

GUILHERME MONTEIRO ROXO

**ANÁLISE ECONÔMICA DA CADEIA DE PRODUÇÃO E
COMERCIALIZAÇÃO DO ZINCO**

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo para obtenção do
diploma de Engenheiro de Produção

Orientador:

Prof. João Eduardo de M. P. Furtado

São Paulo

2004

TF-2004
R 81/a

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à minha família, que me apoiou durante toda a minha vida e me ajudou a superar todos desafios que se apresentaram.

Agradeço também às pessoas que foram importantes na realização deste trabalho de formatura:

Ao professor João Furtado pela orientação e pelas boas idéias.

Ao Maurício Pacheco e Vitor Hugo Castro, da Votorantim Metais, pelas explicações,

Ao Márcio Borrelli, Marcelo Serra e Roberto Yamada da Votorantim Metais, pela oportunidade de aprender durante o estágio na empresa,

Ao Paulo Funchal e ao Edu Bastos, pelas críticas, idéias e sugestões,

E finalmente, um agradecimento especial àqueles que enriqueceram toda a experiência da faculdade e contribuíram para que os cinco anos realmente valessem a pena: meus amigos André, Bruno, Carlos, Cláudio, Fabiano, Milton, Paulo, Patrick, Rodrigo, Rodolfo, Thiago e Vicente.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar o mercado de zinco e os fatores que influenciam na baixa elasticidade da oferta em relação ao preço.

Ao longo dos últimos 30 anos, verificou-se muitas vezes o excesso de oferta do produto. Mesmo com a conseqüente queda de preços, a produção mundial não é diminuída. Isso só contribui para agravar ainda mais a situação, fazendo com que muitos produtores tivessem prejuízos.

O trabalho procurou mostrar como as regras – *sui generis* – de formação de preços do minério e o relacionamento dentro da cadeia de produção, influenciam a correção ou o agravamento dos desequilíbrios entre oferta e demanda de zinco, atenuando ou acentuando a volatilidade do mercado.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to analyze zinc market and investigate the main factors that influence its low price-elasticity.

During the last 30 years, many times oversupply took place. Even with the resulting fall of prices, no significant amount of production was cut. The outcome of this behavior is the aggravation of price depression, causing huge losses to a large number of producers.

This work intended to show how the zinc ore pricing and the relationship within the production chain affect the smoothing or aggravation of imbalances of supply and demand, and the resulting effect on market volatility.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1 INTRODUÇÃO

1.1 Objetivo	1
1.2 Contexto histórico.....	1
1.3 Tendências.....	6
1.4 Comportamento dos preços	8
1.5 Definição do problema	12
1.6 Descrição da empresa.....	15
1.7 Processo de produção	21
1.8 London Metal Exchange (LME)	24

2 METODOLOGIA

2.1 Definição do tema e histórico da elaboração.....	25
2.2 Modelos utilizados	29
2.2.1 Modelo das forças competitivas de Porter	29
2.2.3 Modelo econômico	34

3 ANÁLISE DO PROBLEMA

3.1 O Mercado de Concentrado de Zinco.....	37
3.1.1 Receitas e Custos.....	39
3.1.2 O Treatment Charge (TC).....	41
3.1.3 Distorção no mercado devida ao treatment charge.....	42
3.1.4 Propostas	43
3.2 Análise quantitativa.....	44
3.2.1 Análise quantitativa do modelo atual	44
3.2.2 Análise de alternativas	47
3.2.3 - Impacto das alternativas nas estratégias das empresas.....	53
3.3 O Mercado de Concentrado de Cobre.....	55
3.3.1 Receitas e Custos.....	58

3.3.2 Análise comparativa dos contratos	60
3.4 Consolidação e integração	63
3.5 Aplicação do modelo de Porter na indústria de zinco	68
3.5.1 A Ameaça de Novos Entrantes	68
3.5.2 Rivalidade entre empresas existentes	69
3.5.3 A ameaça de produtos substitutos.....	70
3.5.4 Poder de negociação dos compradores	72
3.6 Análise econômica	74
4 CONCLUSÃO	
4.1 Discussão dos resultados	79
4.2 Análise crítica do trabalho.....	84
4.3 Sugestões de pesquisa	85
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1.1 – Utilização Industrial	2
Figura 1.1.2 – Produção Mundial de Zinco	3
Figura 1.1.3 – Produção Mundial de Minério de Zinco	3
Figura 1.3.1: Evolução da balança comercial chinesa de zinco	6
Figura 1.3.2 – Crescimento da demanda de zinco	7
Figura 1.5.1 – Preços metais	12
Figura 1.5.2 – Consumo x produção x preço	13
Figura 2.2.1: Modelo das cinco forças que dirigem a concorrência -	30
Figura 2.2.2 – Barreiras de entrada e saída.	32
Figura 3.1.1.1 – Fluxo de receitas	40
Figura 3.1.3.1 – Receitas e custos da mina e smelter	42
Figura 3.2.1.1 – Receitas Situação atual	46
Figura 3.2.1.2 – Divisão de valor (Situação atual)	46
Figura 3.2.2.3 – Divisão de valor (Alternativa A)	49
Figura 3.2.2.4 – Divisão de valor (Alternativa A)	49
Figura 3.2.2.5 – Receitas - Alternativa B	51
Figura 3.2.2.6 – Divisão de valor - Alternativa B	51
Figura 3.2.2.7 – <i>Treatment Charge</i> e LME – 1975-2003	52
Figura 3.2.3.1 – <i>Smelter</i> - alternativas	54

Figura 3.2.3.2– Mina – alternativas	54
Figura 3.3.1 – Fluxo de receitas – cobre	59
figura 3.6.1: Receitas e custos – mina	74
figura 3.6.2: Receitas e custos – <i>smelter</i>	75
Figura 3.6.3: Ponto de equilíbrio	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1.1 – Principais produtores de minério de zinco	4
Tabela 1.1.2 – Principais produtores de metal –2002	4
Tabela 1.4.1: Comparação das características dos produtos e mercados commodities e produtos sob medida	8
Tabela 3.2.1.1 – Situação atual – Simulação	45
Tabela 3.2.2.3 – Alternativa A	48
Tabela 3.2.2.4 – Alternativa B	50
Tabela 3.3.2.1 – <i>Payability</i> x rec. metalúrgica	60
Tabela 3.3.2.2 – preço constante x cíclico	61
Tabela 3.4.1 – Principais empresas – minério de zinco – 2003	63
Tabela 3.4.2 – Principais empresas – zinco refinado – 2003	63
Tabela 3.4.3 – Principais empresas – minério de cobre – 2003	64
Tabela 3.4.4 – Principais empresas – cobre refinado – 2003	64

Capítulo 1

1 INTRODUÇÃO

1.1 Objetivo

Este trabalho tem como proposta analisar o funcionamento do mercado de zinco a partir de dados históricos; verificar algumas hipóteses levantadas por especialistas do setor de *commodities* minerais sobre os mecanismos atuantes no mercado de concentrado; e discutir algumas alternativas que vem sendo propostas para o modelo atualmente vigente.

Existem muitas críticas sobre o modelo atual de comercialização, motivadas pela forte queda dos preços internacionais no período de 2001 / 2002. A idéia que permeia estas críticas é que a indústria do zinco é pouco reativa à demanda e constantemente produz um excesso de oferta, que acaba por derrubar os preços. Isto ocorreria por causa de uma visão de curto prazo, na qual realmente é possível obter alguns ganhos, mas que causariam prejuízos quando considerados períodos maiores. Essa divergência de objetivos para diferentes horizontes de tempo seria fruto da estrutura de poder no mercado e pelo sistema de comercialização do minério de zinco, que tem como principal componente o *treatment charge*.

1.2 Contexto histórico

O estudo da cadeia produtiva do zinco torna-se relevante para o setor industrial mundial, uma vez que este metal é um produto largamente utilizado na galvanização. Esse processo impede a oxidação do aço, gerando grande economia ao proporcionar maior durabilidade a estruturas metálicas para construção civil, chapas para indústria automobilística e linha branca, e peças diversas.

Além disso, o zinco também é utilizado em ligas, (latão, bronze e zamac¹), pigmentos, pilhas, fármacos, cerâmicas e produtos químicos.

O gráfico a seguir mostra a distribuição relativa da utilização industrial do zinco.

¹ Zamac: liga de zinco, alumínio, magnésio, e cobre

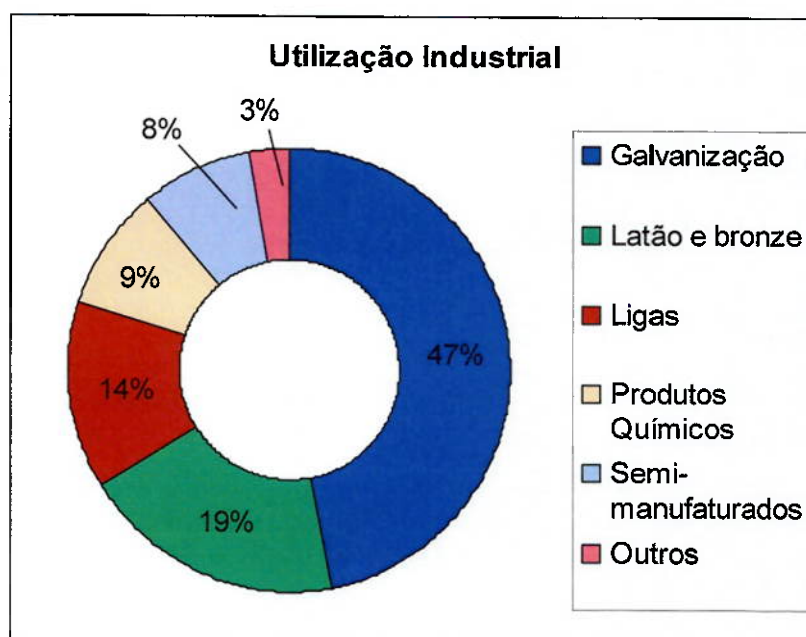


Figura 1.1.1 – Utilização Industrial – fonte: LME

Além desta importância técnica, as atividades de mineração e metalurgia do zinco geram receitas que, para alguns países, através das exportações, constituem parte significativa do seu produto interno bruto. A mineração e a metalurgia conformam duas atividades econômicas interdependentes e geram dois mercados: o de concentrado e o de metal refinado. Existem algumas empresas que atuam nos dois âmbitos, integrando a produção de minério e de metal. Cerca de 30% da produção mundial é realizada nestes moldes, segundo Brook Hunt, 2003.

Conforme dados do *International Lead and Zinc Study Group* (ILZSG), a produção mundial em 2003 foi de 9.863.000 toneladas métricas de zinco metálico, movimentando um valor próximo a US\$ 9 bilhões. As minas produziram um valor bastante próximo, 9.565.000 toneladas de zinco contido no concentrado.

