre as partículas. Estes produtos químicos, responsáveis por dispersar uma solução, fazendo com que esta se torne estável, são chamados dispersantes.

Os reagentes orgânicos podem ser poliméricos, monoméricos e oligoméricos. Para o caso específico de dispersantes, serão abordados apenas os reagentes poliméricos. Pereira (2004) apresenta resultados de testes em minério oxidado de zinco, para dosagens variadas de poliacrilato de sódio, onde se observa um aumento do teor de zinco no concentrado com o aumento da dosagem de dispersante.

A ação dispersante dos polímeros está associada ao número de grupos polares presentes. Os polímeros podem desenvolver o papel de floculantes, dispersantes e depressores, havendo uma diferença na estrutura de cada um deles (Shijie, 1984). Esses reagentes podem atuar aumentando a carga da dupla camada elétrica. Neste caso, a

adsorção ocorre através de pontes de hidrogênio. Os grupos ativos que podem estar presentes são os grupos carboxila ($-COOH$) e os grupos amida ($-CONH_2$).

Ainda segundo Pereira (2004), os reagentes inorgânicos mais usados na flotação de minério oxidado de zinco são o hexametáfosfato de sódio (inibidor dos efeitos nocivos da lama e dos sais solúveis), o silicato de sódio (que se apresenta em várias relações entre SiO_2 / Na_2O) e o sulfeto de sódio (este também responsável pelo efeito da sulfetização). Ainda são utilizados moduladores de pH, como o hidróxido de sódio ($NaOH$), e o sulfeto de sódio (Na_2S).

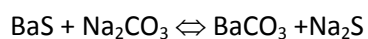
A presença de íons, mais comumente provenientes da dissolução dos minerais e dos reagentes químicos, afeta de maneira significativa a dispersão. A presença de íons cálcio, em concentração acima de 50 mg/L, afeta a recuperação do quartzo.

Segundo Peres et alii (1994), a dispersão da polpa não é o bastante para se alcançar bons resultados com flotação de minérios oxidados de zinco. É necessário se combinar uma deslamagem e uma dispersão adequadas, antes de se flotar.

3.2.6 - Ativação

A etapa mais importante para a flotação de minério oxidado de zinco com aminas constitui-se na ativação ou sulfetização. A flotação de zinco na forma de calamina não ocorre com rendimento satisfatório somente com amina. O rendimento metalúrgico sem a adição de sulfeto é da ordem de 25% (Ferreira, 2008). A sulfetização é considerada uma condição essencial para se obter o efeito coletor na flotação de minérios oxidados de zinco. A função do sulfeto, além de criar uma película de sulfeto de zinco na superfície mineral, é bloquear os íons zinco na superfície do mineral e atuar como modelador de pH da polpa.

Os ativadores são eletrólitos solúveis em água. Sua ação provoca mudança na composição química da camada da superfície mineral, devido à formação de um composto superficial ou da passagem de íons reguladores (usualmente cátions) para o retículo cristalino do mineral. Nos primeiros trabalhos sobre flotação de minérios oxidados de zinco, a ativação era realizada com sulfeto de bário. A mina de Pertusola na Itália utilizava o sulfeto de bário e o carbonato de sódio para a flotação de calamina. A sulfetização era feita diretamente pelo sulfeto de bário e em parte pelo sulfeto de sódio, conforme a equação abaixo:



Posteriormente as pesquisas mostraram que o sulfeto de sódio apresentava maior eficiência que o sulfeto de bário (Billi e Quai, 1963).

O sulfeto de sódio apresenta as seguintes características: fórmula química Na_2S (peso molecular 78,04; cristais estáveis em temperatura ambiente) e $\text{Na}_2\text{S}\cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (peso molecular 240,18, disponível comercialmente em flocos os quais contém normalmente 50% em peso de Na_2S com uma densidade aproximada de 1,75). A ionização como função do pH ocorre em três estágios:

1. $\text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} \Rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S}$;
2. $\text{NaOH} \Rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$;
3. $\text{H}_2\text{S} \Rightarrow \text{H}^+ + \text{SH}^-$.

As constantes de dissociação de SH^- e H_2S são extremamente baixas e a dissociação de NaOH é alta. A solução aquosa de sulfeto de sódio sempre dá uma reação alcalina. A dissociação e hidrólise de Na_2S mostram que seu uso como regulador leva a introdução de íons OH^- , SH^- e S^{2-} na polpa. Esses íons reagiriam com os minerais. Experimentos mostram que os íons S^{2-} e SH^- têm ação mais forte sobre minerais. Segundo Raffinot (1970), para o bloqueio de íons zinco na superfície do mineral deve-se ter sempre poucos íons S^{2-} em solução. Além disso, alerta sobre a necessidade de diversos estágios de adição de sulfeto de sódio e de amina. Galery (1985) atribuiu ao sulfeto de sódio o efeito da ativação sobre a willemita em razão da presença do ânion HS^- , predominantemente na faixa de pH 7,5 a 12.

A ativação usando sulfeto de sódio reduz a solubilidade dos minerais e aumenta a sua carga de superfície negativa. Esta leva a um aumento na adsorção de aminas e altas recuperações na flotação (Bustamante e Shergold, 1983).

3.2.7 - Coletores catiônicos

A flotação de minerais oxidados de zinco a partir de coletores catiônicos ocorre por adsorção física. Este tipo de adsorção caracteriza-se por uma fraca energia de ligação da molécula adsorvida, por uma completa reversibilidade do processo e uma não seletividade da superfície adsorvente. Na adsorção física, o íon adsorvido e a rede cristalina do material adsorvente formam dois sistemas independentes. Neste tipo de adsorção, como a ligação é instável, uma simples redução na concentração do coletor na polpa de flotação desloca o equilíbrio do processo, provocando o fenômeno da dessorção, ou seja, os íons do coletor deixam a superfície mineral e voltam à solução, tirando a condição de flotabilidade do mineral. A adsorção física se processa de modo

rápido, não havendo assim, necessidade de um condicionamento prolongado com a polpa de flotação. Na flotação de minerais oxidados, na maioria dos casos, os fenômenos de adsorção dos íons coletores na interface mineral-água são controlados pela dupla camada elétrica. Na adsorção física, os íons adsorvem na camada externa, não havendo a formação de compostos na superfície. A quantidade de íons adsorvidos depende da carga elétrica superficial (Silva, 2006).

3.2.8 – Aminas

Aminas são derivadas orgânicas de amoníaco, que apresentam uma carga positiva em ambiente aquoso, sendo empregadas na flotação de minerais que apresentam uma carga superficial negativa. As aminas são formadas a partir de amônia, pela substituição de um, dois ou três de seus átomos de hidrogênio, por radicais hidrocarbônicos (aminas primárias, secundárias e terciárias, respectivamente) (Baltar, 1980). As aminas são moléculas que se dissolvem em solução aquosa, liberando íons de cadeia orgânica carregados positivamente (Russo, 2007).

A solubilidade de uma amina está relacionada ao comprimento de sua cadeia hidrocarbônica, sendo mais solúveis as cadeias mais curtas. De modo geral, as aminas apresentam uma limitada solubilidade em água. Devido a esse fato, freqüentemente são utilizadas em flotação, sob a forma de sais solúveis. O ácido acético é o mais usado para neutralizar a base orgânica formada pela amina (Baltar, 1980).

3.2.9- Emulsão

Óleos polares tais como querosene e óleo combustível são usados na flotação para promover a rígida adesão das bolhas de ar à superfície mineral. O óleo é estável apenas por um curto período de tempo, enquanto as emulsões de óleo + surfatante são estáveis por um longo tempo. A proporção de emulsificante mais favorável está compreendida entre 5 e 10% em peso de amina.

Ensaio com emulsão de óleo diesel ou querosene, MIBIC (espumante) e amina possibilitaram flotar em valores de pH mais baixos, e assim sendo, não importa o valor do pH e sim a quantidade de sulfeto necessária para proporcionar a seletividade entre os diversos silicatos presentes. Os ensaios preliminares para escolha do diesel e querosene indicaram ser o diesel mais eficiente e o melhor resultado foi com amina/diesel/MIBIC na

proporção 1:0,16:0,4. A emulsão de genamim (amina de coco) mostrou ser quase tão efetiva quanto a emulsão com dodecilamina, no entanto a cinética da dodecilamina foi mais rápida (Pereira, 2004).

Apesar das indicações para o uso de emulsão na flotação de zinco com calamina, pela maior presença de lama, considera-se como uma excelente oportunidade a utilização de emulsões também na flotação de willemita. Isso porque, os estudos realizados com minério de calamina mostraram uma melhora na seletividade da flotação com aumento significativo de recuperação, redução do consumo de aminas e flotação em valores de pH mais baixos o que conseqüentemente permitiu reduzir custos com reagentes (Silva, 2006).

3.2.10 - Depressão

A depressão da ganga é requerida devido à resposta similar do zinco e mineral de ganga na flotação catiônica (Salum, 1992). O estudo da ação dos depressores amido de milho, carboximetilcelulose (CMC), silicato de sódio e dicromato de potássio, mostrou que CMC e silicato de sódio foram mais efetivos (Pereira e Peres, 2005).

A avaliação destes depressores foi feita na concentração de 40g/t para a flotação de minério calamínico deslamado. A variação da concentração do depressor não mostrou efeito significativo para o minério calamínico não deslamado (Pereira, 2004).

Assim como o silicato de sódio que pode agir tanto como dispersantes das lamas quanto depressor da ganga silicatada, o hexametáfosfato de sódio também pode atuar como dispersante e depressor. Seu poder depressor é principalmente devido aos seus ânions serem adsorvidos na superfície do mineral, formando complexos hidrofílicos estáveis (Shijie, 1984). Crozier (1992) ainda ressalta o papel do silicato de sódio na coagulação de lamas e como regulador de pH em flotação de partículas finas. Ele também cita outros depressores de ganga de minérios oxidados de zinco (calcita e dolomita), tais como quebracho e ácido tânico.

Os polímeros orgânicos são usados na flotação para uma ampla faixa de óxidos, silicatos e minerais industriais como dispersantes, depressores e floculantes. A interface polímero-água deve influenciar a adsorção do coletor nas superfícies dos minerais. A teoria mais recente do efeito depressor dos polímeros nos minerais sugere que a depressão ocorre devido à adsorção do polímero na superfície do mineral ou desorção do coletor. O mecanismo de adsorção do polímero na superfície do mineral é explicado por: ligação de hidrogênio que é considerado o mecanismo dominante; ligação columbônica; interação química; ligação hidrofóbica e efeito de solvatação. Carboximetilcelulose,

gomas de celulose e poliacrilatos, assim como alguns sulfonatos de lignina são largamente usados para a depressão de silicatos ativos durante a flotação de minérios sulfetados de Cu-Zn, Cu-Pb-Zn e outros. Sulfonatos de lignina modificados são usados primeiramente para a depressão de minerais de calcita e portadores de magnésio (dolomita). Os sulfonatos adequados são aqueles com um peso molecular entre 15000 e 40000 (Bulatovic, 1999).

Zheng e Smith (1997) avaliaram diferentes substâncias químicas para a depressão de dolomita na flotação de apatita. Dentre os vários reagentes testados, a carboximetilcelulose foi o mais eficiente na depressão da dolomita. Também o ácido cítrico e os sulfonatos de antil nafilil foram considerados bons depressores para o mineral.

Algumas pesquisas já testaram vários reagentes para a depressão dos minerais calcita e dolomita, tais como, amido de milho, silicato de sódio, fosfato de sódio e tartarato de sódio e potássio, em ensaios de microflotação de amostras de calcita, apatita e dolomita “puras”. O amido foi o mais eficiente para a concentração de 75mg/L. Pereira (2004) comprovou o bom desempenho desse reagente como depressor de ganga do minério de zinco com calamina não deslamada. Os silicato de sódio e CMC também mostraram eficiência, obtendo maiores teores no concentrado.

Na flotação atual do minério willemítico de Vazante não se utilizam depressores, porém a aplicação desses reagentes poderá melhorar a seletividade da flotação, já que esse minério de zinco se encontra associado a óxidos de ferro, cálcio e magnésio, indesejáveis à flotação (Silva, 2006).

4 - METODOLOGIA

As amostras utilizadas foram da alimentação da flotação do concentrador da Votorantim Metais de Vazante e foram coletadas e enviadas pela própria empresa. Os trabalhos de laboratório foram realizados nas instalações do Departamento de Engenharia de Minas da UFOP.

4.1 - Análise granulométrica

Foram realizados testes de análise granulométrica por peneiramento trabalhando com a seguinte série de peneiras da série de Tyler:

- 48 #;
- 65 #;
- 100 #;
- 150 #;
- 200 #;
- 270 #;
- 325 #;
- 400 #.

Como o material possui uma grande quantidade de finos, o peneiramento foi feito de forma combinada com o desbaste em uma peneira de 400# (38 μ m). Esse material passante nessa abertura foi filtrado, secado e sua massa foi medida.

O material retido na peneira de 400# foi secado e passado na série de peneiras citada acima. A massa retida em cada peneira foi medida.

4.2 - Determinação da densidade

Para a determinação da densidade do minério foram feitos ensaios de picnometria. Cerca de 20g de minério foram utilizados para cada teste.

Utilizando uma balança, pesou-se:

1. M_p = Massa do picnômetro;
2. M_{p+m} = Massa do picnômetro + minério;
3. M_{p+m+a} = Massa do picnômetro + minério + água;
4. M_{p+a} = Massa do picnômetro + água;

Aplicando esses dados na fórmula abaixo foi inferida a densidade do minério:

$$\text{Densidade} = (M_{p+m} - M_p) / (M_{p+m} + M_{p+a} - M_{p+m+a} - M_p)$$

4.3 – Flotação

Nos ensaios de flotação em bancada foi investigada a utilização de sete tipos diferentes de depressores nas seguintes concentrações:

1. Silicato de sódio a 300g/t;
2. Dextrina a 1200g/t;
3. Dicromato de potássio a 40g/t;
4. Tanino a 100g/t;
5. Amido a 1000g/t ;
6. Carboximetilcelulose (CMC) a 100g/t;
7. Silicato associado à poliacrilato (300g/t).

Foram executados também ensaios de flotação sem depressor e sem depressor com barrilha, com objetivo principal de se fazer um comparativo com os depressores.

Como agente coletor e espumante foi utilizada uma emulsão de amina, óleo diesel e MIBIC, nas proporções 1.0, 0.16 e 0.4, respectivamente, a uma concentração de 125g/t. A solução de emulsão foi preparada com uma concentração de 1% (1g de amina, 0,16 de óleo diesel e 0,4g de MIBIC para 100 ml de solução).

O sulfeto de sódio é o agente ativador e modificador de pH. Este foi empregado a uma concentração de 700g/t. A solução foi preparada a 4,9%. Como apenas 50% do sulfeto são ativos, foram pesados 9,8g desse reagente para ser dissolvido em água, em um total de 100 ml de solução.

Os ensaios de flotação foram realizados em célula mecânica de flotação CFB-100-EEPNBA da CDC, do laboratório de tratamento de minérios do Departamento de Engenharia de Minas da UFOP, conforme o seguinte procedimento:

1. Adição de depressor, condicionamento por 2 minutos;
2. Adição de sulfeto de sódio, condicionamento por 3 minutos e determinação do pH;
3. Adição da emulsão e condicionamento por 2 minutos;
4. Flotação por 2 minutos com coleta de afundado e flotado;
5. Repetição da seqüência por mais duas vezes com nova adição de emulsão e sulfeto sódio, só que desta vez com a metade da concentração inicial desses, obtendo-se três concentrados.

Os condicionamentos nestes ensaios foram realizados com aproximadamente 30% de sólidos na polpa.

A fim de elucidar os resultados obtidos com os depressores nos testes de flotação, foram feitos testes de potencial zeta para a dolomita com a presença de KCl, do sulfeto de sódio e dos depressores silicato de sódio, tanino. Para tal, seguiu-se a metodologia abaixo:

Amostras de Dolomita

Fórmula: $(CaMg(CO_3)_2)$

Pureza: 96,03% de pureza;

Granulometria: 90% abaixo de 20 μ m.

Aparelho: Zeta Sizer Nano Series-Malven; medidor de pH

Para determinação do potencial de amostras de dolomita em função do pH:

- Preparou 200 mL de suspensão 0,1% do mineral em questão, usando água destilada.

- Retirou uma alíquota de 20 mL mantendo a solução sob agitação.
- Adicionou 0,001 M de KCl (solução eletrolítica) e condicionou por 1 min;
- Modulou o pH com soluções de NaOH e HCl previamente preparadas com água destilada;
- Com o auxílio de uma seringa retirou por volta de 0,75 mL e encheu a cubeta para a análise do zetâmetro;
- Inseriu a cubeta no zetâmetro e fez-se a análise.

Para determinação do potencial de amostras de dolomita com reagentes em função do pH:

- Preparou 200 mL de suspensão 0,1% do mineral em questão, usando água destilada.
- Retirou uma alíquota de 20 mL mantendo a solução sob agitação.
- Adicionou a solução do reagente (cada um segundo a concentração pré-determinada) a ser estudado e condicionou por dois minutos;
- Adicionou 0,001 M de KCl (solução eletrolítica) e condicionou por 1 min;
- Modulou o pH com soluções de NaOH e HCl previamente preparadas com água destilada;
- Com o auxílio de uma seringa retirou por volta de 0,75 mL e encheu a cubeta para a análise do zetâmetro;
- Inseriu a cubeta no zetâmetro e fez-se a análise;
- Traçou as curvas de p_z X pH

5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esse trabalho foi desenvolvido em escala de laboratório e investigou a aplicação de novos sistemas de reagentes para flotar o minério de zinco com willemita, em etapas de dispersão, sulfetização, depressão de gangas, e flotação do zinco, com intuito de melhorar a recuperação da willemita e diminuir o consumo de reagentes. Dentro das investigações dessas etapas foram realizados ensaios preliminares, com variáveis químicas pré-selecionadas, a fim de definir os níveis de concentração e dosagem.

5.1 Caracterização do minério willemítico

Foi feita a análise química de seis amostras do minério, sendo que os teores de Zn, Fe, Al_2O_3 , CaO, MgO, SiO_2 , Pb e S estão apresentados na Tabela V abaixo.