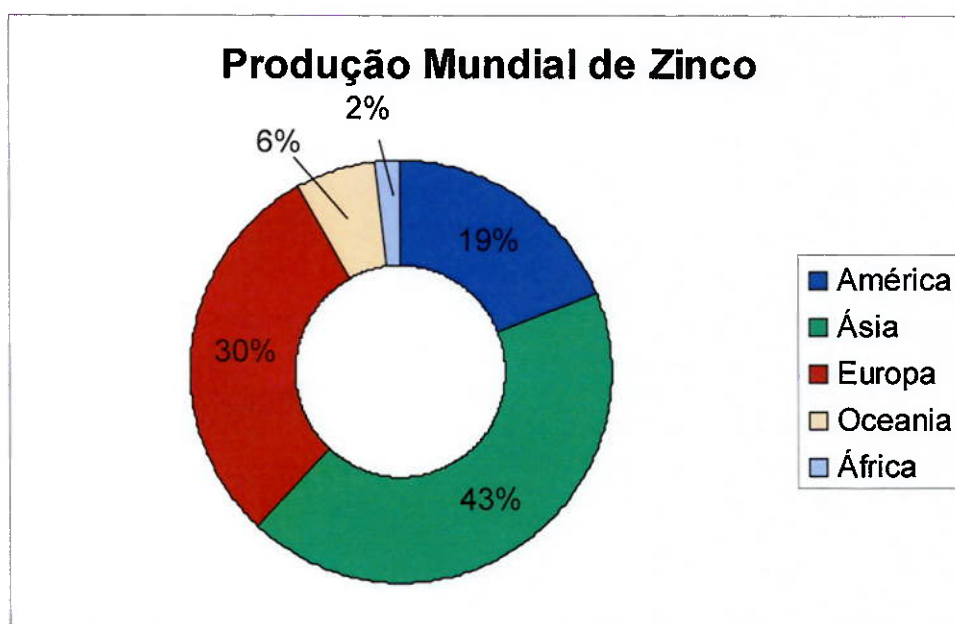


Figura 1.1.2 – Produção Mundial de Zinco – fonte: LME

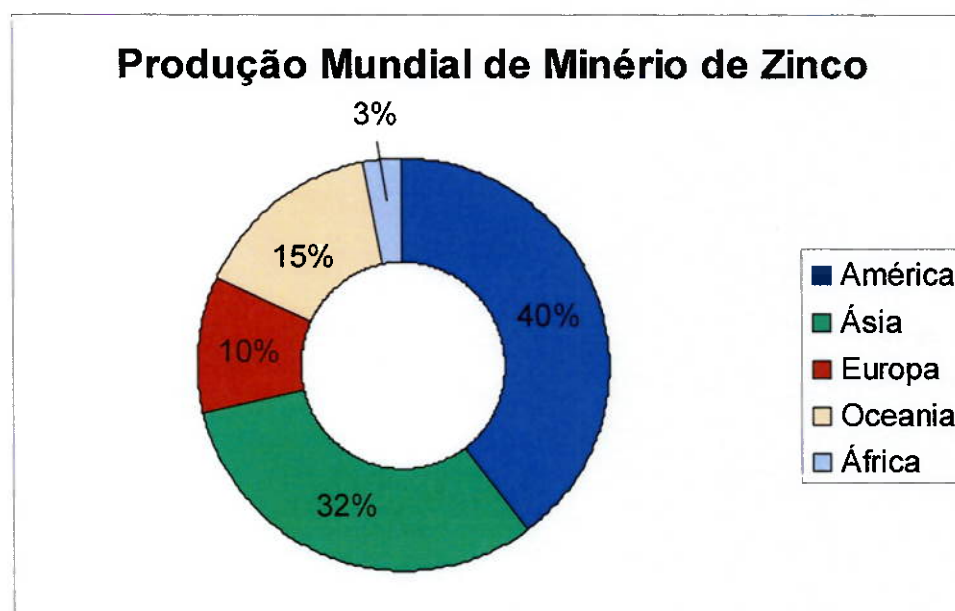


Figura 1.1.3 – Produção Mundial de Minério de Zinco – fonte: IZLSG

A seguir temos uma lista dos principais países produtores de minério e de metal, com suas respectivas participações no volume mundial. Interessante notar que alguns países se destacam como produtores de minério sem ter a mesma participação quando se trata de metal. O inverso também ocorre, com diversos países sem reservas minerais apresentando atuação significativa no mercado do zinco metálico.

	Kt Zn	% acum.
China	1.904	20%
Canadá	1.049	31%
Peru	1.018	42%
EUA	786	50%
México	410	54%
Cazaquistão	377	58%
República da Irlanda	266	61%
Índia	208	63%
Rússia	179	65%
Espanha	171	67%
Suécia	156	68%
Bolívia	151	70%
Polônia	144	71%
Brasil	115	72%
Outros	2.631	100%
Total	9.565	

Tabela 1.1.1 – Principais produtores de minério de zinco – fonte: BROOK HUNT, 2003

	Kt Zn	% acum.
China	2.105	21%
Canadá	754	29%
Japão	641	35%
Coréia do Sul	622	42%
Austrália	566	48%
Alemanha	353	51%
França	341	55%
EUA	331	58%
México	304	61%
Cazaquistão	289	64%
Bélgica	262	67%
Rússia	252	69%
Brasil	242	72%
Finlândia	235	74%
Outros	2.566	100%
Total	9.863	

Tabela 1.1.2 – Principais produtores de metal –2002 - fonte: BROOK HUNT, 2003

Estes dados referem-se ao local de produção, o que pode não coincidir com a origem do capital das empresas, já que diversas multinacionais atuam neste setor. Isto fica claro em casos como o Peru e o Cazaquistão, países que têm um papel importante nessa indústria, mas cuja produção é dominada por empresas estrangeiras.

No caso do Brasil, a única produtora é a Votorantim Metais, empresa 100% nacional e que depende de importações de concentrado para utilizar toda a sua capacidade de refino.

1.3 Tendências

Atualmente, o mercado de zinco, assim como todo o setor industrial, está sendo altamente afetado pelo rápido crescimento da economia chinesa, que foi de 7,5% ao ano em média nos últimos 5 anos, com a produção industrial crescendo cerca de 11% no mesmo período, conforme dados da AME Mineral Economics, 2003.

Com a abertura ao mercado internacional e a inclusão da China na Organização Mundial do Comércio, foi aberto um novo horizonte no comércio mundial. A previsão é que o país encerre 2004 importando ligeiramente mais do que exportando.

Os índices sociais também melhoraram. A renda média da população cresceu cerca de 5 vezes, e cerca de 400 milhões de pessoas saíram do estado de miséria absoluta.

Neste cenário, surge a necessidade de importações para sustentar o seu desenvolvimento industrial, o que se reflete praticamente em todos os setores da economia mundial.

No caso dos metais, não é diferente. O consumo dos chamados metais não-ferrosos cresceu dramaticamente nos últimos anos, fazendo o país deixar de ser exportador e passar a importar o zinco. A demanda de chumbo na China dobrou desde 2000. Do total de alumínio produzido no mundo, 20% é consumido nesse país, sendo que o crescimento

da importação foi de 2 milhões de toneladas nos últimos dois anos, segundo dados da LME, 2004.

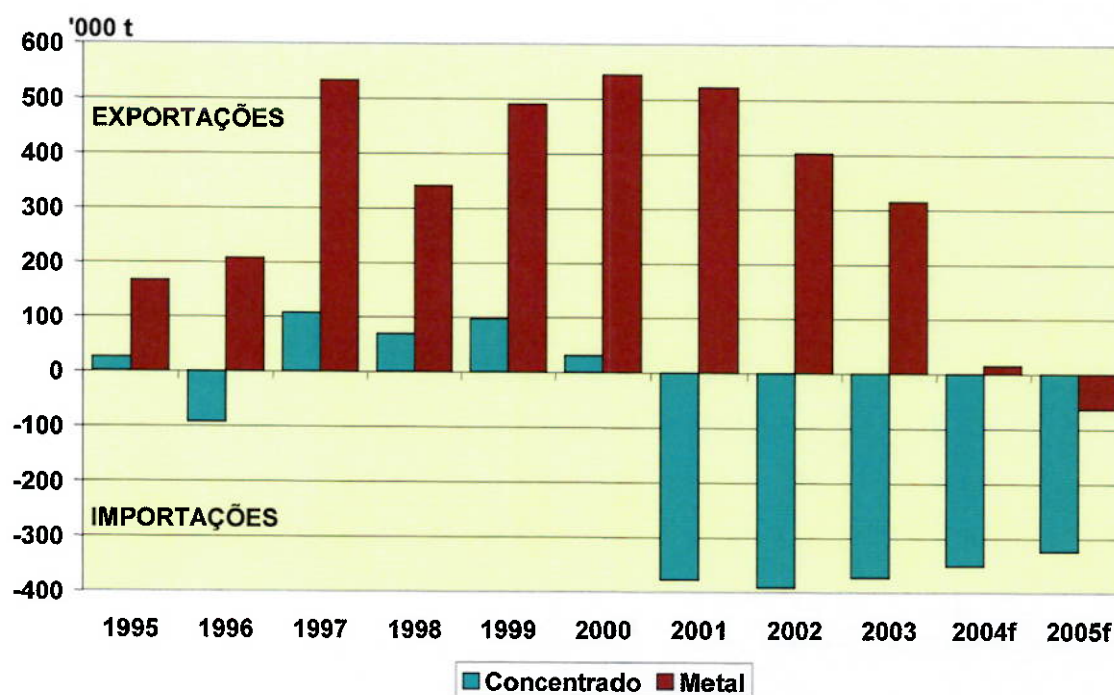


Figura 1.3.1: Evolução da balança comercial chinesa de zinco – fonte: (Brook Hunt, 2003)

O zinco tem tido uma crescente procura no mercado mundial, já que é largamente utilizado na galvanização do aço, cuja produção está intrinsecamente ligada ao crescimento industrial. Além disso, este método de proteção do aço está se popularizando na indústria, devido à sua ótima relação custo-benefício. Segundo dados da *AME Mineral Economics*, hoje, 80% do aço de um automóvel é galvanizado, contra apenas 20% há vinte anos atrás. Os anos 90 apresentaram um crescimento médio de 2,5%, número este que deve se manter ou mesmo aumentar.

De um modo geral, no Brasil e em muitos outros países emergentes, ainda há muito espaço para o crescimento do zinco, principalmente na galvanização. Este método de proteção do aço aos poucos vai se popularizando, mas ainda não faz parte da cultura

industrial desses países como já ocorre nos mais industrializados. Enquanto nos EUA o consumo de zinco per capita chega a 8,2 kg/habitante, no Brasil esse número é de apenas 4,1 kg/habitante.

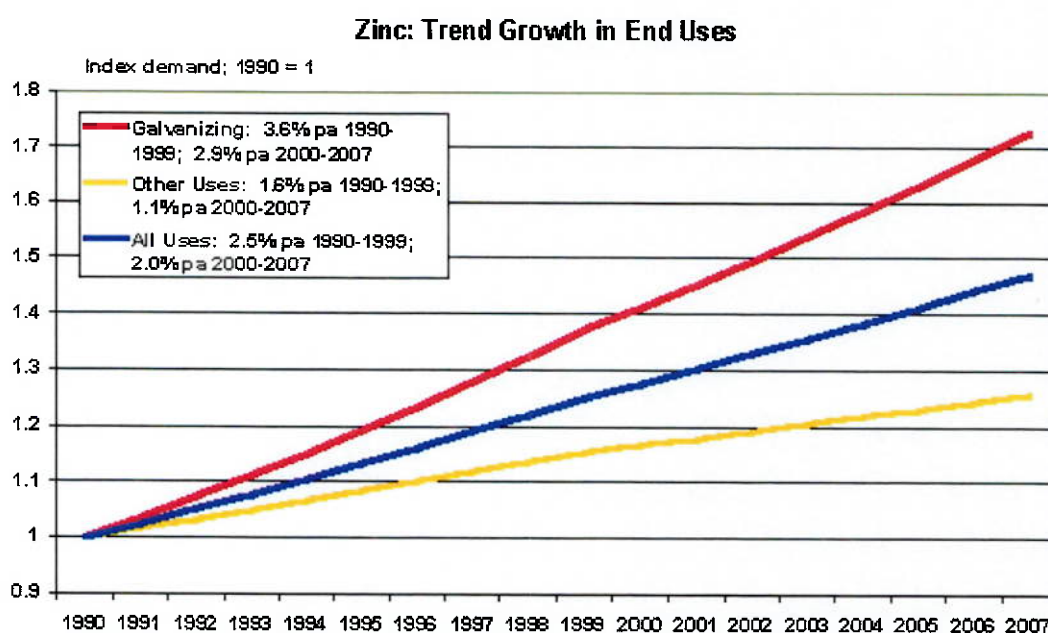


Figura 1.3.2 – Crescimento da demanda de zinco – fonte: AME Mineral Economics

1.4 Comportamento dos preços

Um dos mais importantes fatores para entender a dinâmica dos preços é saber diferenciar os produtos de uma empresa dos de seus concorrentes. Tal diferenciação pode ser vista como um espectro contínuo, que possui dois extremos. De um lado têm-se produtos sob medida (*custom products*) e do outro produtos não diferenciados (*commodity products*). Os primeiros são encomendados, tendo que respeitar certas especificações. Como exemplo, têm-se máquinas elétricas, produtos de caldearia, computadores, máquinas ferramentas, certos tipos de mobiliário. Já os produtos não diferenciados geralmente servem como matéria-prima para outras indústrias, tais como o cimento, aço, zinco e a soda cáustica.

A tabela 1.4.1 compara os ambientes de marketing das indústrias de produtos não diferenciados e da indústria de montagem e fabricação, mostrando as diferenças entre as duas categorias.

Produtos não diferenciados geralmente possuem um limitado número de tipos pertencentes a uma mesma família, enquanto os sob medida não apresentam essa limitação. Aqueles têm poucas mudanças na especificação do produto, enquanto os sob medida são projetados e especificados sob ordens de serviço. O ritmo de venda de produtos não diferenciados normalmente é constante, e feito em grande volume para vários clientes; já nos sob medida, as vendas são realizadas para um cliente particular através de encomendas eventuais. Produtos não diferenciados têm pequena relação valor/peso, a qual resulta em custos de transporte bem maiores que os sob medida.

Produtos não diferenciados	Produtos sob medida
<i>Marketing</i> coloca ênfase na disponibilidade e preço do produto	<i>Marketing</i> coloca ênfase nas características do produto
Poucos produtos	Muitos produtos
Poucas mudanças no projeto	Muitas mudanças no projeto do produto
Demanda derivada e constante	Demanda específica e eventual
Grande volume de vendas	Pequeno volume de vendas
Preços baixos por unidade	Preços altos por unidade
Custos de transporte relativamente altos	Custos de transporte relativamente baixos
Unidades não discretas	Unidades discretas

Tabela 1.4.1: Comparação das características dos produtos e mercados commodities e produtos sob medida - Fonte: Borges, 2001

O zinco, assim como outros metais, é uma *commodity*, ou seja, um produto padronizado, fabricado com qualidade idêntica por diversos fornecedores. Assim, a competição entre os fabricantes é dominada exclusivamente pelo custo e torna-se possível a negociação em bolsas internacionais, nas quais é definida uma cotação que é referência mundial, pois reflete o mais claramente possível o balanço entre oferta e

demanda. O zinco é negociado principalmente na London Metal Exchange (LME). As bolsas de *commodities* são o exemplo mais próximo do modelo teórico de mercado de concorrência perfeita.

Assim como outras *commodities*, o zinco tem um comportamento cíclico, razoavelmente similar aos das outras *commodities* metálicas, como o alumínio, chumbo e cobre, que são os chamados metais não-ferrosos.

Considerando longos períodos, como o século XX inteiro, percebe-se uma tendência geral de baixa nos preços. Esta tendência pode ser atribuída à evolução tecnológica e conseqüente redução dos custos de produção, o que permite também que haja uma elevação no nível de oferta suficiente para atender à demanda.

No caso de minerais metálicos, devemos ter em mente que o mercado é composto por duas partes, mineração e metalurgia, que em geral não são integrados. Assim, a dinâmica dos preços do zinco refinado também sofre a influência da situação do mercado de matéria-prima. O preço do minério concentrado tem sua dinâmica própria, que não segue necessariamente o preço do metal.

A definição de cotações de *commodities* é influenciada por previsões sobre demanda, oferta e estoques, sendo que para se elaborar estas previsões, utilizam-se uma miríade de informações técnicas e econômicas. São tantos fatores e tantas premissas, que o comportamento dos preços muitas vezes pode ser tratado de forma probabilística.

Diversos fatores influem diretamente nos preços:

- Oferta
- Demanda
- Custos de produção
- Valor do dólar frente a outras moedas

- Crescimento industrial

Poderiam ser citados diversos outros, e ainda assim seria impossível esgotar esta lista.

É importante ter em mente que cada empresa, seja ela vendedora, consumidora ou intermediária, como o caso de *traders* de *commodities*, transportadoras, etc., tem um acesso à informação e uma capacidade de análise diferente do ambiente do setor.

As *commodities*, como produtos não diferenciados e de alta liquidez, têm, portanto, alta volatilidade de preço em relação a produtos diferenciados. A variação é muito rápida, já que, a cada dia, têm-se um preço diferente, e, em grande parte das vezes, é impossível prever simplesmente se vai ser maior ou menor do que o anterior.

No longo prazo, as tendências tornam-se mais claras, mas ainda assim ocorrem muitas surpresas no comportamento dos preços.

Ao mesmo tempo, os produtos não-diferenciados são fabricados em massa, com alto nível de automação industrial e intensidade no uso do capital. Assim, as variações na oferta são muito mais lentas do que as tendências de preço. É técnica e economicamente inviável para grandes unidades industriais operarem em taxas de utilização muito diferentes ao longo do tempo.

Focando agora na indústria de metais, podemos citar, dentre as inúmeras restrições técnicas, principalmente os elevados tempos de processamento e transporte: é feito um planejamento bastante antecipado sobre o volume a ser produzido, devido a obrigações contratuais de compra e venda de minério, que muitas vezes tem de ser transportado entre diferentes continentes.

Com fator econômico principal, temos como principal limitante os custos fixos e ativos imobilizados, o que implica um valor de depreciação elevado. Nessa situação, uma mineradora ou refinadora de metais deve operar em alta taxa de utilização da

capacidade, para diluir os custos fixos em uma quantidade maior de produto e obter receita que cubra todos os seus custos.

Assim, percebe-se que a decisão de se fechar ou diminuir a produção é bastante complexa e sensível a um fator bastante imprevisível, que é o preço final.

Ao mesmo tempo em que a decisão é bastante difícil, ela é também de fundamental importância para a sobrevivência das empresas. Por isso, elas devem estar atentas ao ambiente e prontas para se adequar às tendências recentes, visando garantir seus resultados financeiros em um longo horizonte de tempo.

A volatilidade dos preços é uma preocupação constante para empresários e investidores do setor. Diversas crises já ocorreram, derrubando preços e obrigando o fechamento de diversas unidades industriais, na medida em que passaram a operar com o custo acima do preço.

1.5 Definição do problema

Em geral, a indústria de metais não-ferrosos é vista como bastante ineficaz nas respostas às mudanças do mercado. Quando há uma depressão de preços, demora-se muito para cortar a produção, inundando o mercado com volumes que não são absorvidos. Quando há um sinal de recuperação no equilíbrio entre oferta e demanda, também é gerado um excesso de investimentos em expansões e em novas unidades de produção, o que acaba por reverter a tendência de alta dos preços, segundo Brook Hunt, 2003. Em diversos estudos de empresas especializadas, como a própria Brook Hunt e AME Mineral Economics, cita-se a indústria do cobre como a mais reativa ao mercado e a do zinco como a menos reativa.

Os gráficos 1.5.1 e 1.5.2 foram elaborados com o objetivo de ilustrar essa situação.

Evolução dos preços - Metais Não-ferrosos

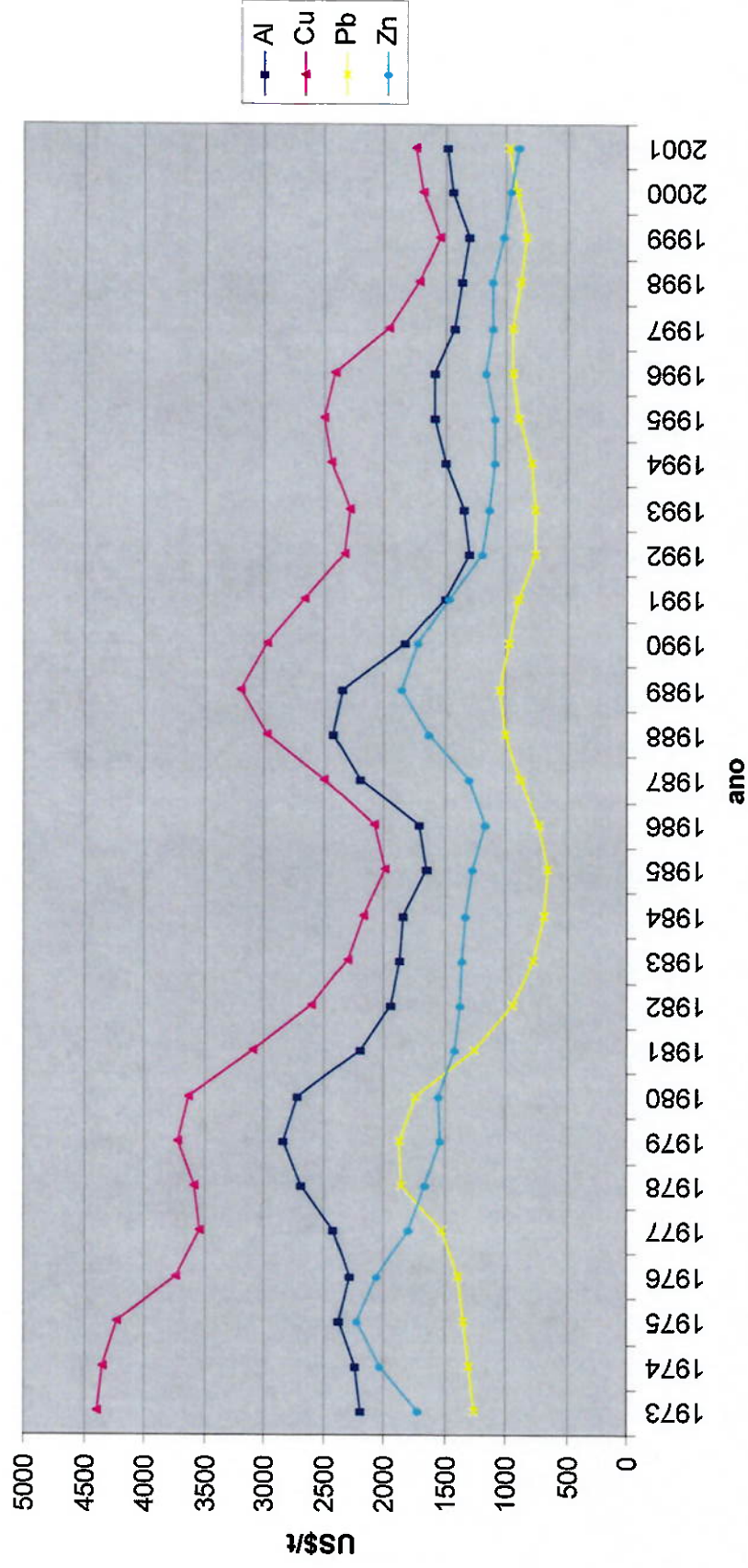


Gráfico 1.5.1 – Preços metais: fonte USGS

Zinco - Produção Consumo Preço

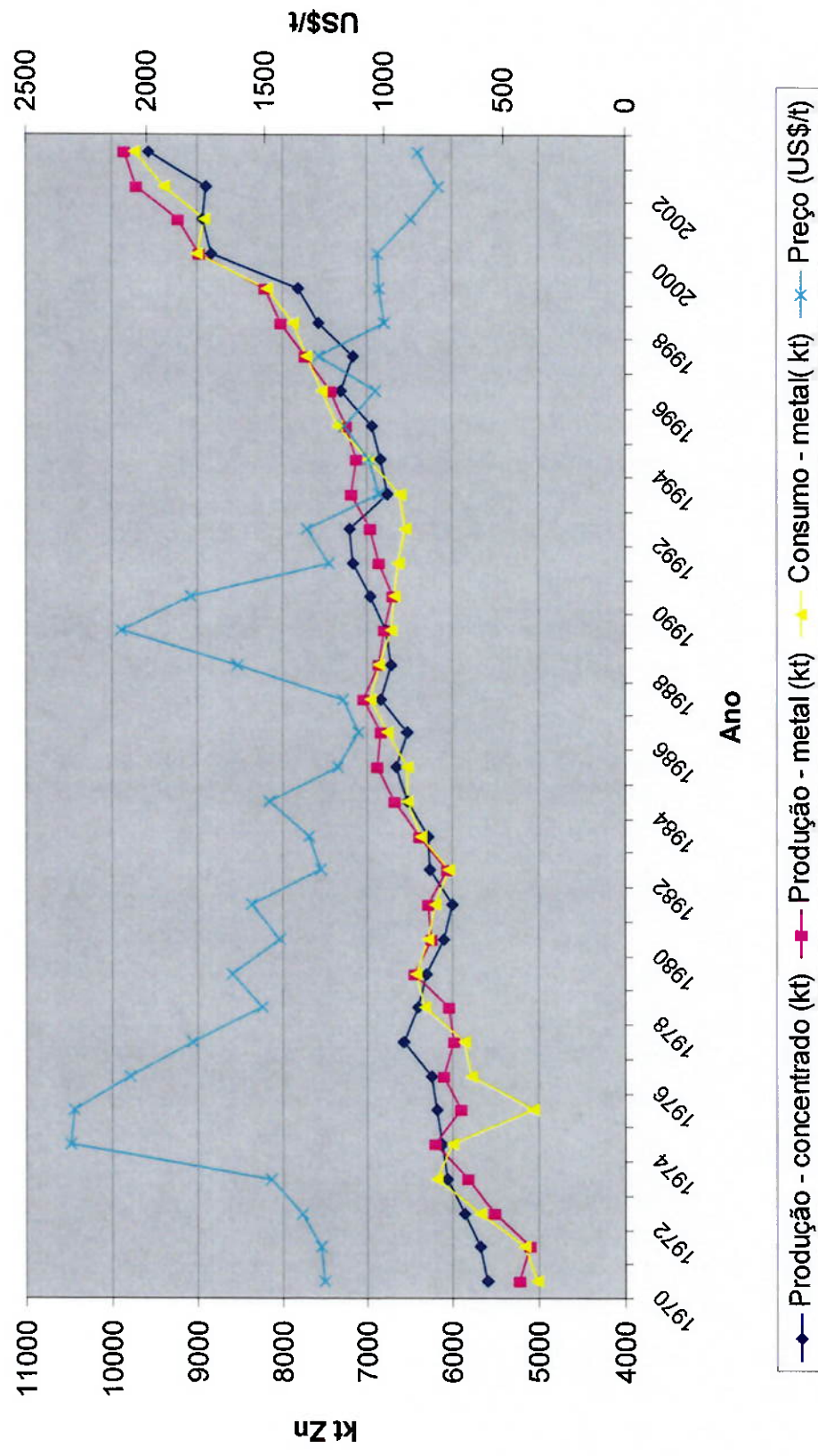


Gráfico 1.5.2 – Consumo x produção x preço: fonte USGS e AME Mineral Economics)

No primeiro temos uma comparação da evolução dos preços desde 1970 de alguns dos metais não-ferrosos negociados pela LME. Os dados aqui apresentados foram retirados do banco de dados da United States Geological Survey (USGS). Foram utilizadas médias móveis de 3 anos para suavizar a curva e mostrar mais claramente as tendências.