Amostra	Zn	Fe	Al_2O_3	CaO	MgO	SiO_2	Pb	S
A1	7,2	6,42	1,14	14,03	10,55	11,94	0,55	0,03
A2	7,31	6,42	1,13	14,28	11,03	12,27	0,56	0,03
A3	6,46	6,24	1,1	13,31	9,29	11,01	0,53	0,03
A4	7,2	6,36	1,14	14,2	10,96	12,1	0,55	0,03
A5	6,98	6,38	1,17	13,84	10,46	11,84	0,55	0,03
A6	7,36	6,53	1,17	14,25	11,28	12,71	0,55	0,03
Teor médio	7,09	6,39	1,14	13,99	10,60	11,98	0,55	0,03

TabelaV: Análise química das amostras de willemita

A análise granulométrica foi realizada por meio de peneiramento combinado. Como o material possui uma grande quantidade de finos, o peneiramento foi feito de forma combinada com o desbaste em uma peneira de 400# (38 μ m). Em seguida, foi realizado peneiramento a seco utilizando-se a seqüência de peneiras da série de Tyler: 48#, 65#, 100#, 150#, 200#, 270#, 325# e 400#, que são, respectivamente, as seguintes aberturas de 300, 212, 150, 106, 75, 53, 45 e 38 μ m. Abaixo, está apresentado o gráfico da

análise granulométrica (Figura 6). Por meio dele pode-se determinar o d80 do minério em 110 μm .



Figura 6: Análise Granulométrica do minério willemítico.

Para a determinação da densidade do minério foram feitos ensaios de picnometria, como indicado na metodologia. Foram realizados 3 testes com cerca de 20g de minério em cada um. Os resultados encontrados foram 3,02; 2,98 e 3,13 g/cm^3 , sendo que a média destes é 3,04 g/cm^3 .

5.2 – Discussões

Após ensaios preliminares, esta investigação avaliou os efeitos de depressores na flotação, a fim de aumentar tanto a recuperação quanto a seletividade da mesma. Para tal, os reagentes estudados como depressores foram: silicato de sódio, dextrina, dicromato de potássio, tanino, amido, carboximetilcelulose (CMC) e silicato associado à poliacrilato. Foram executados também testes de flotação sem depressor e sem depressor com barrilha.

Os reagentes estudados foram: como coletor e espumante foi utilizada uma emulsão de amina (Clariant Flotigan 2835-2L), óleo diesel e MIBIC, nas proporções 1,0; 0,16 e 0,4; como agente ativador e modificador do pH solução de sulfeto de sódio e barrilha; como agente dispersante usou-se silicato de sódio.

As dosagens dos reagentes foram fixas, como especificado na metodologia, sendo que somente foram variados os tipos de reagentes depressores. As dosagens testadas foram baseadas em pesquisas realizadas anteriormente na mesma instituição. É importante ressaltar que as concentrações utilizadas de sulfeto e amina nos testes realizados em bancada foram, respectivamente, 700 e 125 g/t, ou seja, a metade da concentração utilizada no processo industrial de flotação da Votorantim, no qual a recuperação conseguida é em torno de 87%.

A não utilização do depressor possibilitou uma recuperação de 81,09% (Figura 6), apresentou também os piores teores de Zn e grande recuperação de ganga dolomítica para o concentrado (Tabela VI). Desta forma, pode-se verificar que a introdução de depressores de dolomita reduziu os teores de óxidos de cálcio e de magnésio no concentrado, prejudiciais ao processo hidrometalúrgico do zinco.

Dentre os depressores testados, CMC e amido apresentaram os resultados mais expressivos em relação a teor de Zn no concentrado e seletividade, mostrando uma menor quantidade de ganga (dolomita) no concentrado, 25,4 e 33,3 respectivamente. Zheng e Smith (1997), na flotação de apatita, e Pereira (2004), na flotação de calamina, também demonstraram o bom desempenho da CMC na depressão de dolomita. Resultados apresentados por Silva (2006) evidenciaram que a cal foi mais efetiva que a CMC, porém o depressor CMC apresentou uma menor distribuição de CaO no concentrado.

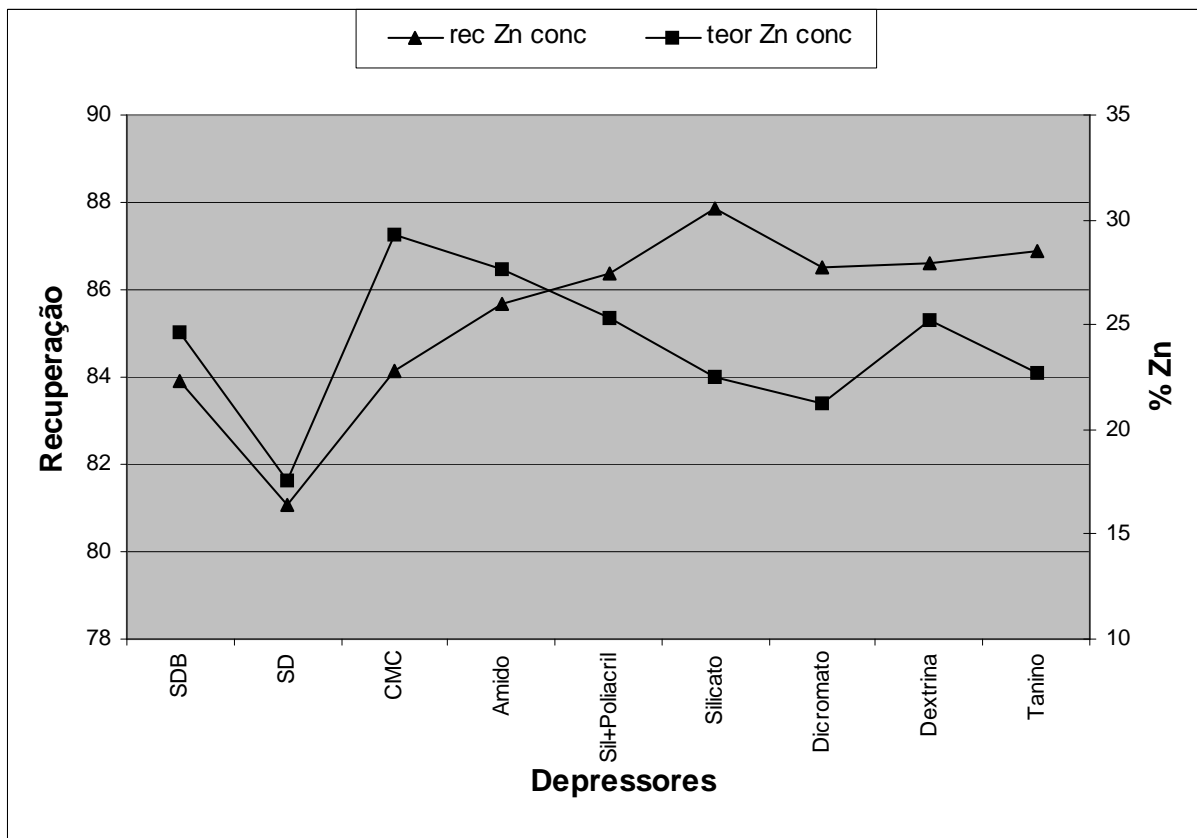


Figura 7: Teste sem depressor (SD) e sem depressor com barrilha (SDB) e performance de CMC, amido,

Silicato + poliacrilato (sil+poliacril), silicato de sódio, dicromato de potássio, dextrina e tanino como depressores de ganga na flotação de willemita.

De acordo com a revisão literária feita por Baltar (1980), o dicromato foi identificado como um dos melhores depressores de ganga dolomítica, porém os testes realizados demonstraram que o dicromato de potássio apresentou uma ótima recuperação de zinco e baixos teores, com uma considerável distribuição de dolomita para o concentrado (67,2%), evidenciando sua baixa seletividade (Tabela VI).

Tabela VI: A recuperação de Mg (%) nos testes sem depressores (SD), sem depressores com barrilha (SDB) e com depressores

Depressores	Recuperação de Mg
	no concentrado (%)
SD	60,1

SDB	42,8
CMC	25,4
Tanino	43,5
dicromato	67,2
amido	33,3
silicato	56,0
Silicato+poli acrilato	41,0
dextrina	55,3

Nas Figuras 8 e 9 estão apresentadas, respectivamente, as análises granuloquímicas do concentrado e do rejeito de uma flotação realizada com o depressor tanino.

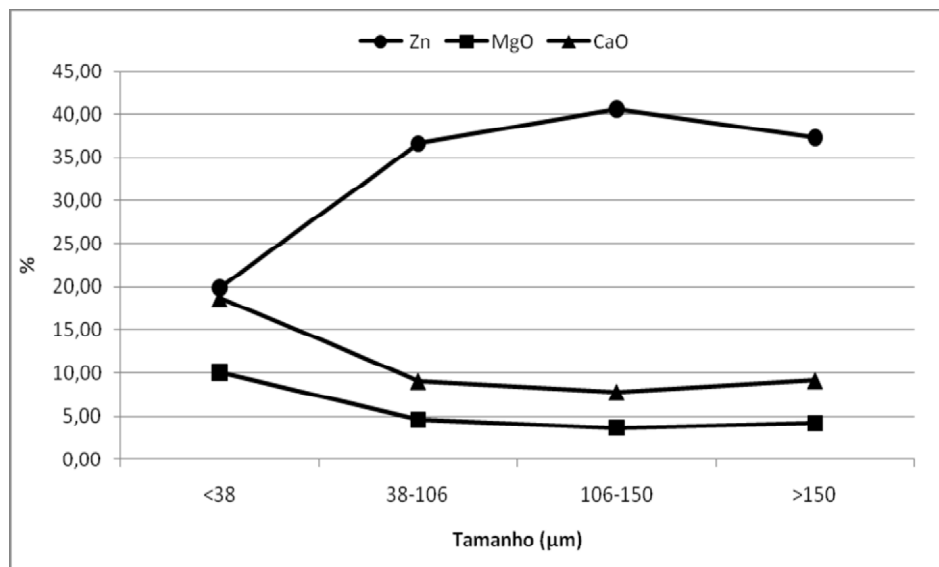


Figura 8: Análise granuloquímica do concentrado da flotação com tanino.

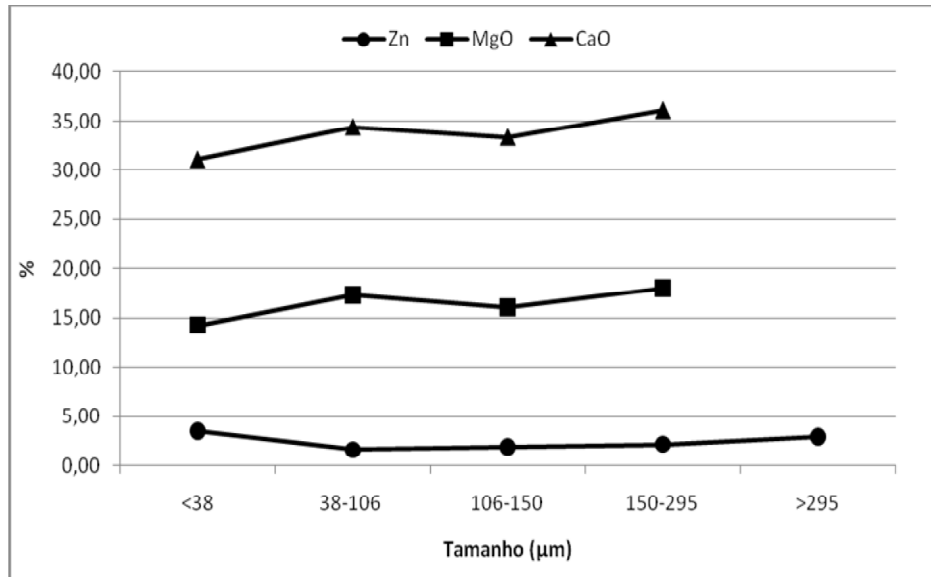


Figura 9: Análise granuloquímica do rejeito da flotação com tanino.

Por meio da Figura 8 é possível verificar que os teores de MgO e CaO são inversamente proporcionais aos teores de Zn no concentrado, ou seja, sempre que há maior recuperação de willemita, recupera-se menos dolomita. Desta forma, confirma-se mais uma vez a necessidade da depressão da ganga dolomítica. Os teores de MgO e CaO em granulometrias muito finas (abaixo de 38 µm) são muito altos, enquanto o de Zn é baixo. Observa-se que a presença de dolomita cai com o aumento das partículas, aumentando apenas no material acima de 150 µm, enquanto o Zn consegue seu teor máximo nas partículas de tamanho médio 128 µm.

No rejeito (Figura 9), são predominantes os teores de dolomita, mas, ainda assim, há uma grande perda de Zn (3,27%) da amostra total. As maiores perdas ocorrem no material abaixo de 38 µm e maiores que 295 µm. Provavelmente, a perda nos finos, deve-se a falta de seletividade nesta faixa devido ao fenômeno de "slime coating". Já a perda nas partículas grossas, as quais representam apenas 2,7% do material, deve-se ao fato de a willemita não estar liberada nesta faixa. Devido à pequena quantidade de partículas maiores que 295 µm não foi possível fazer a análise completa desta faixa, por isso tem-se só o teor de zinco desta amostra.

A fim de elucidar os resultados obtidos com os depressores nos testes de flotação, foi feito testes de potencial zeta para a dolomita com a presença de KCl, do sulfeto de sódio e dos depressores silicato de sódio, tanino.

A medida da velocidade eletrocinética para dolomita foi feita com a presença de KCl, do sulfeto de sódio e dos depressores Silicato de sódio, tanino. Os resultados de Klassen e Mokrousov (1963) confirmam os dados obtido na figura 10, pois obtiveram valores positivos de + 2 e 3 mv para os valores de pH entre 5 e 12.

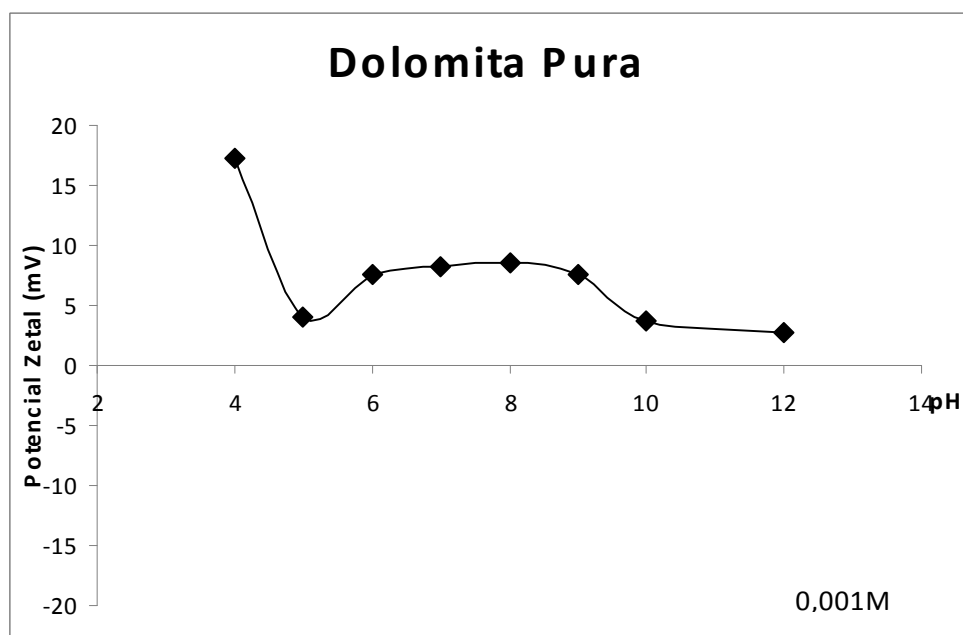


Figura10: teste de Potencial Zeta. Dolomita pura com solução eletrolítica (KCl)

A adição de sulfeto de sódio, tanino e silicato (figuras 11, 12, 13) inverte os valores do potencial zeta, mais significativamente nas faixas normalmente trabalhadas nas empresas de zinco.