No segundo gráfico temos a série de preços do zinco plotada juntamente com as curvas de produção e consumo

Pode-se perceber que existem alguns períodos onde ocorreram picos para todos os metais, exceto o zinco, como nos anos de 1979 e 1995. Observando estes mesmos anos no gráfico 1.5.2, verificamos que nos anos imediatamente anteriores a estes picos, a produção de metal foi bastante superior ao consumo, caracterizando o excesso de oferta.

Outro ponto a destacar na evolução dos preços é o período 2001-2003. Enquanto houve uma tendência de aumento de valor para os outros metais, o zinco sofreu uma depreciação. Também se verifica no período a oferta em excesso do metal.

Exposta toda essa situação, o presente trabalho terá como objetivo responder as seguintes questões:

- **Como o sistema de precificação do concentrado influencia na baixa reatividade da indústria do zinco às flutuações na demanda?**
- **Como fazer para que a indústria ofereça respostas mais rápidas aos movimentos do mercado, diminuindo prejuízos?**

1.6 Descrição da empresa

Este trabalho foi realizado durante o estágio do autor na Votorantim Metais, empresa nacional de grande porte do ramo de mineração e metalurgia, pertencente ao grupo Votorantim.

A empresa atua na produção de níquel, zinco e aços longos, com fábricas e minas espalhadas pelos estados de São Paulo, Goiás e Minas Gerais. Atualmente é líder nacional nos mercados de zinco e níquel, detendo também uma parcela importante do mercado internacional.

No atual cenário econômico brasileiro, é uma das poucas empresas em franca expansão de seus negócios, o que é evidenciado pelo seu plano de investimento, que prevê mais de dois bilhões de reais para o período 2004-2008, sendo uma grande parcela desse valor destinada à ampliação de sua capacidade produtiva.

Um recurso adicional, que melhora a sua competitividade quanto aos custos de produção, é o fato da Votorantim Metais possuir diversas usinas hidrelétricas, que geram energia para seu consumo próprio. Novas usinas estão em fase de projeto.

A seguir, temos uma visão um pouco mais detalhada sobre as unidades de negócio da empresa:

1. Zinco

Os principais produtos deste negócio são:

- Zinco SHG: aplicado principalmente na galvanização e fundição de peças nas indústrias automobilística, construção civil, ferragens e linha branca.
- Óxido de zinco: aplicações farmacêuticas, cosméticos, borrachas, corantes, cerâmicas e indústria alimentícia.
- Zamac: liga de zinco com alumínio, cobre e magnésio. Utilizado em fundição sob pressão e por centrifugação.
- Ligas de zinco: aplicadas também na galvanização nas indústrias automobilística e de construção civil.

- Ligas especiais em pó: destinados ao mercado de pilhas, tintas e explosivos.
- Cádmio: tintas, pigmentos.
- Sulfato de cobre: agricultura e indústria química.
- Ácido sulfúrico e dióxido de enxofre: para produção de fertilizantes e conservantes.

Neste negócio, a Votorantim Metais possui duas empresas:

- Companhia Mineira de Metais

Fundada em 1956, hoje a Companhia Mineira de Metais (CMM) é líder mundial na produção de zinco a partir de minério silicatado, com participação de 65% no mercado nacional. Para manter-se na liderança, a CMM investe constantemente em tecnologia e qualidade, sendo reconhecida pelo certificado ISO 9002.

A Companhia está em pleno processo de crescimento. A demanda crescente levou a CMM a um projeto de expansão com investimento de cerca de 100 milhões de dólares, elevando sua capacidade produtiva de 110 mil para 160 mil toneladas anuais de zinco. Um novo estudo já avalia uma nova expansão com o objetivo de atingir 220 mil toneladas ano em 2004. Suas unidades industriais localizam-se em três cidades mineiras: Três Marias, Vazante e Paracatu.

Toda a tecnologia empregada nos processos produtivos pela CMM pode ser verificada na planta de Três Marias. Ela é a única unidade industrial do mundo capaz de tratar, de forma integrada, os concentrados de zinco silicatado e sulfetado. Sendo a primeira no Brasil a implantar a eletrólise no processo de metalurgia de zinco, a CMM sempre investiu muito na ampliação de sua capacidade produtiva. Em 1970, sua produção era de 10 mil toneladas de zinco metálico em lingotes, subindo para 90 mil toneladas em 1993 e 116 mil em 2000.

O suprimento de concentrados da CMM, feito, principalmente, a partir da produção de suas próprias minas, tem qualidade garantida, além de assegurar à Empresa maior competitividade. As minas de Vazante e de Morro Agudo são responsáveis pelos concentrados de silicatados e sulfetados, respectivamente, que abastecem a planta metalúrgica de Três Marias. Produzindo desde a década de 60, a mina de Vazante é a maior jazida brasileira de minério de zinco. Com a expansão atualmente em andamento, sua capacidade aumentará de 62,5 mil toneladas para 102 mil toneladas anuais de minério de zinco contido, destacando-se entre as maiores da América Latina

- Companhia Paraibuna de Metais

Adquirida recentemente pelo grupo, a CPM é constituída por uma única unidade industrial, em Juiz de Fora (MG), onde o zinco é produzido a partir de concentrado importado. Sua capacidade de produção é de 100 kt/a (mil toneladas por ano), exportando aproximadamente 10% deste total. Produz ainda 120 kt/a de ácido sulfúrico, que é obtido como subproduto na eletrólise do zinco. Ao contrário da CMM, a CPM utiliza concentrado de zinco importado como matéria-prima.

As instalações da CPM consistem, basicamente, em um ustulador de leito fluidizado, uma planta de ácido sulfúrico, uma unidade para produção de dióxido de enxofre (SO₂) líquido, uma planta de lixiviação e purificação, uma unidade de refino eletrolítico, uma planta de fundição de zinco e ligas especiais, uma unidade para produção de pó de zinco e uma planta para tratamento e recuperação de concentrados de chumbo e prata.

Juntas, as duas empresas dominam 88% do mercado nacional e 2,8% do mercado mundial.

2. Níquel

A Votorantim Metais, por meio da Companhia Níquel Tocantins, produz:

- Níquel: empregado para conferir resistência à corrosão e oxidação em metais, e também na galvanoplastia e processos químicos.
- Cobalto: utilizado em ligas para diversas aplicações.

A Companhia Níquel Tocantins é a maior produtora de níquel eletrolítico do País, com uma produção de 16 mil toneladas anuais de níquel e 600 toneladas de cobalto, e tem suas operações voltadas principalmente para o mercado internacional (EUA e Ásia), exportado 62% de sua produção.

Com investimentos de 500 milhões de dólares entre 1982 e 1997, a CNT passou por três expansões, que possibilitaram um aumento na capacidade produtiva de 5 mil para 17,5 mil toneladas por ano. Assim, a CNT consolida sua posição entre os maiores produtores mundiais, num mercado extremamente competitivo.

Em suas unidades industriais, a CNT busca assegurar a cultura do desenvolvimento sustentado, respaldado pela sua política de HSMQ. Expressivos investimentos na gestão ambiental, traduzidos por inovações tecnológicas, programas e ações educacionais, de forma a garantir o desenvolvimento tecnológico, o bem-estar das comunidades e melhorias contínuas do meio ambiente.

A unidade metalúrgica da CNT fica no Estado de São Paulo e tem capacidade instalada de 17.500 toneladas de níquel e 800 toneladas de cobalto por ano. Pioneira na produção de níquel e cobalto eletrolítico, a CNT alcança um padrão de qualidade cada vez mais acurado em sua produção, garantindo os mais altos índices de rendimento metálico do mundo e mantendo sua posição de destaque no mercado.

Na década de 60, tiveram início as atividades da Votorantim nas minas na região atualmente conhecida como Niquelândia, no Estado de Goiás. As reservas dessas minas garantem à CNT uma autonomia de mais cinquenta anos. A unidade de Niquelândia é responsável pela extração de minério e pela produção do carbonato de níquel, que

abastecem a usina metalúrgica em São Paulo. A capacidade instalada atual é de 40 mil toneladas por ano.

3. Aços longos

A produção de aços longos é realizada na unidade industrial da Siderúrgica Barra Mansa, fundada em 1937 na cidade de Barra Mansa (RJ) e que se encontra hoje entre os três maiores produtores de aços longos do País.

Do seu tímido início, a SBM desenvolveu-se rapidamente, atingindo 250 mil toneladas de capacidade de produção em 1970. Durante seu crescimento, a SBM antecipou-se muitas vezes ao mercado, de forma inovadora e pioneira, sendo a primeira siderúrgica na América Latina a adotar o sistema de sopro de oxigênio e lingotamento contínuo em sua aciaria. Atualmente com produção de cerca de 400 mil toneladas ano, 70% da matéria-prima da SBM vêm de sucata gerada pela sociedade, a qual recebe de volta novos produtos voltados principalmente para a construção civil.

A distribuição dos produtos da SBM, é feita em rede própria de filiais de venda estrategicamente posicionadas nas Regiões Sudeste e Sul, complementada por terceiros. Mais um diferencial que contribui para a sua competitividade.

Com certificação ISO 9002 desde janeiro de 1997, os produtos da Siderúrgica Barra Mansa são também qualificados pelo Instituto Brasileiro de Qualidade Nuclear (IBQN) e pelo Instituto Argentino de Normalização (IRAM).

Seus produtos são divididos em duas linhas:

- Linha Construção Civil

A Linha Construção Civil apresenta a qualidade atestada pelo certificado ISO 9002, de acordo com padrões internacionais.

Principais produtos:

- Vergalhões CA 50
- Vergalhões CA 60
- Arames Recozidos
- Barra de Transferência (Transfer 25)

- Linha Indústria

Assim como a Linha Construção Civil, a Linha Indústria apresenta a qualidade reconhecida pelo mercado e atestada pelo certificado ISO 9002, de acordo com padrões internacionais.

Principais produtos:

- Perfil I
- Perfil U
- Cantoneiras de Abas Iguais
- Fio-Máquina

1.7 Processo de produção

O zinco apresenta-se na natureza principalmente sob as formas:

- Minério Sulfetado

A esfarelita, sulfeto de zinco, é a principal espécie minerológica de zinco e apresenta-se muitas vezes associada a sulfetos de chumbo, cobre e ferro. Os minérios

sulfetados são ocorrências primárias de zinco, com teores médios de 5% de Zn contido, e normalmente obtidos através de lavra subterrânea, sendo responsáveis por cerca de 90% da produção mundial de concentrado.

- Minério Oxidado

Constitui-se de calamina, silicato hidratado de zinco e willemita, silicato de zinco, associadas a carbonato de zinco. Os minérios oxidados são ocorrências secundárias de zinco, encontradas em depósitos superficiais sendo resultantes da alteração do minério sulfetado.

Os corpos de minério oxidado são algumas vezes de maior expressão econômica do que os de minério inferior sulfetado, principalmente em razão da maior facilidade de lavra e da mais alta concentração do metal, variando de 15 a 40% de Zn contido. Após a lavra, o minério de zinco é beneficiado através de britagem e moagem, passando posteriormente pelo processo de flotação, para separação do zinco dos outros minerais com valor econômico como minerais de cobre, chumbo e de prata.

O concentrado de sulfeto de zinco obtido contém entre 30% e 56% de Zn, sendo um produto comercializado internacionalmente para processamento nas unidades metalúrgicas (*smelters*). Estas localizam-se de preferência junto ao mercado consumidor.

Zinco Primário

Existem dois processos básicos de produção de zinco primário, o processo pirometalúrgico, responsável por cerca de 20% da produção mundial de zinco e o processo hidrometalúrgico, o mais utilizado no mundo.

- *Processo Pirometalúrgico*

O concentrado de zinco, quando sulfetado, é submetido inicialmente à ustulação oxidante na presença de oxigênio, obtendo-se óxido de zinco e SO₂.

Esta etapa não se faz necessária no caso do minério já oxidado. Após aglomeração do óxido, este é processado com coque em alto-forno produzindo-se vapor de zinco que é condensado para obtenção do zinco metálico com cerca de 98% de pureza.

Dependendo da pureza desejável para o zinco, este é submetido ao processo de refino, que consiste em nova ebulição para formação de vapor de zinco e posterior condensação, obtendo-se zinco com 99,95% de pureza.

· *Processo Hidrometalúrgico*

Em linhas gerais, o processo de extração hidrometalúrgica do zinco consiste em obter-se uma solução de sulfato de zinco, tão pura quanto possível, e em precipitar o zinco metálico da solução, através de eletrólise. Deste modo o processo compreende os seguintes estágios:

- Ustulação do concentrado sulfetado, a fim de transformar o sulfeto em óxido, que é solúvel em ácido. Este estágio é dispensado no caso de concentrado oxidado.
- Lixiviação do material oxidado obtido com ácido sulfúrico obtendo-se solução de sulfato de zinco.
- Purificação da solução de sulfato de zinco, sendo o método mais utilizado o da adição de pó de zinco para precipitação de impurezas como cobre, cádmio, cobalto e níquel.
- Eletrólise da solução de sulfato de zinco com regeneração do ácido, que é reutilizado na lixiviação. Obtêm-se cátodo de zinco com 99,99% de pureza.
- Refusão dos cátodos para produção do zinco nas formas usuais de lingotes ou placas.

Zinco Secundário

O zinco secundário ou zinco reciclado é responsável atualmente por até 10% do suprimento mundial de zinco.

O zinco pode ser reciclado indefinidamente sem perda de suas propriedades físicas e químicas, sendo por isso crescente a quantidade do zinco recuperado mundialmente. Entretanto, nem todos os produtos de zinco são fontes potenciais de sucata; o zinco é reciclado principalmente do latão e do bronze, de peças fundidas e do aço galvanizado, incluindo tubos, eletrodomésticos e componentes elétricos. Ressalte-se, também, o zinco proveniente do seu próprio processo industrial.

1.8 London Metal Exchange (LME)

A London Metal Exchange é o principal mercado de metais não-ferrosos do mundo, sendo responsável por um volume de negócios de US\$ 2.000 bilhões por ano, envolvendo os produtos zinco, níquel, chumbo, alumínio, cobre, estanho, liga de alumínio e NASAAC (North American Special Aluminium Alloy). Basicamente, é uma bolsa de mercadorias e futuros que define preços que serão usados como *benchmark* em todo o mundo.

Seus principais objetivos são:

- Proteção (*hedging*): proporcionar um mercado no qual os participantes podem se proteger contra variações nos preços, por meio da negociação de opções e contratos futuros.
- Precificação (*pricing*): estabelecer preços aceitos globalmente, para serem usados como referência em contratos envolvendo a indústria de metais.
- Disponibilização (*delivery*): manter depósitos em locais estratégicos para permitir aos participantes do mercado enviar ou receber as marcas aprovadas

Além destas atividades, a bolsa divulga relatórios com informações consolidadas sobre os preços e volumes negociados e ainda análises sobre o mercado.

A LME desenvolve contratos-padrão para a compra e venda de metais de marcas aprovadas, que devem seguir rigorosos padrões de qualidade. Os metais são armazenados em depósitos aprovados pela LME para facilitar a liquidação dos contratos. A Bolsa tem mais de 350 depósitos oficiais em 42 localidades em 12 países. As mercadorias armazenadas nestes depósitos devem ser de marcas aprovadas, de acordo com as especificações de qualidade, formato e peso presentes nos contratos negociados.

Apesar disso, poucos contratos resultam em uma efetiva entrega física do metal. A maioria é vendida novamente antes do vencimento com o propósito de se fazer *hedge*.

Para que um produtor possa participar da LME, ele deve submeter seu produto à inspeção de compradores membros da bolsa. Assim, pode-se garantir a homogeneidade dos produtos, já que os metais são *commodities*.

Histórico

Os metais eram negociados na Royal Exchange, fundada em Londres em 1571. Em 1877, foi aberta a London Metal Market and Exchange em resposta ao crescente consumo de metais decorrente da Revolução Industrial. Esta demanda requeria grandes volumes de importações. Os investidores eram, portanto, expostos a um risco significativo neste processo, não apenas pelos riscos associados ao transporte mas também porque os preços podiam variar muito entre o pagamento do material e sua entrega no país.

Os negociadores passaram então a comprar e vender contratos futuros para tentar se proteger do risco de preço. Inicialmente eles se reuniam em cafés, mas em seguida a LME foi fundada, para regulamentar a atividade, estabelecendo um lugar e horário específicos para negociação e especificações padronizadas para os contratos.

Com o desenvolvimento da bolsa, mais e mais produtos foram sendo comercializados por diversos setores da indústria.

Capítulo 2

2 METODOLOGIA

2.1 Definição do tema e histórico da elaboração

O tema deste trabalho foi definido a partir da oportunidade do autor de estagiar na área de Engenharia da Votorantim Metais, empresa atuante nos setores de mineração e metalurgia, produzindo níquel, zinco e aços longos. Uma vez na empresa, o autor começou a buscar o tema para este trabalho e após algumas idéias, foi sugerido que se realizasse uma pesquisa sobre os custos de projetos de expansão de plantas de zinco e níquel.

Para tanto o autor começou a procurar os consultores internos de negócios, que sugeriram reunir material informativo que havia na empresa, principalmente alguns *reports* da Brook Hunt, que é a mais conceituada consultoria atuante no mercado de metais do mundo.

Ao iniciar a pesquisa nestes relatórios e tomar contato com o ambiente do mercado, surgiu o interesse do autor sobre a forma de relacionamento comercial na cadeia produtiva do zinco, que pareceu bastante incomum à primeira vista. Ao mesmo tempo, o tema inicialmente sugerido, mostrou-se pouco factível, devido à falta de dados confiáveis e com abrangência mundial.

Com o interesse sobre o tema, o autor passou a verificar a viabilidade de se realizar o trabalho. Na empresa havia um bom acesso a informações com abrangência e confiabilidade, além de dados numéricos para fundamentar as análises. Assim, foi definido como tema o estudo dos fatores que influenciam a resposta da indústria do zinco frente ao comportamento dos preços e da demanda. Com o amplo acesso aos dados globais, o escopo geográfico do trabalho foi definido como mundial, e não apenas restrito à Votorantim Metais.

Primeiramente, foi feito uma releitura e um resumo de todo o material coletado na empresa, o que já permitiu definir uma direção básica para o trabalho já com a fundamentação específica sobre o setor e alguns dados numéricos. Foram então elaboradas pelo autor algumas planilhas para se verificar quantitativamente as

hipóteses e propostas contidas nesta bibliografia. Com isto, ficaram desde então organizadas e consolidadas as informações sobre o zinco, ou seja, as análises preliminares e as bases para o estudo dos mecanismos de partilha do valor na cadeia produtiva.

O esforço então passou a ser em como continuar as análises baseadas na bibliografia disponível na empresa. A sugestão do orientador deste trabalho, foi a de comparar os mecanismos do mercado de zinco com os de outras *commodities* e tentar relacionar os sistemas de cada mercado com as tendências de preço.

Primeiramente, foi sugerido buscar os dados sobre as principais *commodities* agrícolas e minerais negociadas internacionalmente. Após alguma pesquisa inicial na internet e uma reflexão, foi decidido abortar essa comparação com as cadeias de produção agrícolas pelo seguinte motivo: o objetivo do trabalho era analisar as relações entre os produtores de matéria-prima e os de produto acabado, e no setor agrícola, freqüentemente, a estrutura de poder é bastante desbalanceada. Ou seja, de um lado das negociações temos milhares de produtores agrícolas (fazendeiros), muitas vezes isolados e, de outro, grandes empresas (às vezes até multinacionais) dominando grande parte do mercado comprador. Essa estrutura é bastante diferente do que ocorre com a mineração e metalurgia, na qual, pela necessidade intensiva de capital, temos empresas de grande porte dos dois lados.

Se por um lado isso foi um revés, frustrando uma expectativa, por outro, chamou a atenção justamente para a importância do poder de barganha dentro da cadeia produtiva, fator que teve sua relevância analisada neste trabalho. Dessa forma, foi possível também relacionar mais diretamente o problema estudado com as disciplinas do Departamento de Engenharia de Produção, ao identificar a adequação da análise ao consagrado estudo das forças competitivas, de Michael Porter, no contexto do trabalho.

Assim, foi decidido que a comparação seria restrita aos metais. Nesse ponto, era necessário então obter informações análogas às que já estavam disponíveis para o zinco. Na própria empresa, havia disponibilidade de informações sobre o níquel e o aço, que também foram descartados. No caso do níquel, a produção mundial é

bastante inferior à do zinco e a volatilidade do seu preço é elevadíssima, o que dificulta muito o entendimento de seu mercado. Para o aço, ocorre o contrário, a escala de produção é muito maior e seu funcionamento bastante distinto. O mais razoável seria então tentar uma comparação com os chamados metais-base, ou metais não-ferrosos, que são o alumínio, o cobre e o chumbo. Estes têm uma escala e cadeia de produção mais semelhante às do zinco e são também negociados na London Metals Exchange.

Seguiu-se então um período de pesquisa para se chegar a estas informações. Foram realizadas primeiramente pesquisas na internet, por meio das quais foram identificadas as prováveis fontes de informação, a saber, principalmente estudos de consultorias do setor de mineração e metalurgia. Estes relatórios foram procurados nas bibliotecas da USP, incluindo as das faculdades de Economia, Administração e Contabilidade, Engenharia de Produção, de Minas e Metalúrgica e Geologia, além da biblioteca da Associação Brasileira de Metalurgia (ABM). Essa busca, no entanto, não teve muito sucesso. No meio acadêmico, e mesmo na ABM, o que predomina são alguns periódicos, anuários estatísticos ou livros acadêmicos, que não abordam a realidade do mercado de metais. Estas publicações foram úteis para montar uma visão geral do mercado de estudado, mas traziam algumas limitações:

- Eram puramente acadêmicas ou tecnológicas, não tratando do mercado real,
- Eram apenas compêndios estatísticos, sem análises muito profundas ou,
- Eram notícias sobre o setor, com um nível de profundidade aquém do necessário para o trabalho.

Estas dificuldades provavelmente são devidas ao alto preço que as empresas especializadas em pesquisas de mercado cobram pelos relatórios completos e consistentes.

Ante a estes obstáculos, foram incluídas apenas algumas informações sobre o mercado de cobre, as quais foram obtidas em *websites* que ofereciam confiabilidade,

porém sem a mesma abrangência da literatura disponível na Votorantim. Ainda assim, foi possível montar um quadro comparativo adequado às análises.

Como última parte do trabalho, foi realizada uma análise das estruturas dos custos das minas e *smelters*. Essa parte foi bastante importante para o entendimento das regras de venda de concentrado.

Dados numéricos

Uma boa fonte de dados sobre *commodities* minerais foi o *site* do United States Geological Survey, no qual é possível encontrar séries históricas de produção, de estoques, comércio exterior, consumo aparente, etc. para o mercado americano. Os dados sobre produção mundial e preços internacionais também foram retirados desse site.

No caso dos preços dos metais não-ferrosos, é importante destacar que o preço no mercado interno de um país difere do preço internacional nas bolsas, devido ao prêmio que é cobrado para a venda doméstica. Porém, para o caso estudado, não há uma diferença significativa nos movimentos ao longo do tempo, apesar de que os valores absolutos são ligeiramente diferentes.