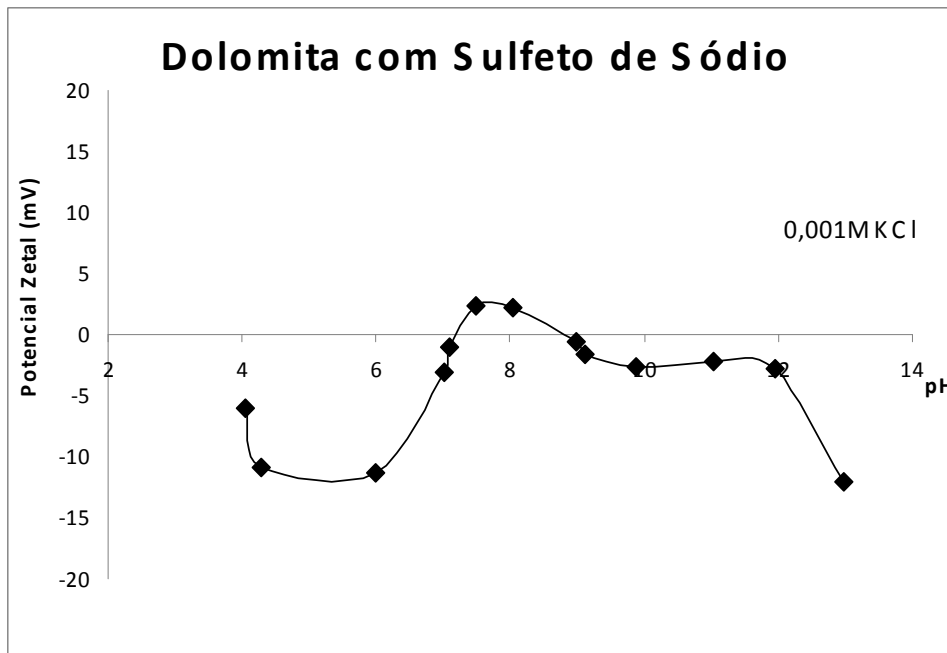


Figura11: teste de Potencial Zeta. Dolomita com Sulfeto de Sódio

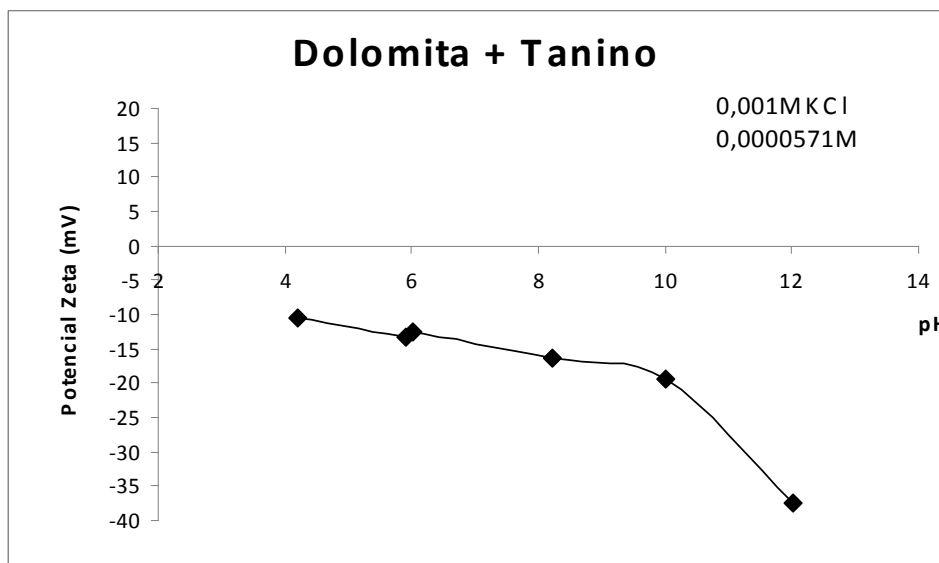


Figura12: teste de Potencial Zeta. Dolomita com Tanino

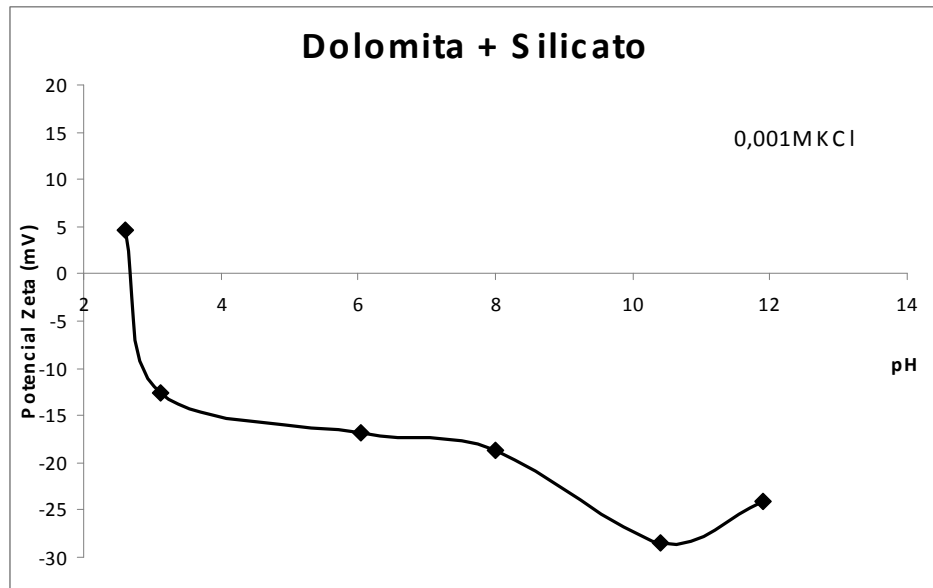


Figura13: teste de Potencial Zeta. Dolomita com Silicato

Pereira (2004), a partir de testes com a calamina, observou que o poliácrlato de sódio, o qual atua aumentando e mantendo a carga negativa da dupla camada elétrica, acarretou um aumento na dispersão da lama, porém menos acentuada que causada pelo hexametáfosfato de sódio. Afirmou também que os polímeros acrílato de baixo peso molecular, quando utilizados como modificadores para minérios associados principalmente à ganga dolomítica, apresentam maior recuperação metálica, melhor seletividade, menor perda de finos e diminuição no consumo de modificadores. Nos testes realizados com a willemita, a adição de poliácrlato ao silicato de sódio significou um ganho em teor de Zn, que aumentou em 2,5% em relação ao teste com apenas silicato. Em relação a recuperação, o valor caiu 1,48%, de 87,84% nos testes com silicato para 86,36% na presença de silicato+poliácrlato. Desta forma, a introdução de depressores de dolomita mostrou ser possível reduzir os teores de óxidos de cálcio e de magnésio no concentrado, prejudiciais ao processo hidrometalúrgico do zinco.

6 – CONCLUSÕES

A não utilização de depressores, mas a utilização de barrilha nos mostrou um melhor teor e uma boa recuperação de Zn no concentrado em relação à flotação sem depressores. A não utilização do depressor mostrou uma baixa recuperação (81,09%, Figura 6), como também os piores teores de Zn e grande recuperação de ganga dolomítica para o concentrado.

Os resultados desse trabalho mostraram que Carboximetilcelulose (CMC), o amido, silicato associado à poliacrilato apresentaram as maiores reduções de teores de óxidos de cálcio e de magnésio no concentrado.

O CMC e o amido apresentaram os maiores teores de Zn no concentrado e se mostraram os mais seletivos. O dicromato de potássio teve ótima recuperação de zinco, entretanto com baixos teores de Zn e baixa seletividade. A adição de poliacrilato ao silicato de sódio significou um ganho em teor de Zn em relação ao silicato de sódio sozinho.

Pode-se verificar que a introdução de depressores de dolomita reduziu os teores de óxidos de cálcio e de magnésio no concentrado, prejudiciais ao processo hidrometalúrgico do zinco.

7 - SUGESTÃO PARA TRABALHO FUTURO

Investigar o emprego da separação magnética de alta intensidade como tratamento auxiliar à flotação, na eliminação de óxidos de ferro presentes no minério willemítico. Os resultados de separação magnética do minério oxidado de zinco de Vazante mostraram que a distribuição do zinco no produto magnético decresce continuamente, à medida que diminui a granulometria. Notou-se que 80% do zinco contido na fração -20 +28 malhas consiste de partículas liberadas de hematita, ultrapassando 90% de liberação na fração -48 +65 malhas, e atingindo 95,5% na faixa granulométrica -10 +200 malhas (Baltar e Villas Boas, 1980).

Pereira (2004) analisou a utilização da separação magnética de alta intensidade anterior à flotação do minério calamínico não deslamado. Os resultados mostraram que a retirada dos óxidos de ferro, anteriormente a flotação, proporcionou um aumento do teor e na recuperação de zinco, além de diminuir a recuperação de CaO no concentrado.

Assim como ocorreu com o minério de calamina, a separação magnética anterior à flotação poderá também melhorar a seletividade na flotação de willemita. É importante ressaltar que se prevê uma elevação no teor de ferro do minério com o aumento da profundidade da mina subterrânea de Vazante, e essa maior presença de ferro poderá prejudicar o processo de flotação (Silva, 2006).

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALTAR, C. A. M.;1980, Flotação de minérios de zinco. Uma revisão da literatura.CETEM, Série Tecnologia Mineral.

BALTAR, C. A. M.; VILLAS BÔAS, R. C., 1980, Flotação de minério oxidado de zinco de baixo teor. Série Tecnologia Mineral, n 8, seção beneficiamento, DNPM, 13 p.

BILLI, M.; QUAI, V., Developments and results obtained in the treatment of zinc oxide ores at the AMMI Mines, International Mineral Processing Congress, Cannes. 1963, p. 631–649.

BORGES, A.A.M.; PERES, A.E.C.,1993, Influência do Estado da Dispersão na Flotação de Minério Oxidado de Zinco, Anais II Congresso Ítalo-Brasiliano d'Ingegneria Mineraria, São Paulo.

BUSTAMONTE, H.; SHERGOLD, H. L., 1983, Surface chemistry and flotation of zinc oxide minerals: flotation with dodecylamine. Trans. Am. Institute Mining and Metallurgy, (Sec. C Mineral Process Extractive Metallurgy), p. C201–C207.

BULATOVIC, S. M., 1999, Use of organic polymers in the flotation of polymetallic ore: a review. Minerals Engineering, p. 341–354.

CROZIER, R.D., 1992, Flotation: Theory, Reagentes and ores Testing. Oxford: Pergamon.

DANA, J.D.:HURLBUT,C.S., Manual de mineralogia,volume 1 e 2, Livros Técnicos e Científicos Editora S/A,Rio de Janeiro ,1974,300p.

FENEAU, C. “Non-ferrous metals From Ag to Zn”,Ed.Umicore 2002.chapter Zn,pp.218-233.

FERREIRA, M. R., 2008, UFMG, Circuito alternativo para a flotação de minério willemítico, Dissertação de Mestrado.

FORMANEK, V. (1967) opus cite Rey, M., 1979, Memoirs of milling and process metallurgy:1 – flotation of oxidized ores, Transactions Institution of Mining and Metallurgy.

GALÉRY, R., Influência do estado de dispersão na flutuabilidade do sistema willemita/dolomita. Dissertação de Mestrado, UFMG, 1985, 92 p.

KLASSEN, V.A.; MOKROUSOV, V.A., (1963). An Introduction to the theory of flotation, Butterworths.

LEJA, J., Surface Chemistry of Froth Flotation. Plenum Press New York, London, 1982.

MALGHAN, S.G., 1986, Role of sodium sulfide in the flotation of oxidized copper, lead and zinc ores, Mineral and Metallurgical Processing, SME.

NEVES, C.A.R., 2007, Sumário mineral, Brasília, Departamento Nacional de Produção Mineral.

OLIVEIRA, H.; PEREIRA, C.A., Estudo do efeito de dispersantes na concentração de minério calamínico. Iniciação Científica. Universidade Federal de Ouro Preto. 2003, 102 p.

OLIVEIRA, P.S., 2006. Rotas para recuperação de ferro fino contido no underflow do espessador de lama da Usina de Conceição.

PEREIRA, C. A., Estudo da dispersão e concentração de minério calamínico. Dissertação de Doutorado. UFMG, 2004, 127p.

PEREIRA, C. A.; PERES, A. E. C., 2004. Reagents in calamine zinc ores flotation Mineral Processing. Minerals Engineering 18(2005), 275-277.

PERES, A. E. C.; GALERY, R., Investigação visando à redução do teor de dolomita de minério de zinco. UFMG/FCO/CMM, 1981.

PERES, A. E. C.; BORGES, A. A. M.; GALERY, R., 1994, Technical note the effect of the dispersion degree on the floatability of an oxidized zinc ore, Minerals Engineering, N° 11, vol. 7, p. 1435-1439.

RAFFINOT, P.G, 1970, Monograph of Four Ore-Dressing Plants Owned by the Societé Minière et Metallurgique de Penarroya Treating Oxided Ores of Lead and Zinc. In: Rausch, D.O.; Mariacher, B.C. eds. AIME Wolrd Symposium on Mining and Metallurgy of Lead & Zinc, AIME, New York.

REY, M.;MERRE, P.;MANCUSO, R.;FORMANEK, V.,1954, Flotation of Oxidized Zinc Ores, Mining Engeneering, Transaction AIME.

REY, M.;MERRE, P.;MANCUSO, R.;FORMANEK, V., 1962, Quelques Progués Recénts dans la Flotation des Mineraisoxidés de Cuivre, de Plomb et Zinc, Minerale, vol. XLIV.

REY, M., 1979, Memoirs of Milling and Process Metallurgy: Flotation of Oxidized Ores, Transactions Institution of Mining and Metallurgy, Section.

RUSSO, M. L. C., 2007, UFOP, Beneficiamento de rejeito de minério de Zinco, Dissertação de Mestrado.

SALUM, M. J. G.; ARAÚJO, A. C.; PERES, A. E. C., 1992. The role of sodium sulphide in amine flotation of silicate zinc minerals. Minerals Engineering, 5, p. 411–419.

SILVA, T. A. V., 2006, UFOP, Estudo de reagentes na flotação de minério de zinco, Dissertação de Mestrado.

SHIJIE, T., Flotation of oxidized and complex lead-zinc ores: research and practice, Internacional Conference Mineral Processing and Extractive Metallurgy, edited by Jones M. J.; Gill P., Yunnan Province, People’s Republic of Chine, 1984, October to November, p. 541–552.

ZHENG, X.; SMITH, R.W.,1997, Dolomite depressants in the flotation of the apatite and cellophane from dolomite, Minerals Engineering, Vol. 10, N° 5.

SOUZA, A. (2005), Processo integrado: biolixiviação e lixiviação química na indústria.

9 – APÊNDICES

Segue abaixo os resultados dos testes de flotação em bancadas utilizando os seguintes depressores:

- Dextrina;
- Sem depressor com barrilha;
- Carboximetilcelulose (CMC);
- Tanino;
- Amido;
- Dicromato de potássio;
- Sem depressor;
- Silicato de sódio;
- Silicato de sódio e poliacrilato

Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação n° **DD1** Data: **23/7/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objeto: **Depressor Dextrina**
 emulsão 1:0,16:0,4(respectivamente amina:diesel e MIBC 300g/t 25m,l)
 1

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	11,07	0,00			700	14,29	0	xx	250	8	xx	xx
Concentrado 02	2	xx	11,64	0,00			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,90	0,00			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,45	0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	982,0	100,0	17,10	11,89	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	982,0	100,0	17,10	11,89	100,0	100,0
Concentrado 01	345,7	35,21	28,81	7,77	59,3	23,0
Concentrado 02	185,0	18,84	21,42	10,68	23,6	16,9
Concentrado 03	107,7	10,97	15,62	12,44	10,0	11,5
Rejeito Final	343,6	34,99	3,45	16,51	7,1	48,6

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
0,70

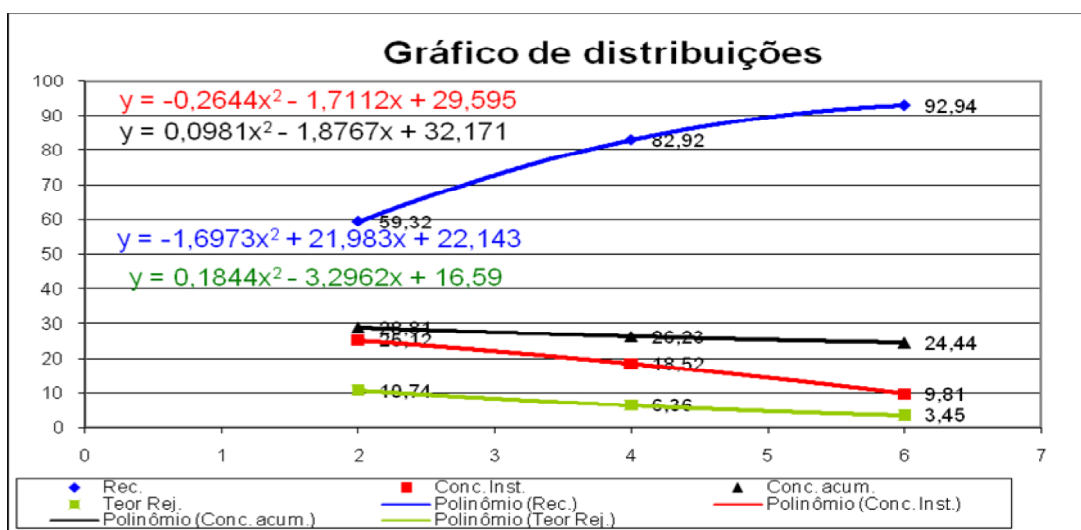
Correlação Sulfeto x **2,8**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	17,10	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	17,10	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	50,83	15,12



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação nº **DD2** Data: **27/11/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objeto: **depressor DEXTRINA**
 emulsão 1:0,16:0,4(respectivamente amina:diesel e MIBIC 300g/t 25m,l)
 1500rpm condicionamento e 1000 flotação

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	11,18				700	14,29	0	xx	125	8	500	45
Concentrado 02	2	xx	11,68				350	7,15	0	xx	63	4	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,80				350	7,15	0	xx	63	4	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,43				xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	MgO
Alimentação calc.	973,0	100,0	17,02	12,45	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	973,0	100,0	17,02	12,45	100,0	100,0
Concentrado 01	365,0	37,52	29,10	8,10	64,1	24,4
Concentrado 02	176,5	18,14	21,38	10,78	22,8	15,7
Concentrado 03	96,6	9,92	12,93	13,63	7,5	10,9
Rejeito Final	334,9	34,42	2,73	17,73	5,5	49,0

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
0,73

Correlação Sulfeto x **5,6**

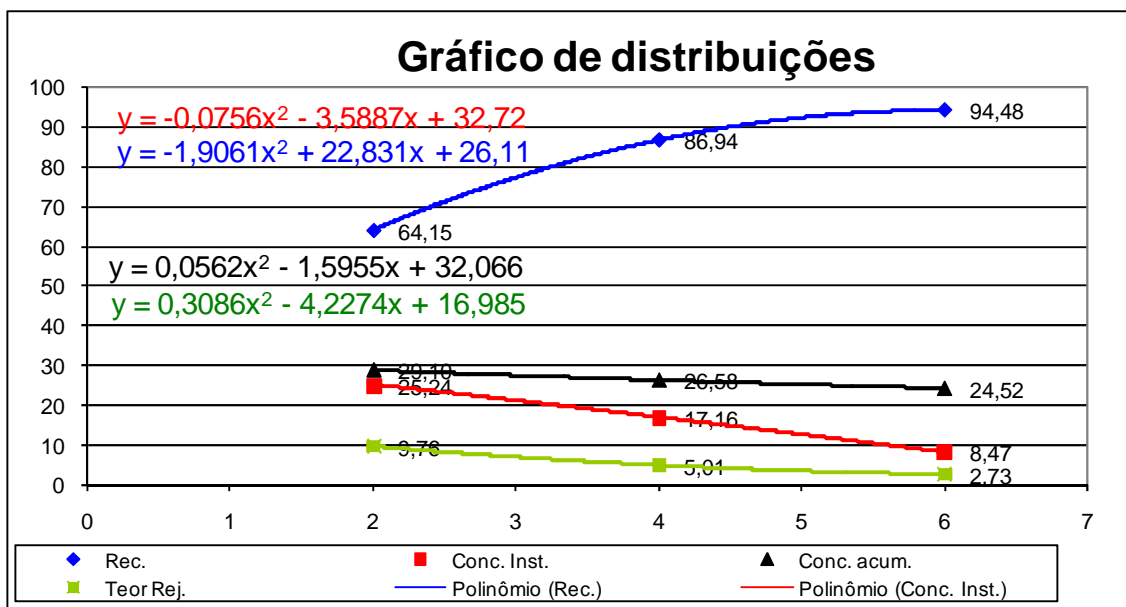
Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	250	208		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	17,02	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	17,02	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado

	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	51,55	15,12



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação n° **DD3** Data: **17/7/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objeto: **Depressor Dextrina**
 emulsão 1:0,16:0,4(respectivamente amina:diesel e MIBC 300g/t 25m,l)

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	8,06	11,44			700	14,29	0	xx	250	8	500	45
Concentrado 02	2	xx	10,65	11,43			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	10,98	11,69			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,16	0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	1045,0	100,0	15,72	10,85	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	1045,0	100,0	15,72	10,85	100,0	100,0
Concentrado 01	355,5	34,02	31,66	6,96	68,5	21,8
Concentrado 02	155,5	14,88	19,49	9,06	18,5	12,4
Concentrado 03	92,6	8,87	10,07	11,35	5,7	9,3
Rejeito Final	441,3	42,23	2,74	14,51	7,4	56,5

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
0,69

Correlação Sulfeto x **2,8**

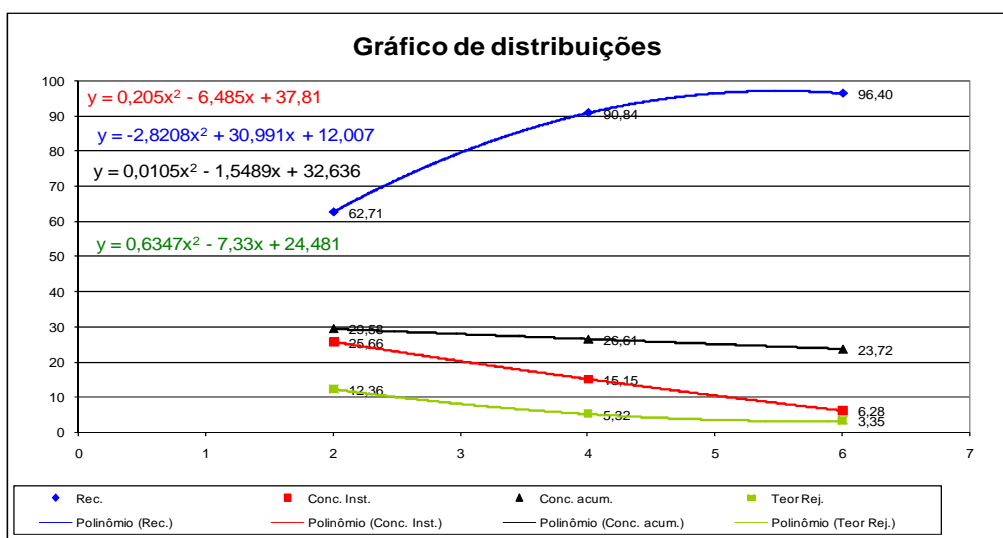
Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	15,72	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	15,72	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado

	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	50,85	15,12
	86,59	



Teste de Flotação n° DD4 Data: 21/7/2008
 Amostra: Willemita
 Objetivo: DEPRESSOR Dextrina
emulsão 1:0,16:0,4 (respectivamente amina:diesel e MIBC 300g/t 25m.l)

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	8,70	11,93			700	14,29	0	xx	250	8	500	45
Concentrado 02	2	xx	10,90	11,60			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,08	11,60			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,2	0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	1038,1	100,0	15,59	10,05	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	1038,1	100,0	15,59	10,05	100,0	100,0
Concentrado 01	355,0	34,19	30,69	7,66	67,3	26,1
Concentrado 02	150,1	14,46	20,55	9,86	19,1	14,2
Concentrado 03	100,2	9,65	10,12	12,19	6,3	11,7
Rejeito Final	432,7	41,69	2,74	11,57	7,3	48,0

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
0,64

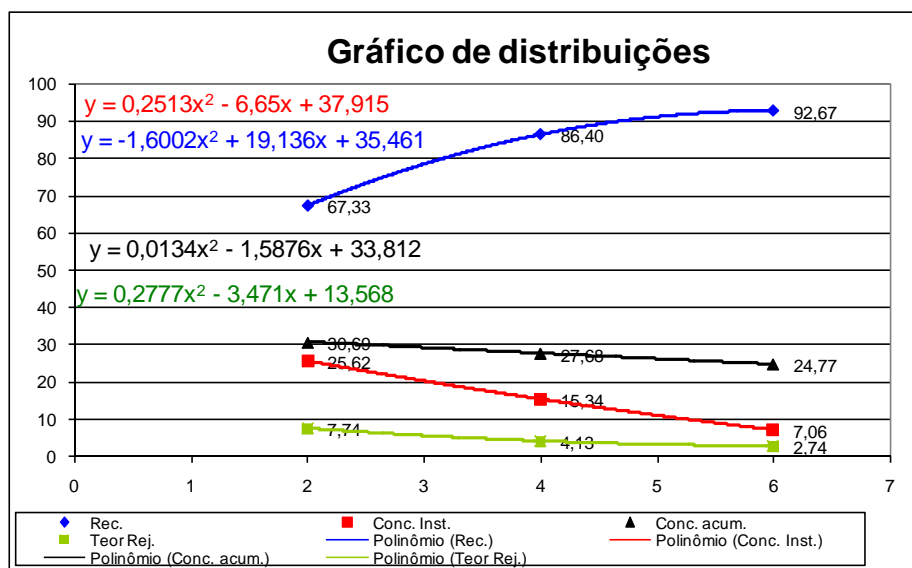
Correlação Sulfeto x **2,8**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	15,59	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	15,59	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	50,77	15,12



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação n° **SDB1** Data: **17/7/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objetivo: **Sem Depressor com barrilha**
 emulsão 1:0,16:0,4(respectivamente amina:diesel e MIBIC 300g/t 25m,l)

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	10,73	0,00			700	14,29	0	xx	250	8	500	45
Concentrado 02	2	xx	11,29	0,00			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,39	0,00			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,21	0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	879,6	100,0	17,18	11,93	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	879,6	100,0	17,18	11,93	100,0	100,0
Concentrado 01	311,3	35,39	25,52	8,55	52,6	25,4
Concentrado 02	116,4	13,23	17,35	12,39	13,4	13,7
Concentrado 03	85,2	9,69	15,79	12,60	8,9	10,2
Rejeito Final	366,7	41,69	10,36	14,49	25,1	50,6

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
0,69

Correlação Sulfeto x **2,8**

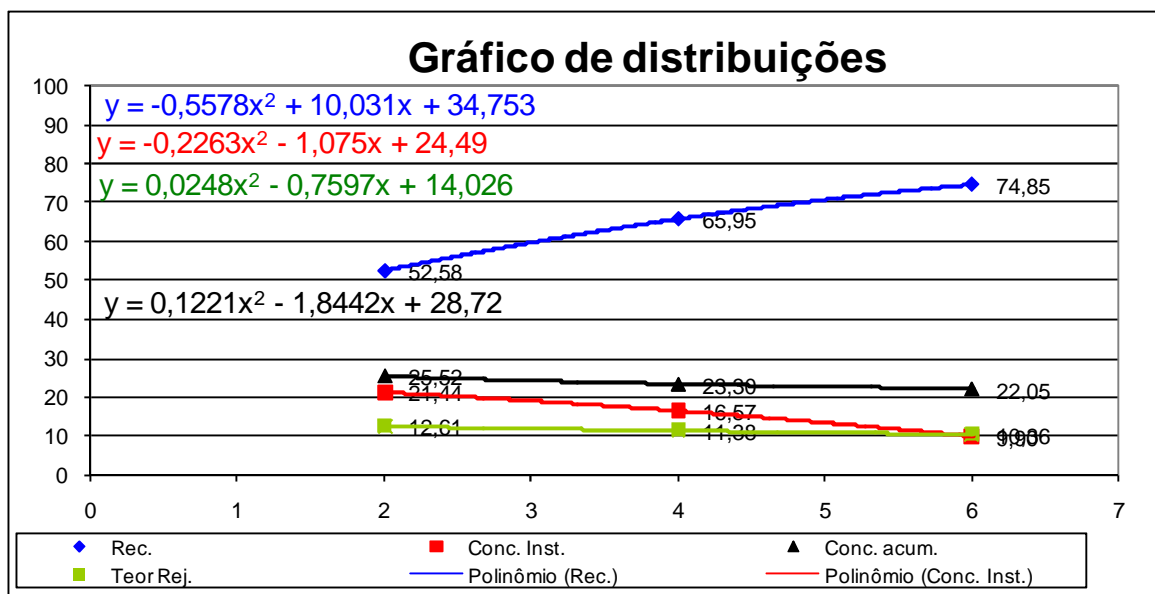
Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	17,18	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	17,18	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado

	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	41,76	15,12
	68,40	



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação n° **SDB2** Data: **21/7/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objetivo: **SEM DEPRESSOR COM BARRILHA**
 emulsão 1:0,16:0,4 (respectivamente amina:diesel e MIBIC 300g/t 25m,l)

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	10,85	0,00			700	14,29	0	xx	250	8	500	45
Concentrado 02	2	xx	11,45	0,00			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,72	0,00			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx		0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	1077,5	100,0	16,14	12,13	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	1077,5	100,0	16,14	12,13	100,0	100,0
Concentrado 01	300,6	27,90	25,95	8,18	44,9	18,8
Concentrado 02	211,0	19,58	26,70	8,44	32,4	13,6
Concentrado 03	123,2	11,43	17,79	11,02	12,6	10,4
Rejeito Final	442,7	41,09	3,98	16,88	10,1	57,2

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação **0,75**

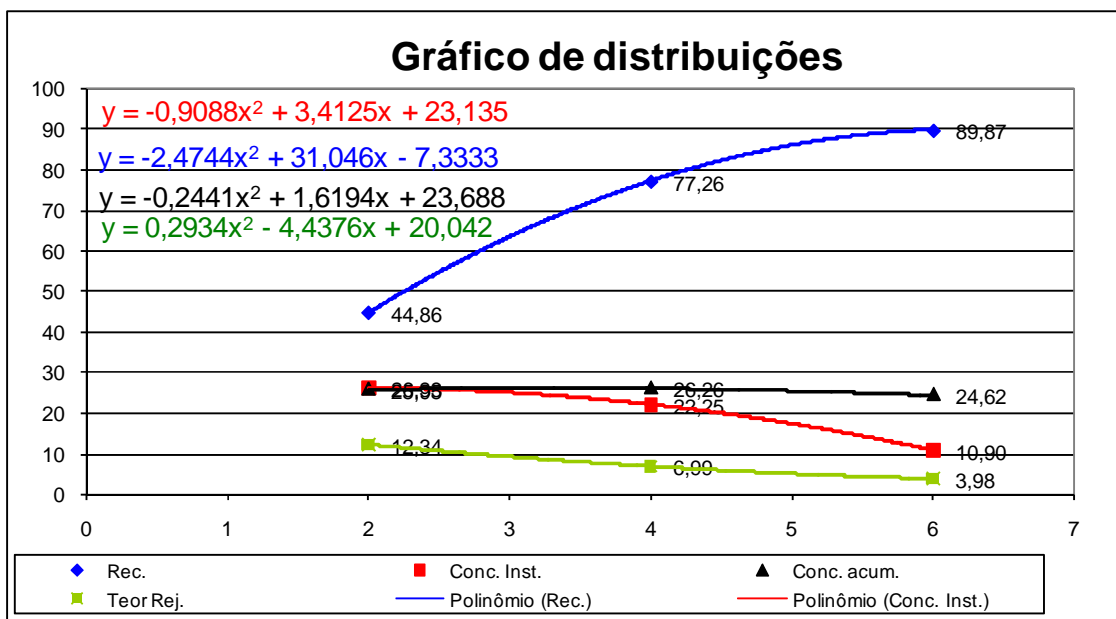
Correlação Sulfeto x **2,8**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	16,14	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	16,14	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	49,52	15,12



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação nº **SDB3** Data: **21/7/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objetivo: **SEM DEPRESSOR COM BARRILHA**
 emulsão 1:0,16:0,4(respectivamente amina:diesel e MIBIC 300g/t 25m,l

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	11,44	0,00			700	14,29	0	xx	250	8	500	45
Concentrado 02	2	xx	11,85	0,00			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,90	0,00			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,67	0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	1365,7	100,0	13,02	16,14	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	1365,7	100,0	13,02	16,14	100,0	100,0
Concentrado 01	351,0	25,70	27,40	8,40	54,1	13,4
Concentrado 02	147,8	10,82	18,66	11,24	15,5	7,5
Concentrado 03	71,0	5,20	34,83	4,83	13,9	1,6
Rejeito Final	795,9	58,28	3,68	21,48	16,5	77,5

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
1,24

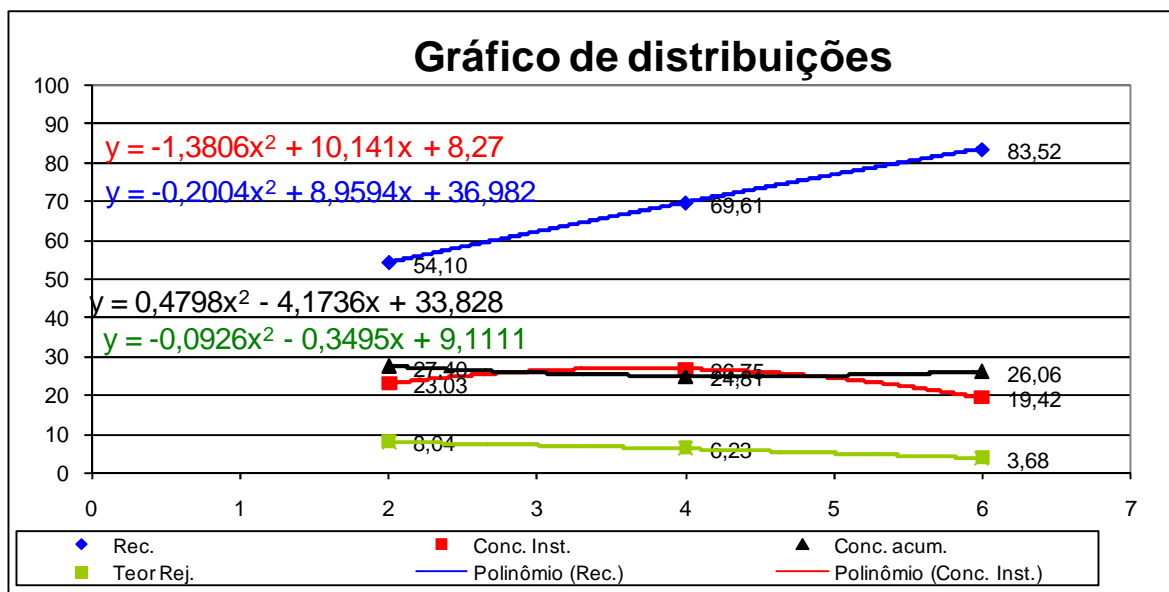
Correlação Sulfeto x **2,8**

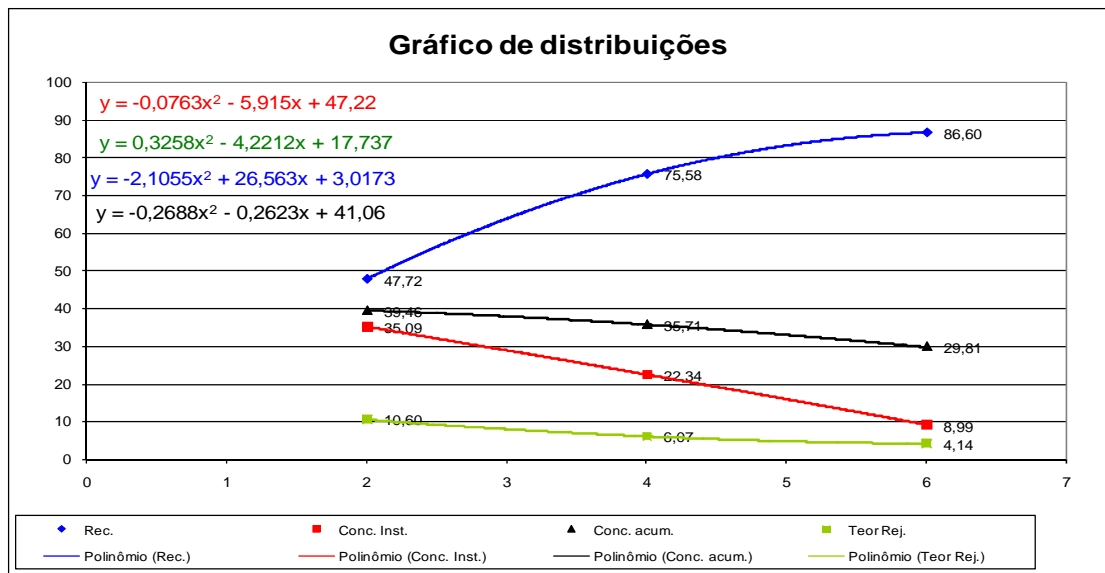
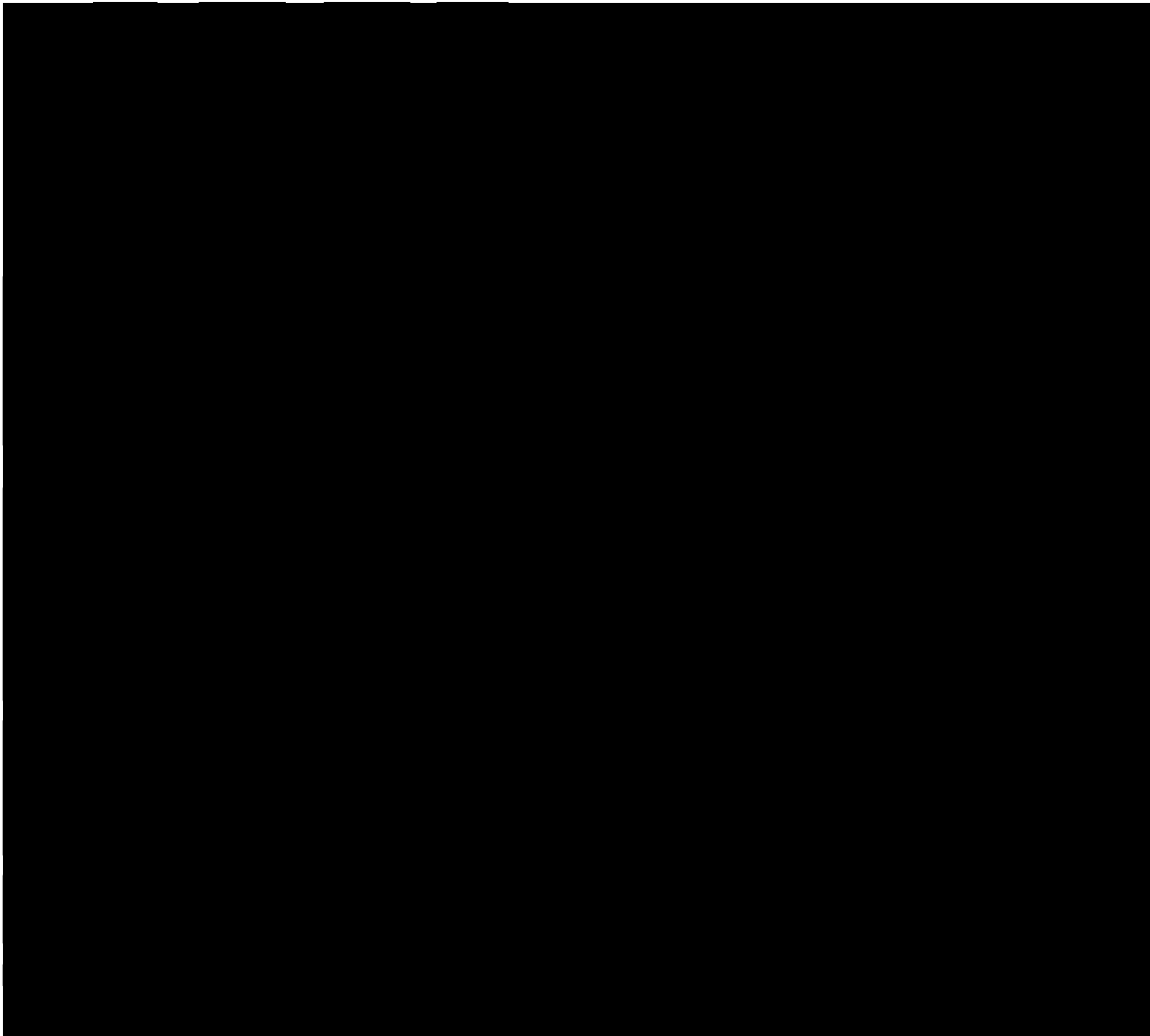
Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	13,02	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	13,02	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15% de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15% de Zn
Rec. Glob. Média	46,88	15,12





Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação nº **DCMC2** Data: **13/8/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objeto: **depressor CMC**
 emulsão 1:0,16:0,4 (respectivamente amina:diesel e MIBC 300g/t 25m,l)

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	10,95	0,00			700	14,29	0	xx	250	10	1000	24
Concentrado 02	2	xx	11,20	0,00			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,40	0,00			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,23	0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	990,3	100,0	16,62	11,43	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	990,3	100,0	16,62	11,43	100,0	100,0
Concentrado 01	262,6	26,52	35,62	4,60	56,8	10,7
Concentrado 02	172,1	17,38	25,76	8,33	26,9	12,7
Concentrado 03	97,3	9,83	10,51	13,12	6,2	11,3
Rejeito Final	458,3	46,28	3,59	16,16	10,0	65,4

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação **0,69**

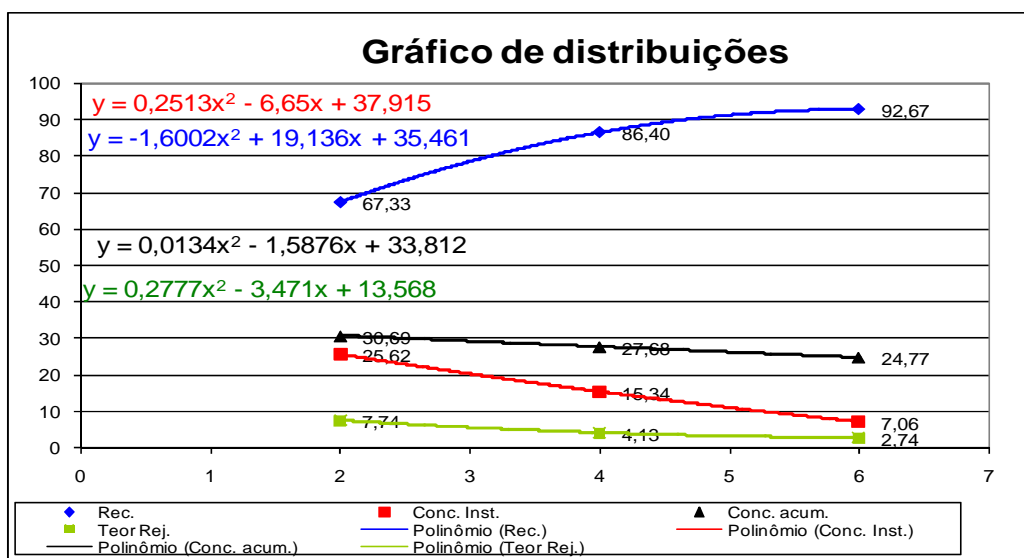
Correlação Sulfeto x **2,8**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	16,62	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	16,62	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15% de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15% de Zn
Rec. Glob. Média	50,35	15,12



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação nº **DCMC3** Data: **13/8/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objetivo: **depressor CMC**
 emulsão 1:0,16:0,4 (respectivamente amina:diesel e MIBIC 300g/t 25m,l)
 1500rpm condicionamento e 1000 flotação

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	10,50	0,00			700	14,29	0	xx	250	10	1000	24
Concentrado 02	2	xx	11,00	0,00			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,21	0,00			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,02	0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	1030,0	100,0	16,58	11,75	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	1030,0	100,0	16,58	11,75	100,0	100,0
Concentrado 01	211,7	20,56	36,76	5,01	45,6	8,8
Concentrado 02	204,8	19,88	29,85	7,07	35,8	12,0
Concentrado 03	96,6	9,38	11,48	14,43	6,5	11,5
Rejeito Final	516,8	50,18	4,00	15,86	12,1	67,7

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
0,71

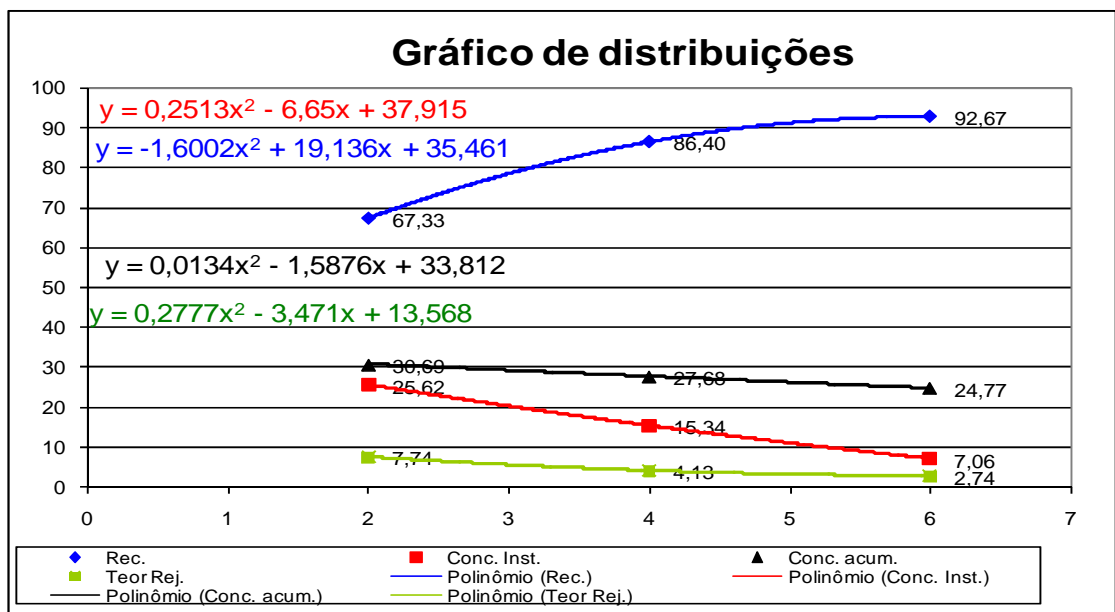
Correlação Sulfeto x **2,8**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	16,58	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	16,58	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	49,63	84,14
		15,12



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação n° **DT1** Data: **24/7/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objeto: **DEPRESSOR TANINO**
 emulsão 1:0,16:0,4 (respectivamente amina:diesel e MIBC 300g/t 25m,l)

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	11,27	0,00			700	14,29	0	xx	250	10	1000	24
Concentrado 02	2	xx	11,78	0,00			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,89	0,00			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx		0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	1070,9	100,0	4,90	17,73	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	1070,9	100,0	4,90	17,73	100,0	100,0
Concentrado 01	187,2	17,48	8,17	16,80	29,1	16,6
Concentrado 02	312,4	29,17	6,97	17,30	41,5	28,5
Concentrado 03	130,8	12,21	5,05	17,17	12,6	11,8
Rejeito Final	440,6	41,14	2,01	18,59	16,9	43,1

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
3,61

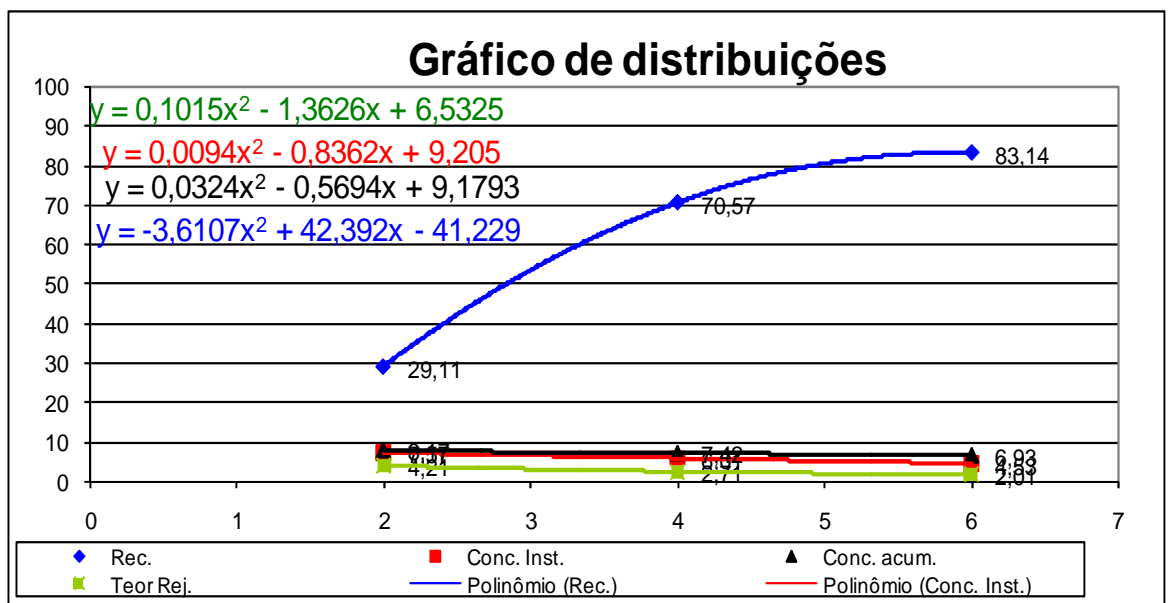
Correlação Sulfeto x **2,8**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	4,90	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	4,90	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	32,29	15,12
	49,46	



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação n° **DT2** Data: **24/7/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objetivo: **DEPRESSOR TANINO**
 emulsão 1:0,16:0,4(respectivamente amina:diesel e MIBIC 300g/t 25m,l)
 1500rpm condicionamento e 1000 flotação

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	11,21	0,00			700	14,29	0	xx	250	10	1000	24
Concentrado 02	2	xx	11,57	0,00			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,75	0,00			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,31	0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	1074,4	100,0	5,07	17,53	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	1074,4	100,0	5,07	17,53	100,0	100,0
Concentrado 01	252,0	23,46	9,71	15,36	45,0	20,6
Concentrado 02	167,0	15,54	8,56	17,02	26,3	15,1
Concentrado 03	105,5	9,82	4,79	18,30	9,3	10,2
Rejeito Final	549,9	51,18	1,93	18,53	19,5	54,1

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
3,46

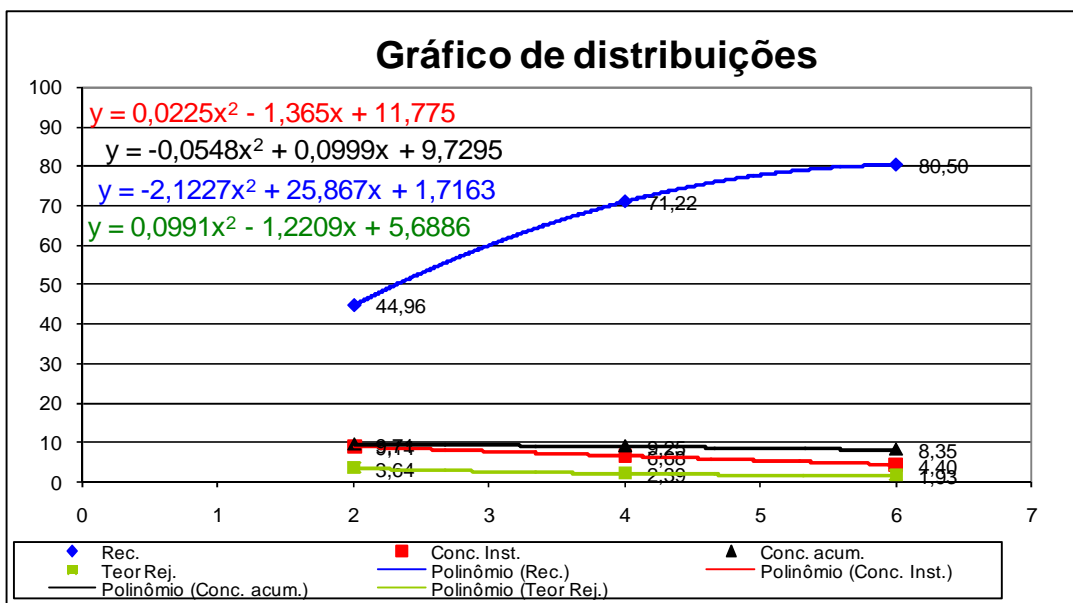
Correlação Sulfeto x **2,8**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	5,07	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	5,07	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	33,84	15,12



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação n° teste DT3 Data: 24/7/2008
 Amostra: Willemita
 Objeto: DEPRESSOR TANINO
 emulsão 1:0,16:0,4(respectivamente amina:diesel e MIBC 300g/t 25m,l)

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	10,60	0,00			700	14,29	0	xx	100	4	500	45
Concentrado 02	2	xx	10,98	0,00			350	7,15	0	xx	50	2	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,20	0,00			350	7,15	0	xx	50	2	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,01	0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	1040,5	100,0	16,00	11,57	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	1040,5	100,0	16,00	11,57	100,0	100,0
Concentrado 01	243,8	23,43	33,63	4,91	49,3	9,9
Concentrado 02	155,1	14,91	30,09	6,70	28,0	8,6
Concentrado 03	126,8	12,19	16,52	11,95	12,6	12,6
Rejeito Final	514,7	49,47	3,27	16,10	10,1	68,8