As análises e simulações presentes no capítulo 3 foram todas elaboradas pelo autor, baseando-se nos conceitos apresentados na bibliografia.

Para a análise dos custos, foram usados dados estimados a partir de informações internas da empresa e também alguns relatórios de empresas publicados na internet. Estes dados foram suficientes, já que a idéia era montar apenas uma comparação qualitativa das estruturas de custo, e foi possível chegar a conclusões significativas.

2.2 Modelos utilizados

2.2.1 Modelo das forças competitivas de Porter

Será discutido a seguir, de forma sucinta, um Modelo para Análise da Estrutura de uma Indústria idealizado por Michael Porter. Por ser uma metodologia genérica e aplicável a todo tipo de indústria, muitas de suas definições não serão relevantes para o entendimento do segmento a ser estudado nesta dissertação, mas ainda assim é válido como um balizador para a apresentação de várias informações.

Desde já, é importante ressaltar que a definição de indústria não é trivial nem consensual. Fixar seus limites é, portanto, uma tarefa complexa e motivo de debates intermináveis.

É fundamental deixar claro que o conceito de indústria, neste modelo assim como em todo este trabalho, significa não uma empresa, mas sim todo um setor industrial, conforme Laurindo & Carvalho, 2003.

Esta análise fundamenta-se no entendimento de cinco forças competitivas que serão descritas a seguir (figura 2.2.1). O conjunto desse grupo de forças determina o potencial de lucro final na indústria medido em termos de capital investido. A análise estrutural tem como objetivo identificar as características básicas da indústria com foco na sua economia e tecnologia, por considerar estes fatores preponderantes na determinação do ambiente.

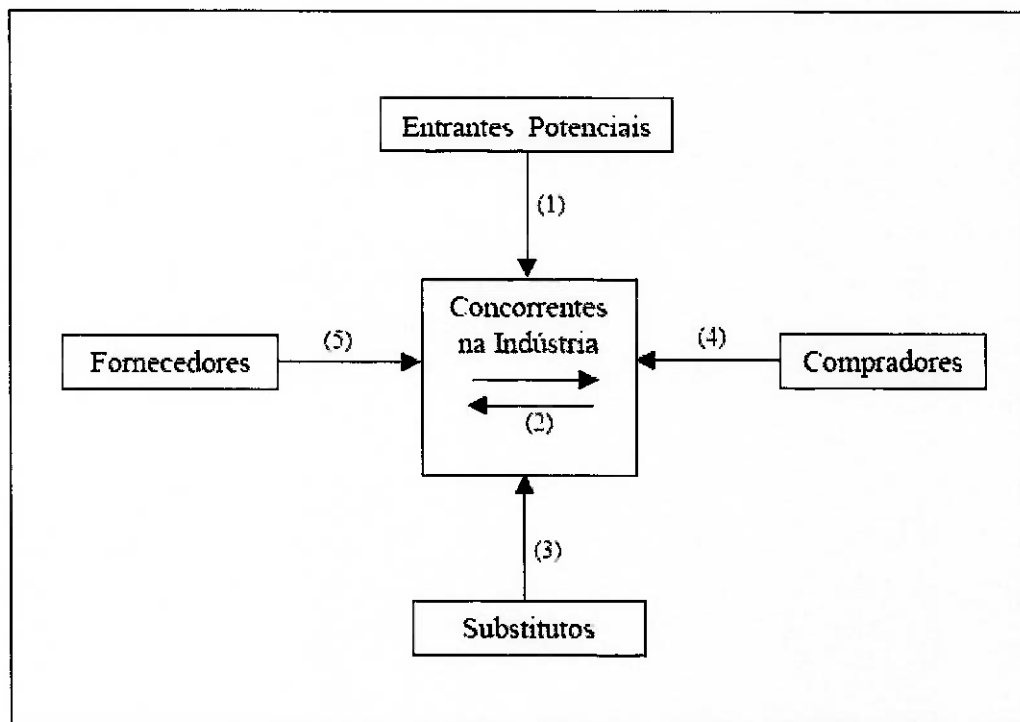


Figura 2.2.1: Modelo das cinco forças que dirigem a concorrência - Fonte: Laurindo & Carvalho, 2003

- (1) Ameaça de novos entrantes
- (2) Rivalidade entre as empresas existentes
- (3) Ameaça de produtos ou serviços substitutos
- (4) Poder de negociação dos compradores
- (5) Poder de negociação dos fornecedores

O conhecimento destas forças faz vir à tona os pontos fortes e fracos da empresa, além de situar a mesma em relação a seus concorrentes.

O modelo de Porter considera a concorrência em uma indústria como uma "rivalidade ampliada", uma vez que os concorrentes não se limitam aos participantes estabelecidos, mas sim a todos os atores envolvidos, a saber: clientes, fornecedores, substitutos e entrantes. A intensidade de determinada força varia em função do tipo de indústria estudada. No caso da siderurgia, por exemplo, as forças que merecem

destaque são as que dizem respeito à concorrência de estrangeiros e aos materiais substitutos.

Fatores de curto prazo, cujas conseqüências são de caráter transitório como flutuações econômicas, picos de demanda, escassez de matéria-prima, entre outros, têm significado tático e não são abordados na análise. A seguir, são analisadas cada uma dessas forças separadamente.

- Ameaça de Entrada:

Os entrantes potenciais podem ser novas empresas que foram criadas ou empresas já existentes que foram adquiridas por outras. Neste caso, existe uma injeção de recursos da adquirente para a adquirida, de forma que esta última pode ser encarada como uma nova entidade.

A ameaça de entrada está vinculada ao nível das "barreiras de entrada" existentes. Para barreiras altas o entrante provavelmente não será uma grande ameaça. As barreiras de entrada podem existir devido a seis fatores principais: economias de escala, diferenciação do produto, necessidade de capital, custos de mudança, acesso aos canais de distribuição e desvantagens de custo independente da escala.

- Rivalidade entre as Empresas Existentes:

A rivalidade existe porque os concorrentes de uma indústria sentem-se pressionados ou buscam explorar uma oportunidade de melhorar sua posição no mercado. Acontece que as ações de uma empresa podem causar reflexos nas outras. Os cortes de preços reduzem as receitas para todas as empresas enquanto que a publicidade pode expandir a demanda como um todo, favorecendo a todos.

Como está se falando em empresas já existentes na indústria, assim como existem as barreiras de entrada para as entrantes potenciais, também existem as barreiras de saída para firmas que queiram sair do negócio.

Apesar de serem distintas, uma análise conjunta das barreiras de entrada e de saída torna mais clara a compreensão de uma indústria. Focando o par, barreiras x rentabilidade, pode-se montar os quatro quadrantes abaixo:

		Barreiras de Saída	
		Baixas	Altas
Barreiras de Entrada	Baixas	Retorno estáveis baixos	Retornos arriscados baixos
	Altas	Retornos estáveis altos	Retornos arriscados altos

Figura 2.2.2 – Barreiras de entrada e saída. fonte: Laurindo & Carvalho, 2003

Analisando a figura 2.2.2, observa-se que o melhor caso para os que já estão na indústria, é o de barreiras de entrada altas e saídas baixas, uma vez que a entrada será filtrada e os malsucedidos que entraram a deixarão, causando um transtorno a menos para quem continua. Por outro lado, o pior caso é aquele que apresenta barreiras de entrada baixas e saída altas. A entrada fácil atrai muitas empresas, porém, quando por algum motivo a indústria deteriorar, como a saída é difícil, a capacidade de produção mantém-se elevada, tornando a situação ainda mais crônica.

- Pressão dos Produtos Substitutos:

Produtos substitutos são uma ameaça muito grande, pois são capazes de produzir um efeito devastador, a ponto de arruinar não somente uma empresa mas todo um setor industrial.

Em situações de grande risco, onde um produto substituto é inovador, tem baixo custo e qualidade superior aos similares já existentes, as empresas que seriam prejudicadas com sua vinda devem unir suas forças através de ações coletivas da indústria como um todo.

Os substitutos que merecem maior atenção são aqueles que melhoram o "*trade-off*" de preço-desempenho e os que são fabricados por indústrias com lucros altos.

- Poder de Negociação dos Compradores:

Muitas vezes os interesses dos compradores são conflitantes com os interesses de quem vende.

Eles forçam os preços para baixo, querem mais qualidade, jogam os concorrentes uns contra os outros. Obviamente, tudo isto traz reflexos negativos para a indústria "vendedora".

Existem fatores que tendem a aumentar o poder dos compradores. Se as vendas de determinada empresa concentram-se em grande parte num único comprador, este terá grande importância nos resultados da mesma. Este fato é muito freqüente em indústrias com grande intensidade de capital, como a de produtos siderúrgicos, onde existe ainda a preocupação de manter a capacidade preenchida, isto é, sem ociosidade. Quando um comprador adquire produtos padronizados, que não requeiram diferenciação, a ameaça de fornecedores alternativos é sempre um fator de barganha para quem compra. Quando os compradores ameaçam fazer a "integração para trás" - e são capazes para tanto - as empresas que vendem tornam-se muito frágeis e com pouco poder de negociação. Muitas vezes, grandes concessões são feitas para impedir essa integração.

- Poder de Negociação dos Fornecedores:

Os fornecedores podem exercer poder de negociação sobre os participantes de uma indústria, ameaçando elevar preços ou reduzir a qualidade dos bens e serviços fornecidos. Fornecedores poderosos são capazes de reduzir a rentabilidade de uma indústria quando esta não é capaz de repassar os aumentos de custos para seus preços. Sucintamente, estão listados abaixo alguns fatores que contribuem para aumentar o poder de um grupo de fornecedores:

- Quando é dominado por poucas companhias e é mais concentrado que a indústria compradora
- Não luta com produtos substitutos
- O comprador não é um grande cliente
- O produto dos fornecedores é um insumo importante
- Existem custos de mudança para seus produtos
- Quando os fornecedores são um risco real de integração para frente

Com a aplicação do modelo das forças competitivas na indústria do zinco, pretende-se chegar a uma identificação dos pontos fortes e fracos das empresas atuantes nas duas etapas de produção. Com essas informações, ficarão mais claros os motivos pelos quais cada elo na cadeia atua de forma diferente, o que por sua vez, ajudará a compreender o comportamento do mercado como um todo.

Diferentemente das aplicações típicas para esta metodologia, ou seja, para a elaboração da estratégia, foi realizado um estudo sobre modelos, ou empresas “típicas” dessa indústria e não focando em uma empresa específica, já que este trabalho é sobre o setor em geral.

2.2.3 Modelo econômico

Neste item serão detalhados os conceitos de Economia de Empresas que foram utilizados neste trabalho.

Os elementos básicos da Análise Econômica, conforme Brunstein, 2003 são:

- Obtenção e interpretação de Dados do Ambiente Externo da Empresa
- Pesquisa e Coleta da Estrutura de Custos e das Condições Internas das Operações

- Entender e sintetizar as Políticas Empresariais relativas a Produção, Estocagem, Investimento e Preços
- Elaboração de Métodos para subsidiar decisões de Curto e Longo Prazo (nível tático e estratégico)

Neste trabalho, foram usados também conceitos de custos para o estudo da cadeia de produção do zinco.

Um conceito fundamental utilizado nas análises é o da diferença entre os custos fixos e variáveis. Sendo assim, segue a definição:

- **Custos variáveis:** são aqueles que são incorridos na proporção direta com o do volume produzido
- **Custos fixos:** são aqueles que não dependem do volume produzido, e são incorridos havendo ou não produção. Seu valor é constante dentro de um certo intervalo relevante, ou seja, se for considerada uma faixa muito ampla de níveis de produção, muitos custos fixos passam a ser considerados variáveis.

A análise que utiliza estes dois conceitos é a da estrutura de custos. Neste trabalho, estrutura de custos significa a importância relativa de cada tipo de custo no custo total. Diferentes estruturas de custos exigem diferentes métodos de gestão econômica, contábil e financeira das empresas, e também influenciam a formulação da estratégia. Isso ocorre porque, *ceteris paribus*, uma empresa com custo fixo predominante no custo total, a princípio, tem menor flexibilidade no nível de produção em relação ao seu ponto do equilíbrio.

O ponto de equilíbrio é a quantidade mínima de produto que precisa ser vendido para que a receita total supere o custo total. Pode ser expresso matematicamente pela fórmula:

$$PE = \text{custos totais} / \text{receita unitária} \quad (1)$$

Outro conceito relacionado é a margem de segurança, que é a fração das vendas que tem de ser perdida para que todo o resultado seja perdido, ou seja, para que o lucro seja igual a 0.

$$MS = (\text{quantidade} - PE) / \text{quantidade} \quad (2)$$

Quanto maior é a influência dos custos fixos no total, maior é o risco de uma empresa, pois uma variação na produção faz com que os custos totais caiam em proporção muito menor do que as receitas, aumentando a chance de ocorrer prejuízo.

No caso inverso, há uma maior flexibilidade, já que a variação de custos totais acompanha o movimento das receitas, pois as duas têm alta correlação com a quantidade produzida.

Capítulo 3

3 ANÁLISE DO PROBLEMA

3.1 O Mercado de Concentrado de Zinco

A produção de zinco começa com a extração do minério da lavra, que pode ser a céu aberto ou subterrânea. O zinco contido no minério é geralmente encontrado na forma de sulfeto (ZnS) ou, mais raramente, na forma de silicato (Zn_2SiO_4). No minério, o teor de zinco pode variar de 1% a 7%. Após um processamento, obtém-se o concentrado, que contém entre 46% e 63% do metal, além de diversos elementos, como chumbo, ouro, prata, cádmio, manganês, sílica, índio, germânio. Este concentrado é então vendido para *smelters* (metalúrgicas), que transformam o concentrado no metal refinado.

O preço do concentrado é formado por três parcelas:

1) Valor do Zn contido: o smelter paga à mina 85% do valor do zinco contido no concentrado, ou o teor de zinco menos 8%, o que for menor. Este valor é baseado na média da cotação do metal na London Metal Exchange, em um período previamente acordado.

Ex:

- Concentrado: 1 tonelada
- Teor de Zn: 55%
- Cotação Zn LME: US\$1000 /t
- *Payability*: 85% ou (concentração - 8%)
- Valor do Zn contido em uma tonelada de concentrado: $1 \times 55\% \times 1000 \times 85\% = \text{US\$467,50}$

2) Valor de outros metais contidos: além do zinco, outros metais que podem ser incluídos no preço do concentrado, geralmente aqueles que podem ser vendidos como subprodutos, como chumbo, ouro, prata e cádmio. Assim como no caso do zinco, o *smelter* paga por apenas uma parte dos teores dos metais contidos.

Ex: **Valores Típicos**

- Ag – deduz-se 93g/t e se paga 75% do restante
- Au – deduz-se 1g/t e se paga 80% do restante
- Cd – deduz-se 0,2% e se paga 60% do restante

3) Penalidades: as penalidades são descontos no preço do concentrado, no caso de este conter teores muito altos de alguns elementos. Este excesso de elementos indesejáveis gera um custo para a sua remoção, além de representar um tempo improdutivo para a fábrica. O interessante é que mesmo os subprodutos de alto valor de mercado, como Ag, Au, Pb e Cd, são penalizados a partir de uma dada concentração. Os principais elementos passíveis de penalização são: Fe, SiO₂, MgO, Hg, As, Co, Bi, Fe, Mn, F e Sb.

Ex: Fe – acima de 8%, penalidade de US\$1,5/t concentrado para cada 1% adicional.

Estes são os conceitos gerais da precificação de concentrado, porém os detalhes podem variar bastante devido ao fato de que existem diferentes tecnologias de *smelters* e que cada uma tem uma capacidade diferente de tratar os diversos teores de cada elemento. Na prática, o concentrado deixa de ser uma *commodity* perfeita, pois os *smelters* não podem produzir economicamente a partir de qualquer concentrado. Por isso, as minas e *smelters* elaboram contratos definindo detalhes como:

- Porcentagem paga de cada metal contido
- Teor mínimo a partir do qual é aplicada a penalidade (para cada elemento indesejável)
- Penalidade para cada ponto percentual acima do teor mínimo

3.1.1 Receitas e Custos

Na cadeia de produção do zinco, a matéria-prima (concentrado) é comprada pelo *smelter* pelo preço do produto acabado, ou seja, pela cotação LME do zinco contido. Porém, o concentrado por si só não tem valor de metal refinado, já que não tem nenhuma aplicação industrial. Até aqui, aparentemente, o *smelter* não tem lucro algum, comprando e vendendo o

produto pelo mesmo preço e ainda incorrendo nos custos de processamento. A receita do *smelter*, na verdade, é basicamente o *treatment charge*.

O *treatment charge (TC)* é um desconto no preço pago pelo concentrado para cobrir os custos de transformação em metal refinado. O TC provavelmente surgiu em contratos nos quais a propriedade do metal permanecia com a mina, que pagava pelo tratamento do concentrado. Apesar de atualmente esse não ser o caso, esse sistema de precificação ainda permanece.

O resultado da mina é composto de quatro partes:

- Metal: 85% do valor LME do zinco contido no concentrado, mais o valor de outros metais.
- Outros créditos: venda de subprodutos.
- Treatment Charge: valor cobrado pelo *smelter* para cobrir os custos de refino.
- Custos operacionais: energia, insumos, mão-de-obra, etc.

	Metal (85% LME)
+	Outros Créditos
-	custos operacionais
-	TC
	Lucro da mina

Para o *smelter*, o resultado depende dos seguintes fatores:

- Treatment Charge: valor cobrado pelo *smelter* para cobrir os custos de refino.
- Metal Bônus: diferença entre o valor do metal vendido e do metal pago. Esse ganho é formado por duas partes:
 - “Bonus Zinc Price”: diferença entre o preço de compra (LME) e de venda (LME + prêmio).
 - “Bonus Zinc Volume”: os *smelters* recuperam e vendem em média 96% do metal contido, e pagam por apenas 85%.

- Outros créditos: provenientes da venda de Cd, Au, Ag, SO₃ e H₂SO₄.
- Custos operacionais: energia, insumos, mão-de-obra, etc.

	TC
+	Zinco Bônus
+	Outros créditos
-	custos operacionais
	Lucro do smelter

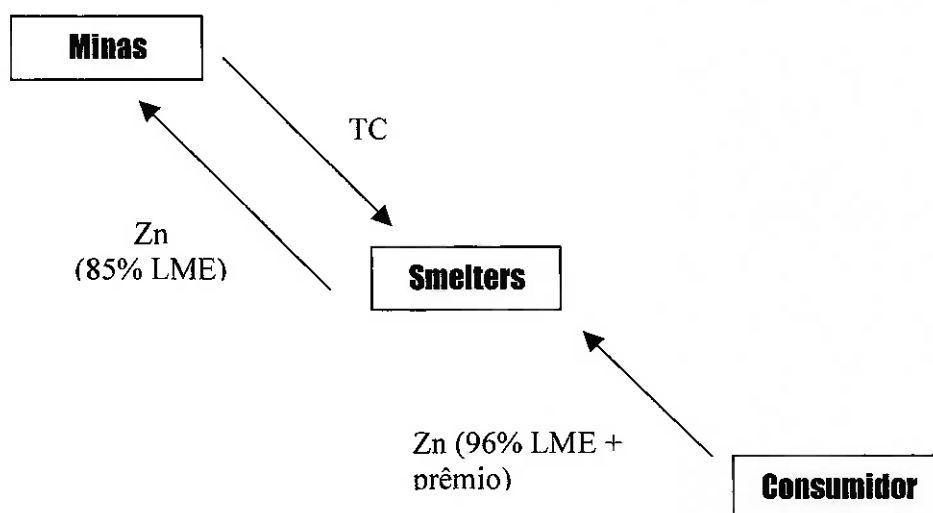


Figura 3.1.1.1 – Fluxo de receitas – elaborada pelo autor

3.1.2 O Treatment Charge (TC)

Como o preço de venda do metal é baseado na cotação internacional da LME, a única parte que é negociada entre mina e *smelter* é o TC, que pode ser decomposto em duas partes:

- TC base: é o valor base, definido em US\$/t de concentrado.
- Participação no preço: acréscimo ou decréscimo proporcional à variação da cotação LME. *Ex: acréscimo de US\$0,16/t para cada US\$1/t de aumento na LME acima do preço base de US\$1000/t, e decréscimo de US\$0,14/t para cada US\$1/t de redução na LME abaixo do preço base de US\$1000/t.*

A intenção da cláusula de participação de preço no contrato é dividir o risco da variação do preço do metal entre comprador e vendedor.

O valor cobrado, então, passa a ser uma outra *commodity*, negociado livremente entre os participantes do mercado, seguindo as forças de oferta e demanda de concentrado. Assim, quando há pouca oferta e alta demanda, o *treatment charge* diminui, ou seja, os *smelters* diminuem suas receitas para poderem processar o concentrado com uma taxa de utilização de sua capacidade próxima à máxima, o que é fundamental para diluir os custos fixos. Na situação inversa, o TC aumenta.

Portanto, abre-se aí um novo mercado, com sua dinâmica própria, que não segue diretamente as forças de mercado atuantes na comercialização do zinco refinado.

3.1.3 Distorção no mercado devida ao *treatment charge*

O valor do TC é usualmente definido em contratos de um ano, período no qual o preço do metal refinado pode variar bastante. Assim, o valor que passa entre mina e *smelter* tem uma parcela fixa e uma variável. Porém, o peso destas parcelas no resultado é historicamente bastante diferente para cada parte, conforme figura a seguir:

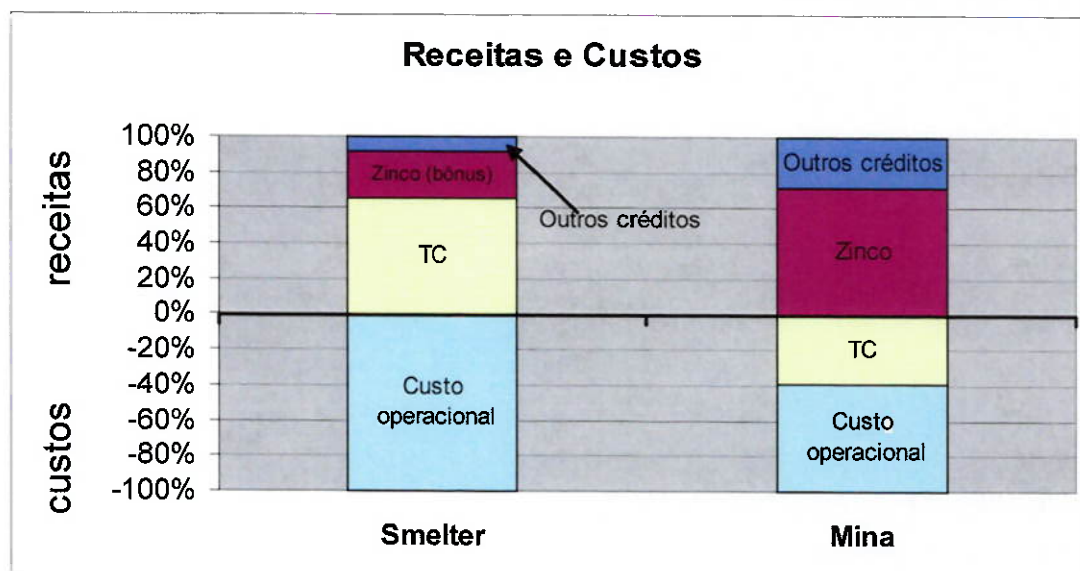


Figura 3.1.3.1 – Receitas e custos da mina e smelter – fonte: Brook Hunt, 2003

Percebe-se que para o *smelter*, a principal fonte de receitas é o TC, enquanto que para a mina predomina o valor do metal em bolsa. Com isso, a exposição ao risco do preço do zinco refinado é muito maior para a mina, apesar de o *smelter* vender o produto final. Este gráfico mostra como o sistema de comercialização na cadeia de produção é curioso. A receita principal do *smelter* é na verdade paga pelo seu fornecedor, a mina, e não por seus clientes. Assim, agindo racionalmente para maximizar seu lucro, a empresa metalúrgica vai buscar processar o máximo possível de concentrado. A efetiva venda do metal é uma questão secundária, já que contribui apenas com 10% da receita total.

A teoria econômica afirma que ocorrem cortes na produção quando há excesso de oferta e os preços caem. Porém, geralmente os *smelters* atuam de forma inversa, aumentando a produção. Assim, maximizam a sua principal receita: o TC, que é independente da cotação LME no curto prazo, e também podem diluir ainda mais os custos fixos. O resultado é uma baixa ainda maior dos preços.

Portanto, nesse sistema, as minas são mais afetadas pelas quedas na cotação do zinco refinado. Caberia a elas então, administrar o nível da oferta de concentrado, que por sua vez

refletiria na oferta do metal refinado e este por sua vez no preço final. Porém, na prática, o corte na produção de minério não é realizado na proporção e *timing* necessários para impedir grandes quedas de preços, segundo Brook Hunt, 2003.