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Fe / Zn Alim. Flotação
0,72

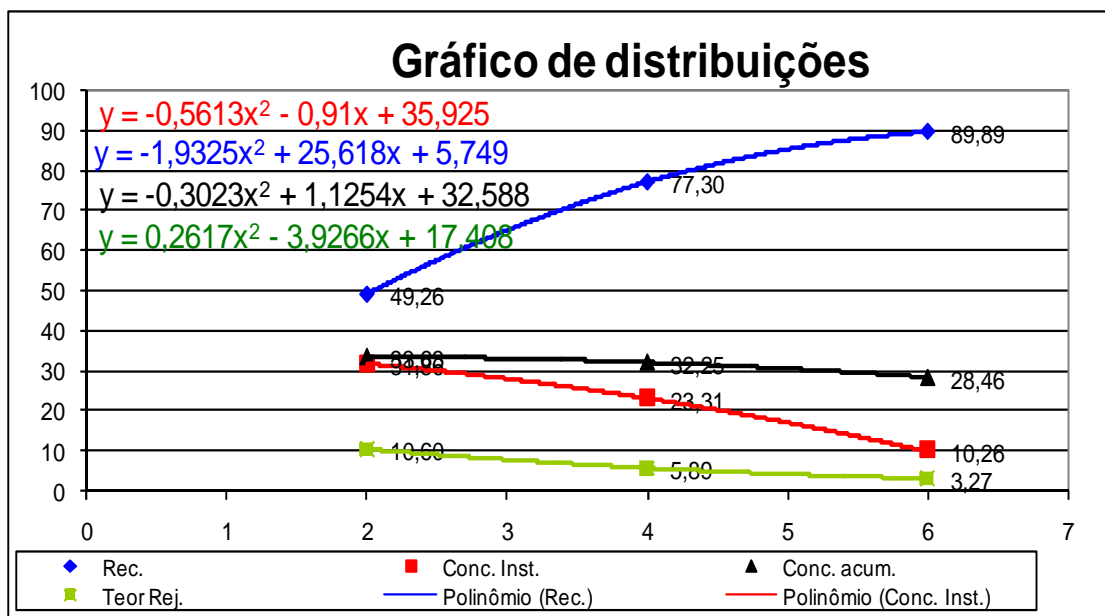
Correlação Sulfeto x **7,0**

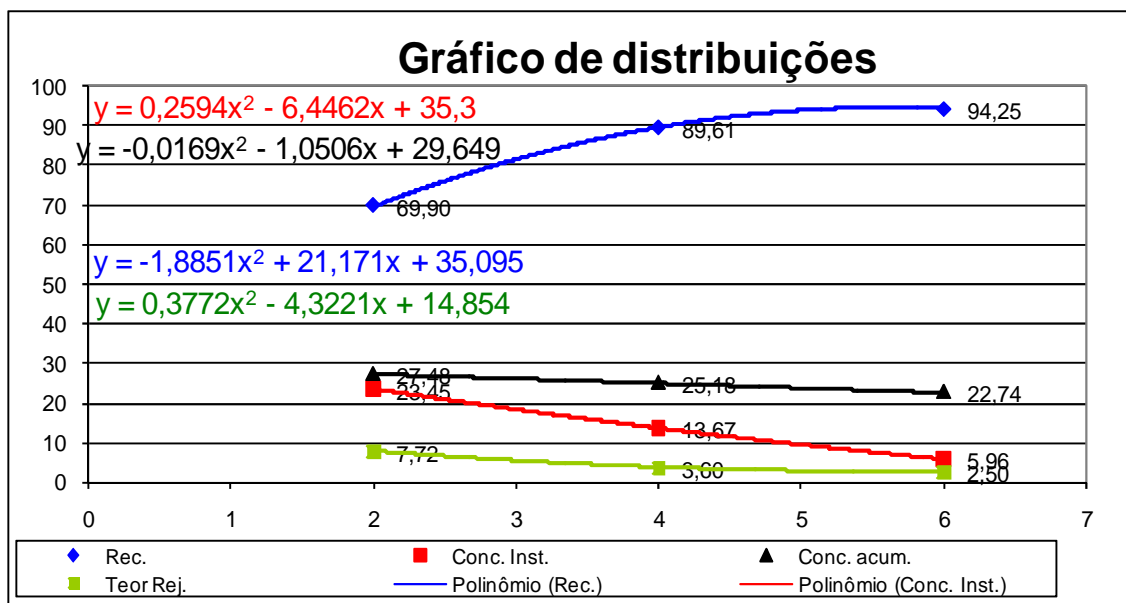
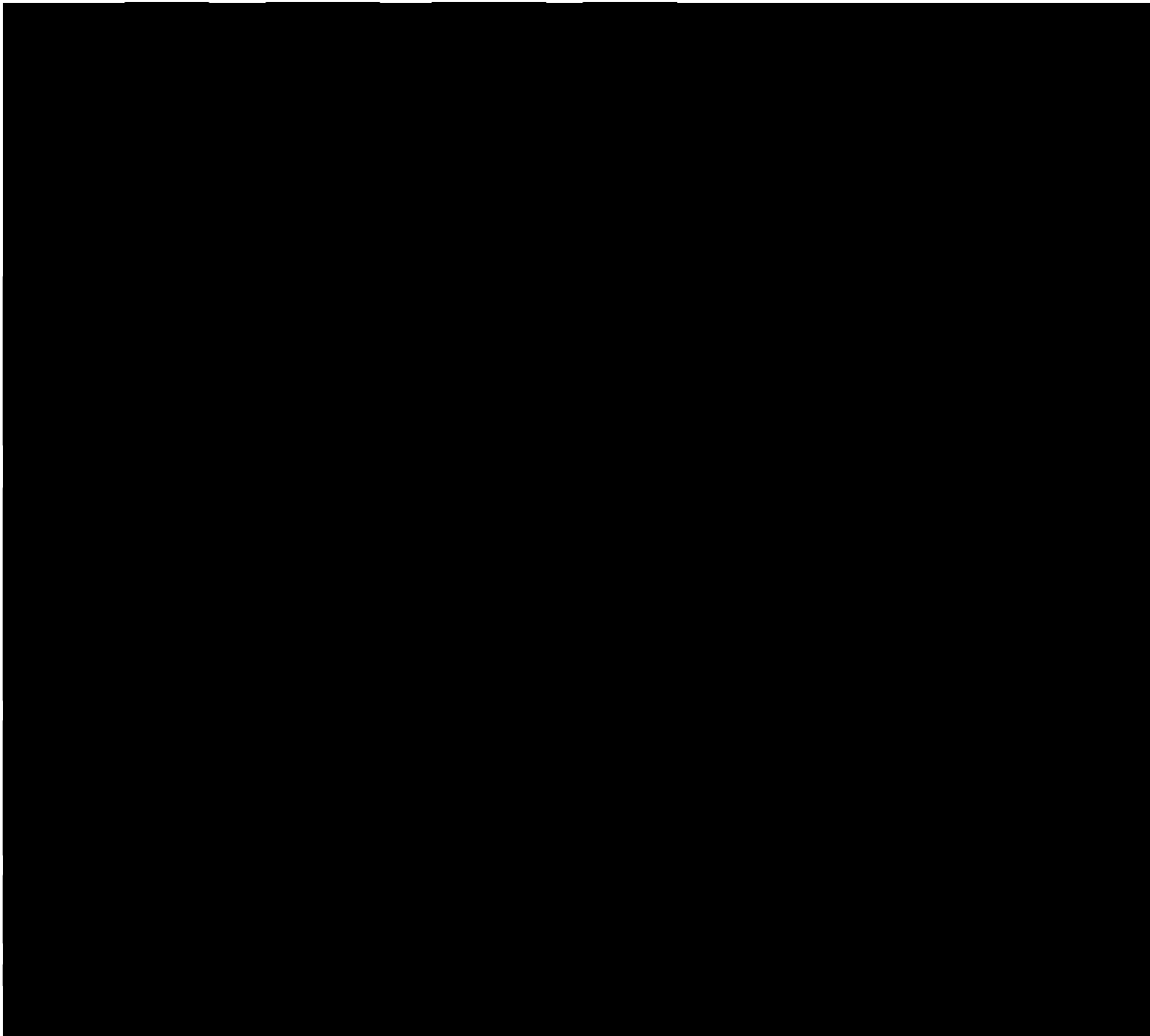
Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	200	167		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	16,00	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	16,00	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	50,34	15,12





Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação n° **DT5** Data: **13/8/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objetivo: **depressor TANINO**
 emulsão 1:0,16:0,4 (respectivamente amina:diesel e MIBIC 300g/t 25m,l)

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	8,12	11,50			700	14,29	0	xx	250	10	1000	24
Concentrado 02	2	xx	10,76	11,70			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,01	11,65			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,05				xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	1034,4	100,0	15,06	11,19	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	1034,4	100,0	15,06	11,19	100,0	100,0
Concentrado 01	331,9	32,09	27,75	7,83	59,1	22,5
Concentrado 02	181,0	17,49	21,92	9,20	25,5	14,4
Concentrado 03	106,3	10,27	11,13	11,96	7,6	11,0
Rejeito Final	415,2	40,14	2,92	14,54	7,8	52,2

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
0,74

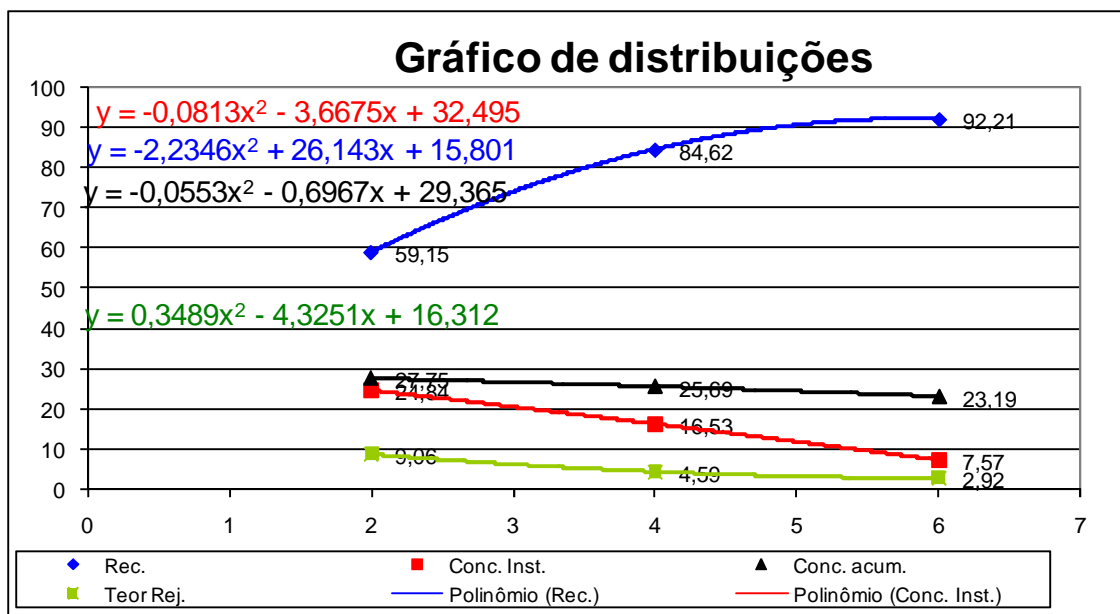
Correlação Sulfeto x **2,8**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	15,06	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	15,06	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	50,13	15,12



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação nº **DA1** Data: **24/7/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objetivo: **DEPRESSOR AMIDO**
 emulsão 1:0,16:0,4(respectivamente amina:diesel e MIBC 300g/t 25m,l)

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	11,79	0,00			700	14,29	0	xx	100	4	500	45
Concentrado 02	2	xx	11,81	0,00			350	7,15	0	xx	50	2	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,90	0,00			350	7,15	0	xx	50	2	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,55	0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	1091,5	100,0	4,96	16,41	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	1091,5	100,0	4,96	16,41	100,0	100,0
Concentrado 01	260,7	23,89	11,22	15,18	54,0	22,1
Concentrado 02	116,7	10,69	7,78	17,09	16,8	11,1
Concentrado 03	133,4	12,22	3,11	17,38	7,7	12,9
Rejeito Final	580,7	53,20	2,01	16,60	21,6	53,8

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Fe / Zn Alim. Flotação
3,31

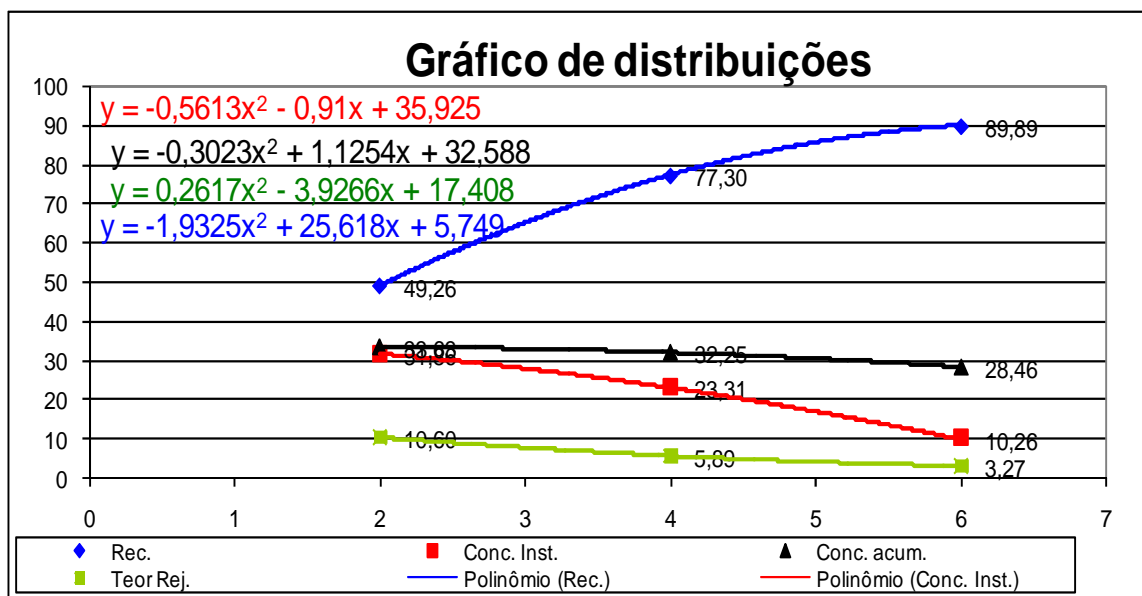
Correlação Sulfeto x **7,0**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	200	167		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	4,96	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	4,96	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	34,13	15,12



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação nº **DA2** Data: **12/8/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objetivo: **DEPRESSOR AMIDO**
 emulsão 1:0,16:0,4(respectivamente amina:diesel e MIBIC 300g/t 25m,l)

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	11,44	0,00			700	14,29	0	xx	100	4	500	45
Concentrado 02	2	xx	11,33	0,00			350	7,15	0	xx	50	2	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,39	0,00			350	7,15	0	xx	50	2	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,23	0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	983,5	100,0	15,70	9,40	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	983,5	100,0	15,70	9,40	100,0	100,0
Concentrado 01	273,7	27,83	33,36	6,65	59,1	19,7
Concentrado 02	128,3	13,04	26,87	7,02	22,3	9,7
Concentrado 03	105,4	10,72	12,15	10,67	8,3	12,2
Rejeito Final	476,1	48,41	3,32	11,35	10,2	58,4

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Fe / Zn Alim. Flotação
0,60

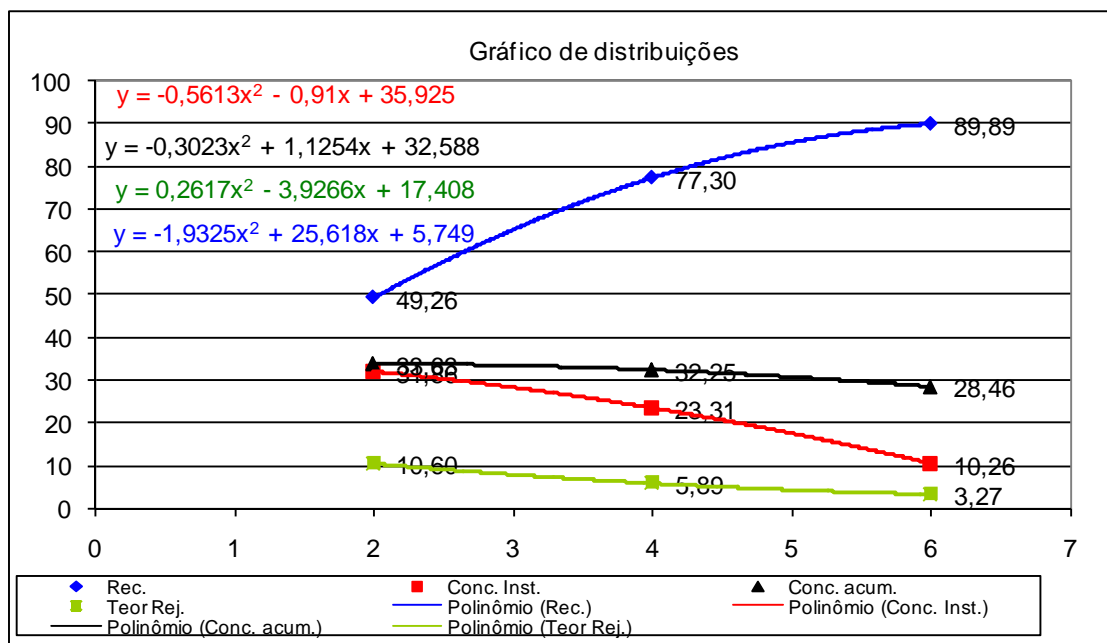
Correlação Sulfeto x **7,0**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	200	167		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	15,70	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	15,70	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	50,03	15,12
	84,94	



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação nº **DA3** Data: **12/8/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objetivo: **depressor AMIDO**
 emulsão 1:0,16:0,4(respectivamente amina:diesel e MIBIC 300g/t 25m,l)

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	11,04				700	14,29	0	xx	125	8	500	45
Concentrado 02	2	xx	11,23				350	7,15	0	xx	63	4	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,34				350	7,15	0	xx	63	4	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,17				xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	1011,5	100,0	15,91	10,28	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	1011,5	100,0	15,91	10,28	100,0	100,0
Concentrado 01	284,4	28,11	31,38	5,65	55,5	15,4
Concentrado 02	168,2	16,63	25,46	6,11	26,6	9,9
Concentrado 03	73,5	7,26	17,90	11,26	8,2	8,0
Rejeito Final	485,5	48,00	3,23	14,29	9,7	66,7

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
0,65

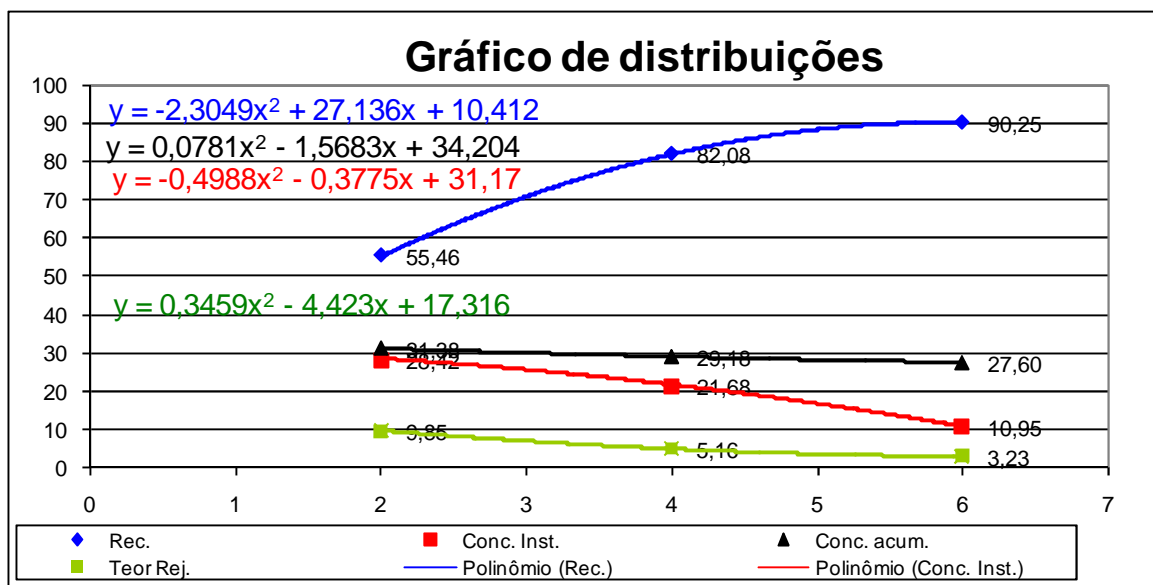
Correlação Sulfeto x **5,6**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	250	208		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	15,91	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	15,91	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	50,40	15,12



Teste de Flotação n° **DDP1** Data: **24/7/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objetivo: **depressor DICROMATO DE POTASSIO**
 emulsão 1:0,16:0,4(respectivamente amina:diesel e MIBIC 300g/t 25m,l)

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	11,35	0,00			700	14,29	0	xx	250	10	xx	xx
Concentrado 02	2	xx	11,57	0,00			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,80	0,00			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx		0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	885,5	100,0	20,07	9,60	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	885,5	100,0	20,07	9,60	100,0	100,0
Concentrado 01	351,5	39,70	32,77	5,56	64,8	23,0
Concentrado 02	214,2	24,19	21,47	9,36	25,9	23,6
Concentrado 03	117,7	13,29	9,59	13,45	6,4	18,6
Rejeito Final	202,1	22,82	2,61	14,64	3,0	34,8

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação **0,48**

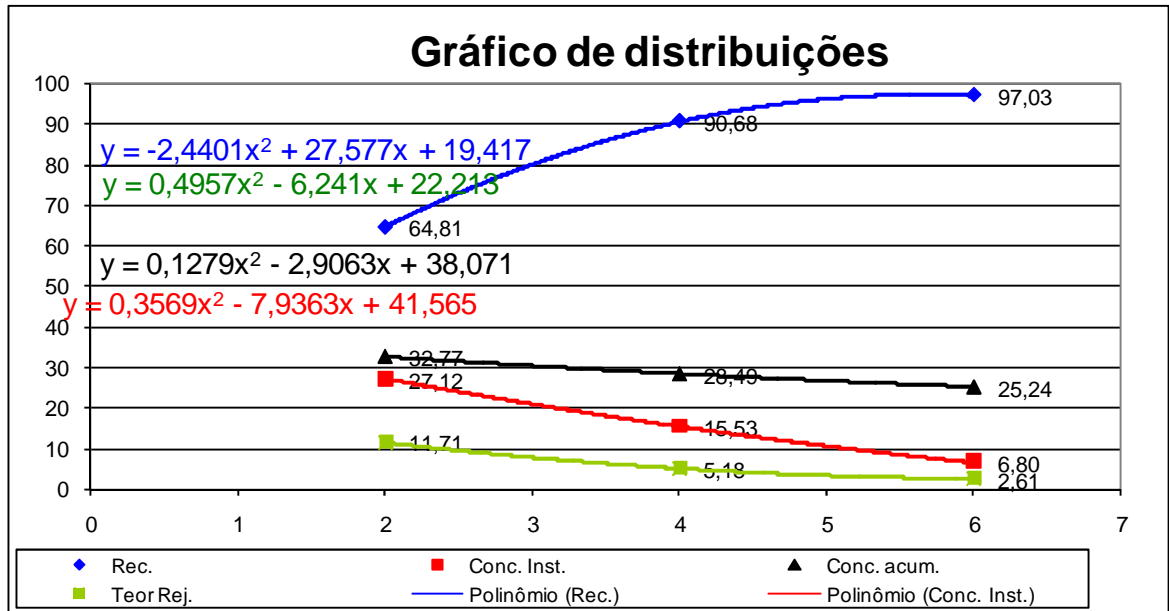
Correlação Sulfeto x **2,8**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	20,07	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	20,07	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	52,95	15,12



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação nº **DDP2** Data: **24/7/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objetivo: **depressor DICROMATO DE POTASSIO**
 emulsão 1:0,16:0,4(respectivamente amina:diesel e MIBC 300g/t 25m,l)

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	11,56	0,00			700	14,29	0	xx	250	10	1000	24
Concentrado 02	2	xx	11,73	0,00			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,90	0,00			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,49	0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	867,4	100,0	19,47	10,31	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	867,4	100,0	19,47	10,31	100,0	100,0
Concentrado 01	357,9	41,26	29,58	7,83	62,7	31,4
Concentrado 02	218,5	25,19	21,74	8,59	28,1	21,0
Concentrado 03	109,8	12,66	8,56	12,61	5,6	15,5
Rejeito Final	181,2	20,89	3,35	15,87	3,6	32,2

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
0,53

Correlação Sulfeto x **2,8**

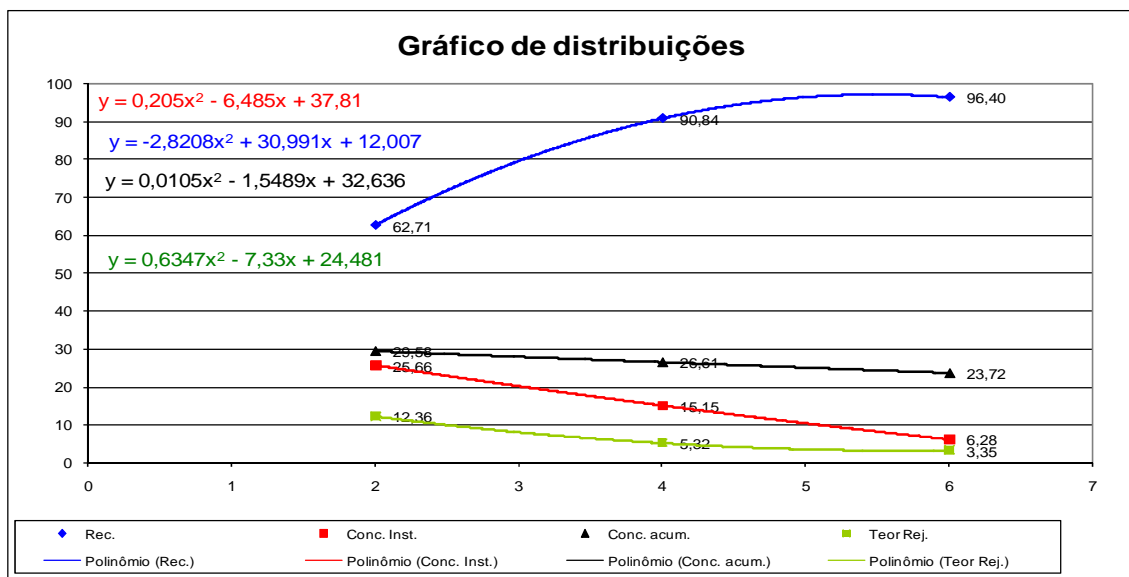
Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	19,47	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	19,47	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado

	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	52,28	15,12
	89,45	



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação nº **DDP3** Data: **23/7/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objetivo: **Depressor DICROMATO DE POTÁSSIO**
 emulsão 1:0,16:0,4 (respectivamente amina:diesel e MIBC 300g/t 25m,l)

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	8,53	11,47			700	14,29	0	xx	125	8	xx	xx
Concentrado 02	2	xx	10,65	11,53			350	7,15	0	xx	63	4	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	10,84	11,58			350	7,15	0	xx	63	4	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,03	0,00			xx			xx	xx		xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	MgO
Alimentação calc.	1041,8	100,0	15,20	9,34	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	1041,8	100,0	15,20	9,34	100,0	100,0
Concentrado 01	434,6	41,71	24,41	8,79	67,0	39,2
Concentrado 02	174,0	16,70	19,62	9,16	21,6	16,4
Concentrado 03	102,0	9,79	10,35	11,04	6,7	11,6
Rejeito Final	331,3	31,80	2,28	9,64	4,8	32,8

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
0,61

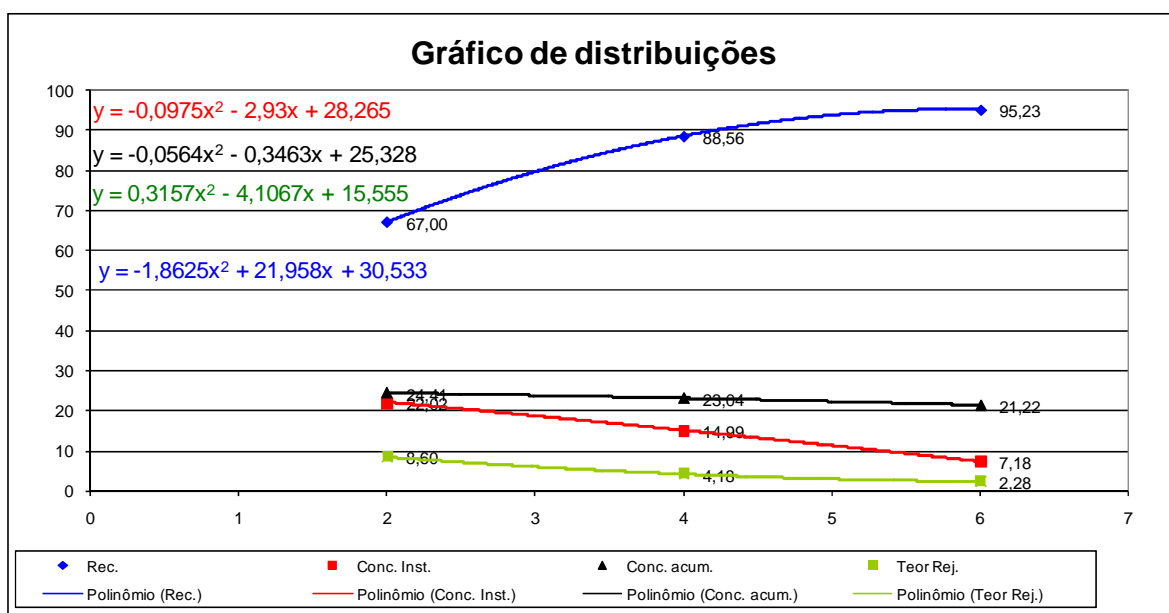
Correlação Sulfeto x **5,6**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	250	208		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	15,20	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	15,20	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	50,81	15,12



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação nº **DDP4** Data: **27/11/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objetivo: **depressor DICROMATO DE POTÁSSIO**
 emulsão 1:0,16:0,4 (respectivamente amina: diesel e MIBC 300g/t 25m,l)

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	8,43	11,57			700	14,29	0	xx	125	8	500	45
Concentrado 02	2	xx	10,75	11,65			350	7,15	0	xx	63	4	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	10,92	11,90			350	7,15	0	xx	63	4	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,08				xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	MgO
Alimentação calc.	1042,9	100,0	14,43	10,38	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	1042,9	100,0	14,43	10,38	100,0	100,0
Concentrado 01	427,9	41,03	23,93	8,56	68,1	33,8
Concentrado 02	176,2	16,90	17,51	9,45	20,5	15,4
Concentrado 03	98,1	9,41	8,95	12,39	5,8	11,2
Rejeito Final	340,7	32,67	2,47	12,57	5,6	39,6

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
0,72

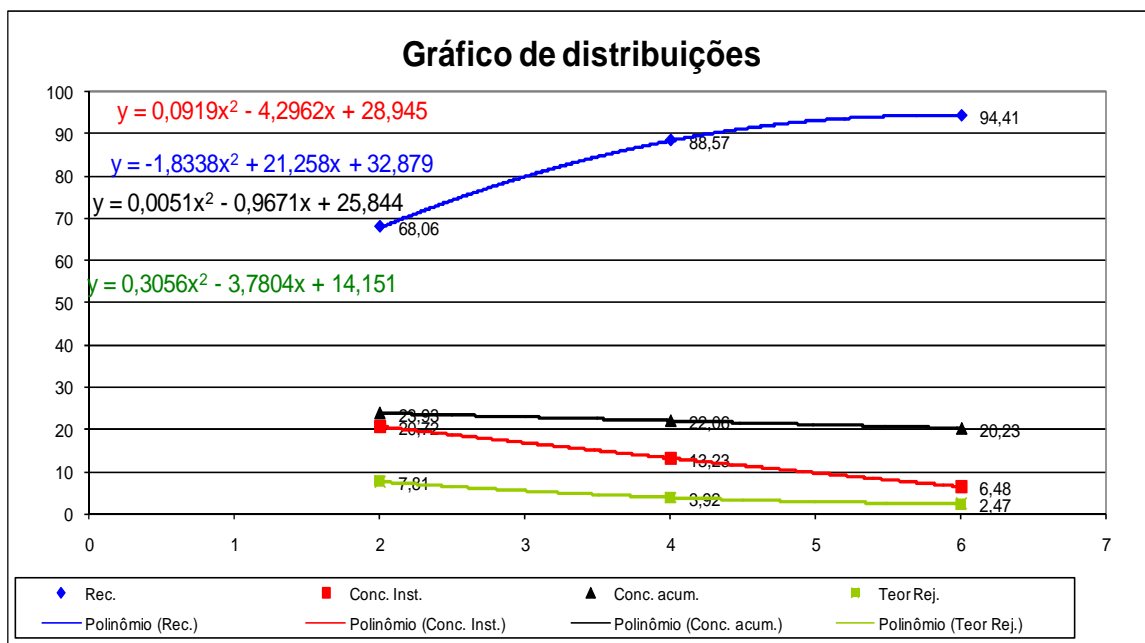
Correlação Sulfeto x **5,6**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	250	208		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	14,43	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	14,43	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	50,01	15,12
	84,91	



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação nº **SD1** Data: **18/7/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objetivo: **sem depressor**
 emulsão 1:0,16:0,4(respectivamente amina:diesel e MIBIC 300g/t 25m,l)

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	10,29	0,00			700	14,29	0	xx	250	8	500	45
Concentrado 02	2	xx	10,85	0,00			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,33	0,00			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	10,25	0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	964,5	100,0	16,40	10,21	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	964,5	100,0	16,40	10,21	100,0	100,0
Concentrado 01	254,9	26,43	25,51	8,18	41,1	21,2
Concentrado 02	188,4	19,53	23,60	9,72	28,1	18,6
Concentrado 03	137,7	14,28	26,66	8,09	23,2	11,3
Rejeito Final	383,5	39,76	3,13	12,56	7,6	48,9

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
0,62

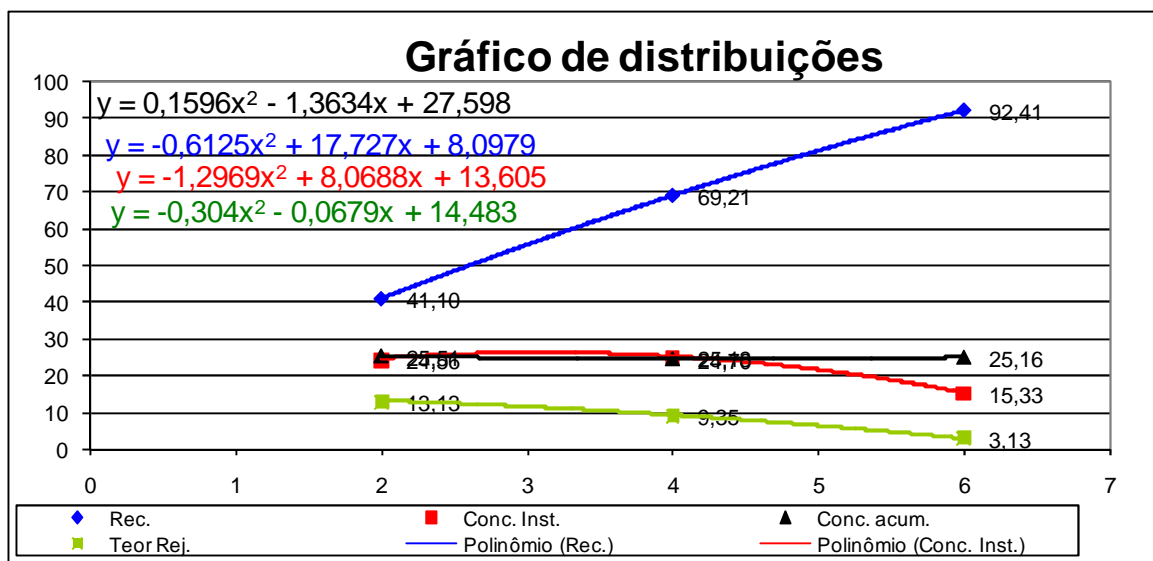
Correlação Sulfeto x **2,8**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	16,40	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	16,40	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	50,92	15,12



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação n° **SD2** Data: **18/7/2008**
 Amostra: Willemita
 Objetivo: sem depressor
emulsão 1:0,16:0,4(respectivamente amina:diesel e MIBIC 300g/t 25m,l

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	11,10	0,00			700	14,29	0	xx	250	8	500	45
Concentrado 02	2	xx	11,67	0,00			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,83	0,00			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,47	0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	922,6	100,0	13,97	12,28	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	922,6	100,0	13,97	12,28	100,0	100,0
Concentrado 01	348,3	37,75	12,24	11,30	33,1	34,7
Concentrado 02	182,5	19,78	22,83	10,44	32,3	16,8
Concentrado 03	102,4	11,10	26,65	9,44	21,2	8,5
Rejeito Final	289,4	31,37	5,97	15,64	13,4	39,9

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
0,88

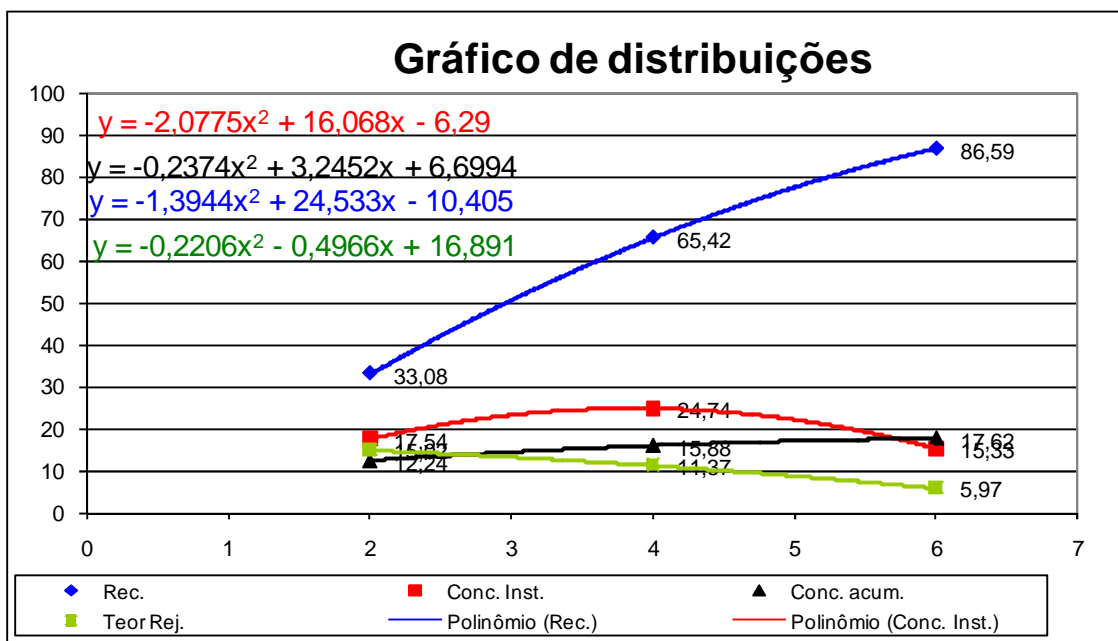
Correlação Sulfeto x **2,8**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	13,97	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	13,97	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	45,04	15,12
	74,95	



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação n° **SD3** Data: **18/7/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objetivo: **sem depressor**
 emulsão 1:0,16:0,4(respectivamente amina:diesel e MIBC 300g/t 25m,l

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	11,35	0,00			700	14,29	0	xx	250	8	500	45
Concentrado 02	2	xx	11,69	0,00			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,70	0,00			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,45	0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	938,8	100,0	13,12	12,24	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	938,8	100,0	13,12	12,24	100,0	100,0
Concentrado 01	390,9	41,64	18,36	10,47	58,3	35,6
Concentrado 02	173,7	18,50	19,50	10,84	27,5	16,4
Concentrado 03	90,7	9,66	10,69	13,78	7,9	10,9
Rejeito Final	283,5	30,20	2,76	15,06	6,4	37,1

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
0,93

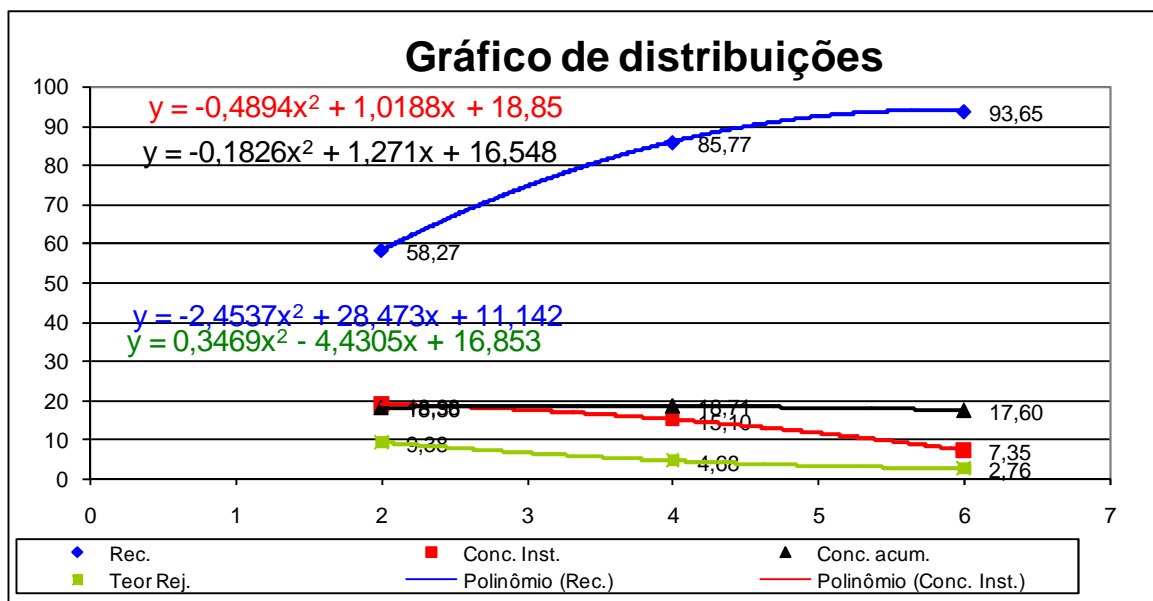
Correlação Sulfeto x **2,8**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	13,12	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	13,12	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	48,10	15,12



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação n° **DSS1** Data: **21/7/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objetivo: **depressor silicato de sódio**
 emulsão 1:0,16:0,4(respectivamente amina:diesel e MIBIC 300g/t 25m,l

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	11,50	0,00			700	14,29	0	xx	250	10	1000	24
Concentrado 02	2	xx	11,85	0,00			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,99	0,00			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,59	0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	1018,9	100,0	15,74	8,51	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	1018,9	100,0	15,74	8,51	100,0	100,0
Concentrado 01	376,0	36,90	27,34	6,94	64,1	30,1
Concentrado 02	188,3	18,48	19,97	9,79	23,5	21,3
Concentrado 03	104,5	10,26	10,61	10,96	6,9	13,2
Rejeito Final	350,1	34,36	2,53	8,78	5,5	35,4

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
0,54

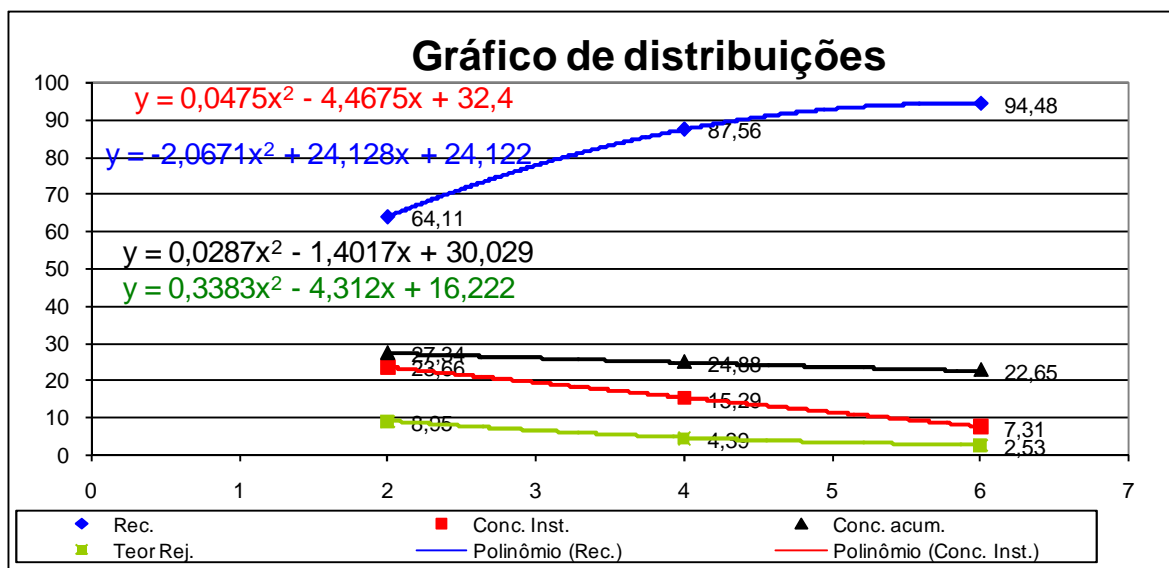
Correlação Sulfeto x **2,8**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	15,74	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	15,74	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	50,97	15,12



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação n° **DSS2** Data: **21/7/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objetivo: **depressor silicato de sodio**
 emulsão 1:0,16:0,4(respectivamente amina:diesel e MIBC 300g/t 25m,l

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	11,55	0,00			700	14,29	0	xx	250	10	xx	xx
Concentrado 02	2	xx	11,80	0,00			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,92	0,00			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,57	0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	916,8	100,0	16,50	11,34	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	916,8	100,0	16,50	11,34	100,0	100,0
Concentrado 01	392,7	42,83	27,82	7,41	72,2	28,0
Concentrado 02	157,9	17,22	18,00	10,64	18,8	16,2
Concentrado 03	91,5	9,98	7,45	13,41	4,5	11,8
Rejeito Final	274,7	29,96	2,48	16,67	4,5	44,0

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
0,69

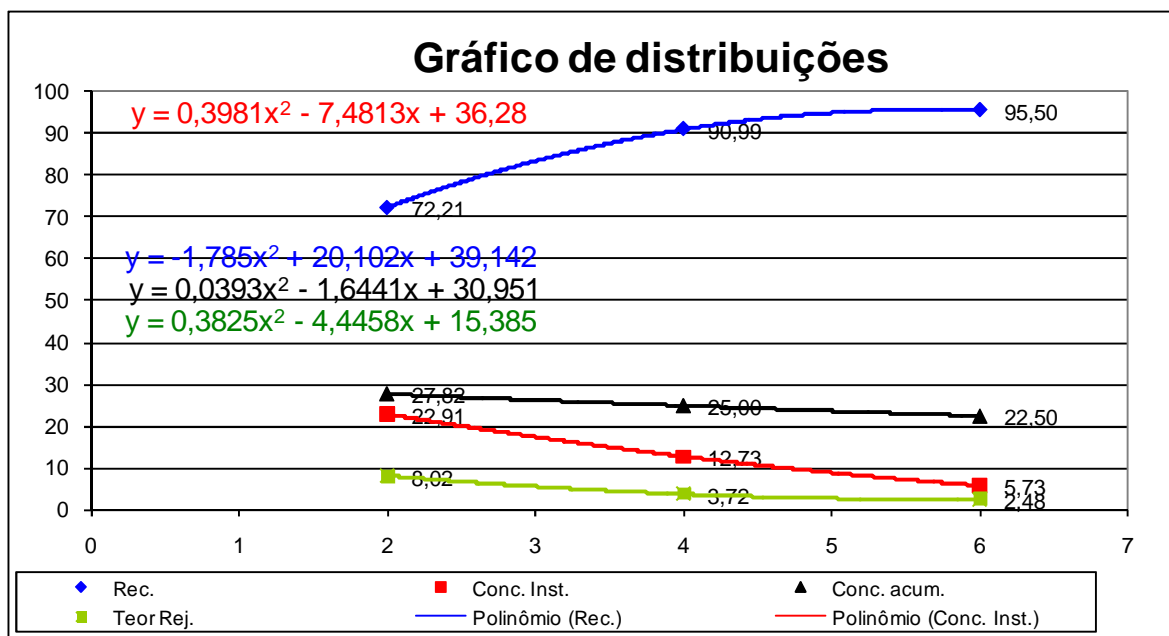
Correlação Sulfeto x **2,8**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	16,50	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	16,50	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15% de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15% de Zn
Rec. Glob. Média	51,48	15,12



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação n° **DSP1** Data: **23/7/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objetivo: **depressor silicato de sodio e poliacrllato**
 emulsão 1:0,16:0,4(respectivamente amina:diesel e MIBIC 300g/t 25m,l)

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	11,35	0,00			700	14,28	0	xx	250	8	500	45
Concentrado 02	2	xx	11,67	0,00			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,80	0,00			350	7,15	0	xx	125	4	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,52	0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	CaO	Zn	CaO
Alimentação calc.	941,7	100,0	16,22	11,10	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	941,7	100,0	16,22	11,10	100,0	100,0
Concentrado 01	314,3	33,38	31,05	6,10	63,9	18,3
Concentrado 02	148,6	15,78	22,94	7,63	22,3	10,8
Concentrado 03	94,2	10,00	9,77	13,07	6,0	11,8
Rejeito Final	384,6	40,84	3,09	16,05	7,8	59,0

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
0,68

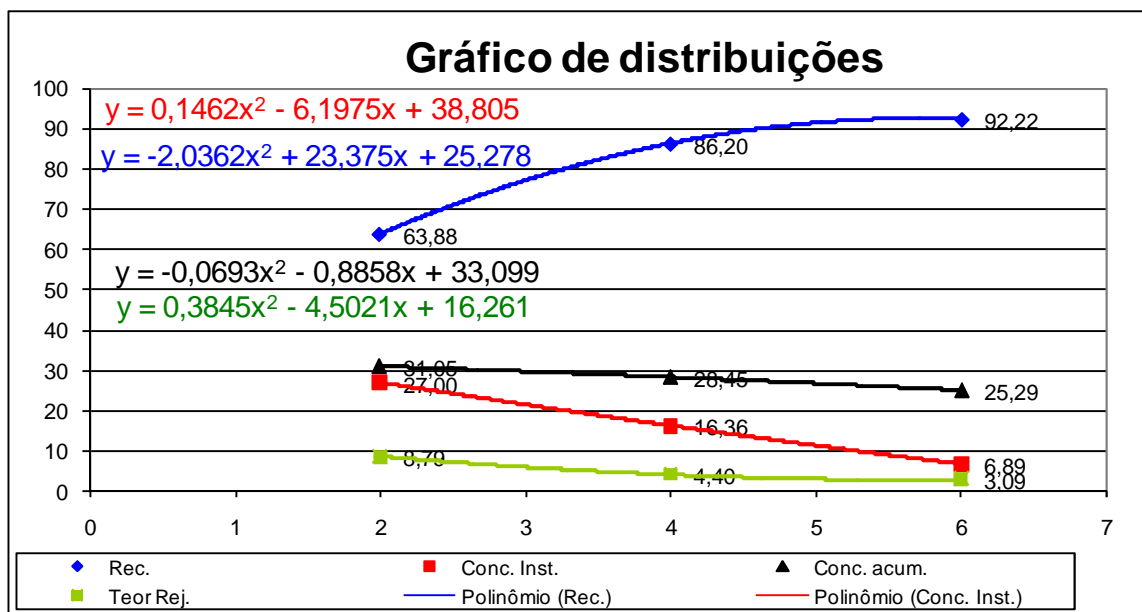
Correlação Sulfeto x **2,8**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	16,22	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	16,22	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	50,74	15,12



Cinética de flotação - willemita

Teste de Flotação n° **DSP2** Data: **23/7/2008**
 Amostra: **Willemita**
 Objetivo: **DEPRESSOR SILICATO DE SÓDIO E POLIACRILATO**
 emulsão 1:0,16:0,4(respectivamente amina:diesel e MIBIC 300g/t 25m,l)

Condições do Teste

Produtos	Tempo (min)	% sól.	pH		Reagentes g/t									
			Início	Fim	Redox		Sulf. Sódio		Barrilha		emulsão		Silicato	
					início	fim	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml	g/t	ml
Concentrado 01	2	xx	11,35	0,00			700	14,29	0	xx	250	10	1000	24
Concentrado 02	2	xx	11,67	0,00			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Concentrado 03	2	xx	11,80	0,00			350	7,15	0	xx	125	5	xx	xx
Rejeito Final	xx	xx	11,52	0,00			xx			xx	xx	xx	xx	xx

Resultados

Produto	Peso (g)	Peso (%)	Anál. Químicas (%)		Dist. (%)	
			Zn	MgO	Zn	CaO
Alimentação calc.	908,1	100,0	9,81	13,85	100,0	100,0
Lama	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
UF calculado	908,1	100,0	9,81	13,85	100,0	100,0
Concentrado 01	285,1	31,40	10,57	12,04	33,8	27,3
Concentrado 02	140,2	15,44	23,54	7,67	37,0	8,6
Concentrado 03	92,4	10,18	15,43	11,87	16,0	8,7
Rejeito Final	390,4	42,99	3,00	17,85	13,1	55,4

% sol. Alim. Inicial **30**

Relação Cao / Zn Alim. Flotação
1,41

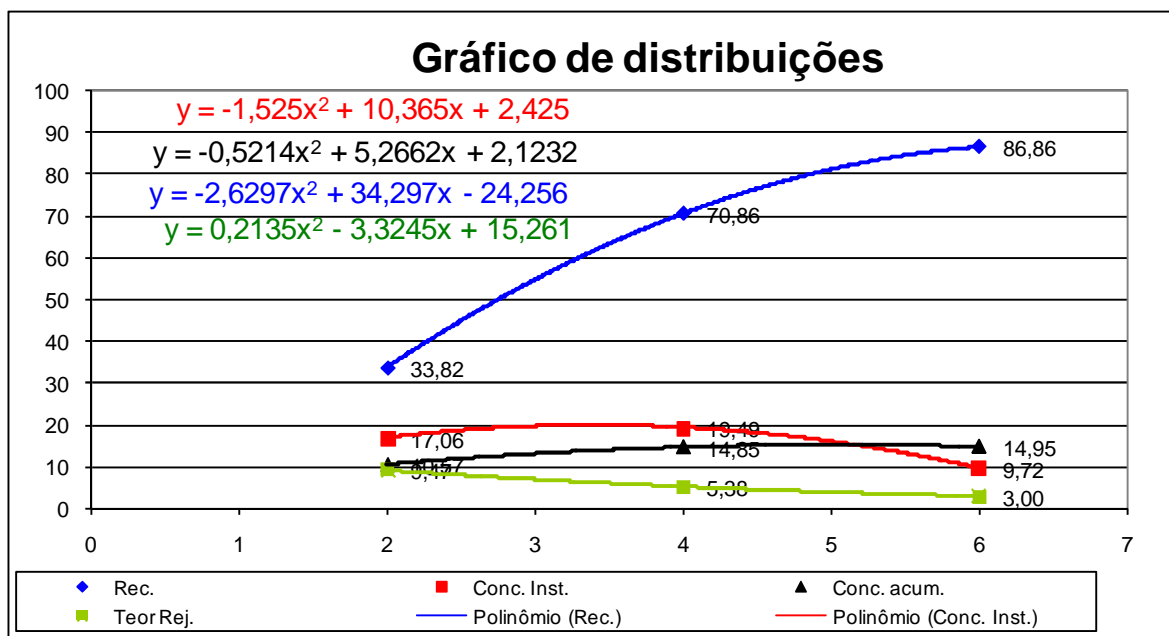
Correlação Sulfeto x **2,8**

Reagentes	Dos. Padrão (g/t)	Bancada (g/t)	Planta (g/t)	Correlação	Tempo ideal (s)	Rec.id.
Disp.	xx	xx	xx	xx	4,66	17,31
Sulf. Sódio	1400	1166		#DIV/0!		
Barrilha	0	0		#DIV/0!		
Amina	500	416		#DIV/0!		
MIBCOL	#VALOR!	#VALOR!		#VALOR!		

Tempo (min.)	Recup. %	Teor Inst.	Zn Alim.	Zn Acum.	Teor Rej.
4,33	15,12	11,63	9,81	11,67	10,89
5,07	20,03	10,90	9,81	12,48	10,82

Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual a 15 % de Zn
 Rec. Global p/ Teor de Conc. Inst. igual ao da Alim. Flot.

Estimativa da Recuperação Global de Zinco Circuito Fechado		
	Base Rec. Cleaner	Base Conc.Inst. igual a 15 % de Zn
Rec. Glob. Média	43,42	15,12
	71,71	



Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)