3.1.4 Propostas

Para corrigir ou amenizar este problema, existem algumas propostas de mudança no contrato padrão de negociações com concentrado, que passam pelas seguintes variáveis:

1. **Duração dos contratos de TC:** geralmente têm vigência de um ano. Outras opções são contratos de prazo maior, que proporcionam uma estabilidade dos parâmetros de transações; ou venda à vista (*spot market*), que permite maior liberdade, mas também maior incerteza.
2. **Participação no preço:** o TC pode ser atrelado a LME, de forma parcial ou total, ou ser fixado apenas por meio de negociação entre as partes.
3. **Venda ou tratamento:** a mina pode optar pela venda do concentrado ou então manter a propriedade do metal, pagando apenas pelo refino e assumindo a estocagem, venda e expedição do produto final. Este último modelo parece justificar o TC.
4. **Integração ou mercado:** no caso de minas e *smelters* integrados (ou seja, sob o controle de uma mesma empresa) a relação entre ambas é bastante diferente do caso do concentrado negociado livremente no mercado aberto.

3.2 Análise quantitativa

3.2.1 Análise quantitativa do modelo atual

Nesta seção será apresentado um modelo numérico do contrato-padrão de venda de concentrado, baseado em dados de Brook Hunt, 2003.

Os gráficos e tabelas a seguir foram elaborados segundo o contrato descrito no item 3.1, e assumindo as seguintes premissas:

- Zn contido no concentrado: 53,5%
- Recuperação média no *smelter*: 96%
- TC base: US\$ 189 / t concentrado

Abaixo é apresentada uma simulação de receitas para a mina e *smelter* considerando variações de preço em relação ao preço-base. Todos os cálculos têm como base uma tonelada métrica de concentrado.

A faixa de variação de preço foi definida tomando-se os níveis máximos e mínimos da série histórica dos últimos 5 anos. Estes dados foram obtidos no *website* da London Metal Exchange.

Método de cálculo

A partir de dos preços, foram calculados as receitas para a mina e o *smelter*, passando por passos intermediários que ajudam a explicar a dinâmica da cadeia de valor do produto zinco.

Em uma tonelada métrica de concentrado, tem-se em média 53,5% de conteúdo de zinco. Considerando a recuperação metalúrgica de 96%, chega-se à quantidade do zinco contido no concentrado. Ao multiplicar esse valor pela sua cotação LME, tem-se o valor do concentrado¹ (na tabela, chamado de zinco recuperado).

- **Zinco recuperado** = 1 tonelada x recuperação metalúrgica (96%) x conteúdo metálico (53,5%) = 0,514 t Zn (3)

Porém, nem toda a massa metálica contida é paga. Conforme explicação anterior, sabe-se que esta taxa é de apenas 85%.

- **Zinco pago** = 1 tonelada x *playability* (85%) x conteúdo metálico (53,5%) = 0,51 t Zn = 0,455 t Zn (4)

¹ Para este trabalho, não estão sendo considerados os valores de outros metais contidos e nem as penalidades por presença de elementos indesejáveis no concentrado. Esta simplificação foi admitida, uma vez que os teores dos diversos elementos e as fórmulas de valorização são bastante variadas.

O “bônus Zn” é justamente a diferença entre os dois itens anteriores, ou seja, o valor do zinco efetivamente recuperado no *smelter* e seu custo.

- **Bônus Zn** = zinco recuperado - zinco pago (5)

O TC é calculado partir da base US\$189 mais a participação no preço.

- **TC** = US\$189 + 0,16 x (Preço LME – 1000), se LME > US\$1000

$$\text{US\$189} + 0,14 \times (\text{Preço LME} - 1000), \text{ se LME} < \text{US\$1000} \quad (6)$$

Assim, pode-se calcular as receitas para cada parte:

- **Receita mina** = Zn pago - TC (7)

- **Receita Smelter** = TC + bônus Zn (8)

Na tabela 3.2.1.1 estão os resultados desta simulação:

Tabela 3.2.1.1 – Situação atual - Simulação

	Preço LME	Zn Recuperado	Zn pago	Bonus Zn	TC	Receita (\$/t)	
	\$/t Zn	\$/t	\$/t	\$/t	\$/t	Mina	Smelter
	700	360	318	41	147	171	188
	800	411	364	47	161	203	208
	900	462	409	53	175	234	228
	1000	514	455	59	189	266	248
	1100	565	500	65	205	295	270
	1200	616	546	71	221	325	292
	1300	668	591	77	237	354	314
Média	1000	514			191	264	250

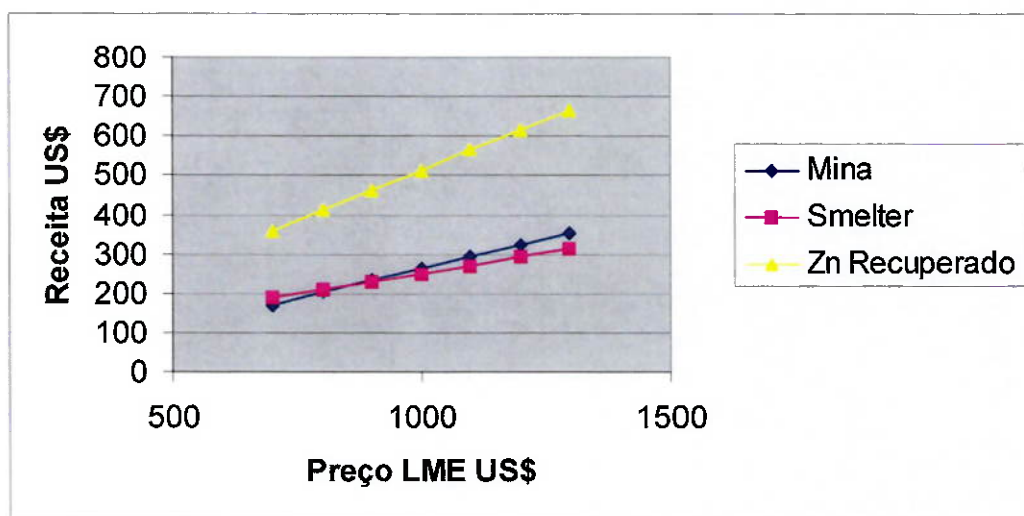


Figura 3.2.1.1 – Receitas Situação atual

Nesta situação nota-se que em média, o valor do zinco contido é dividido em uma proporção média de 52% para a mina e 48% para o smelter. Na faixa de variação admitida neste exemplo, estas porcentagens variam, como pode ser visto no gráfico a seguir:

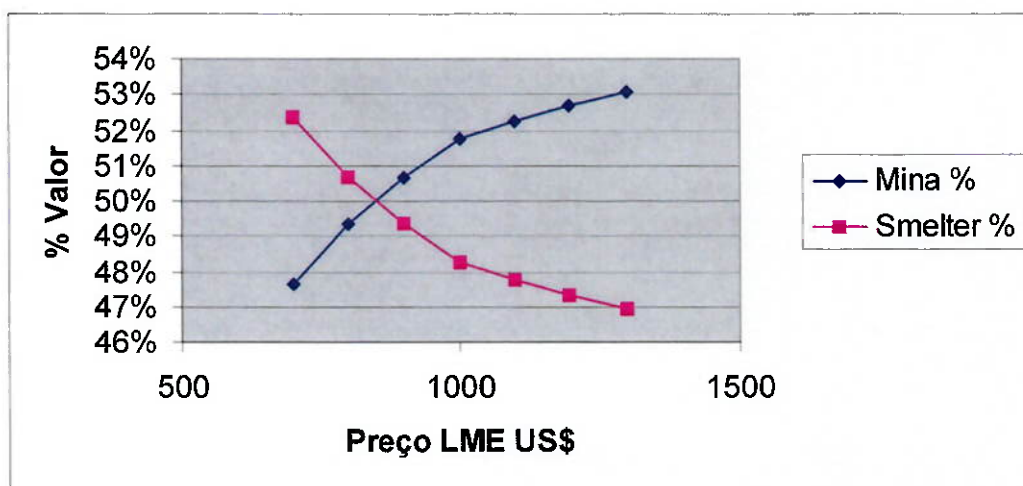


Figura 3.2.1.2 – Divisão de valor (Situação atual)

3.2.2 Análise de alternativas

Existem duas propostas principais, apresentadas em Brook Hunt, 2003, com três objetivos principais:

- Reduzir o período de negociação dos contratos anuais
- Aumentar a previsibilidade do preço do concentrado
- Tornar a indústria mais reativa à demanda de zinco

Alternativa A

Na primeira alternativa (denominada simplesmente “A”), a idéia seria destacar o mercado do TC do mercado de zinco, tratando o TC como uma outra *commodity*. Ou seja, o valor do desconto no concentrado seria fixado apenas pela negociação entre as partes, retirando a cláusula de participação no preço, exatamente como o TC base é formado. Além disso, a porcentagem do zinco pago passaria de 85% para 96%, mais próximo do índice de recuperação da fundição. Assim, a mina ficaria com todo o valor do metal menos o TC, *smelter*, apenas com o valor do TC.

Na verdade, com esta alternativa, o valor do TC realizado seria fundamentado exclusivamente em previsões de oferta e demanda de concentrado, ao invés de acompanhar a variação do preço do metal.

Este tipo de contrato proporcionaria uma maior certeza sobre os ganhos do *smelter*, retirando a exposição do TC a LME. Assim, o valor da receita já é pré-determinado para toda a vigência do contrato, fato que facilita a decisão prévia sobre o nível de produção a ser atingido, considerando os custos e margens orçados para o ano.

O objetivo desta nova fórmula é aumentar o impacto da variação do preço no resultado da mina, forçando os cortes na produção. Por isso a cláusula de participação no preço é retirada, já que ela diminui o risco da mina.

A desvantagem desta alternativa é que ela exige uma maior capacidade de previsão e provavelmente não facilitaria as negociações.

A tabela a seguir exemplifica esta situação assumindo as seguintes premissas:

- Zinco contido no concentrado: 53,5%
- Zinco recuperado no smelter: 96%
- Zinco pago (*payability*): 96% do zinco contido

	Preço LME	Zn Recuperado	Zn pago	Bônus Zn	TC	Receita (\$/t)	
	\$/t	\$/t	\$/t	\$/t	\$/t	Mina	Smelter
	700	360	360	0	248	112	248
	800	411	411	0	248	163	248
	900	462	462	0	248	214	248
	1000	514	514	0	248	266	248
	1100	565	565	0	248	317	248
	1200	616	616	0	248	368	248
	1300	668	668	0	248	420	248
Média	1000	514				266	248

Tabela 3.2.2.3 – Alternativa A (elaborada pelo autor)

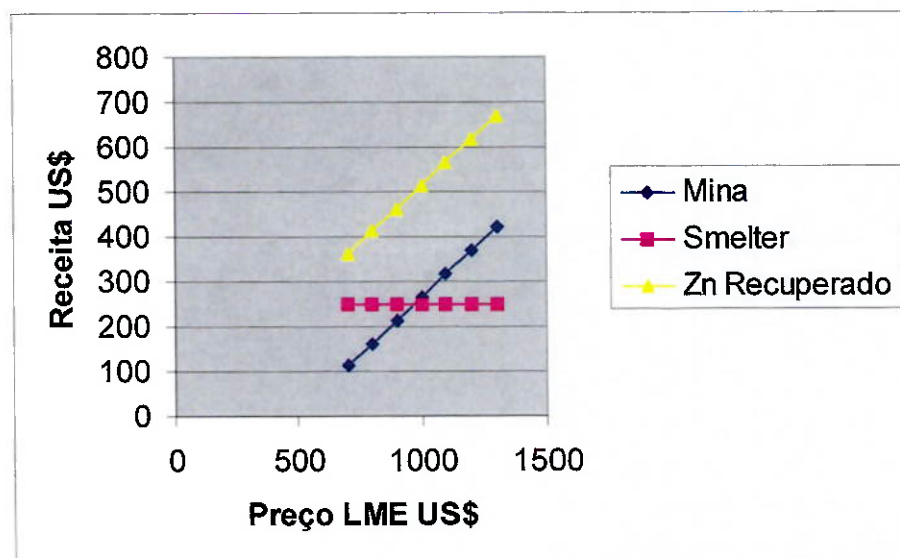


Figura 3.2.2.3 – Divisão de valor (Alternativa A)

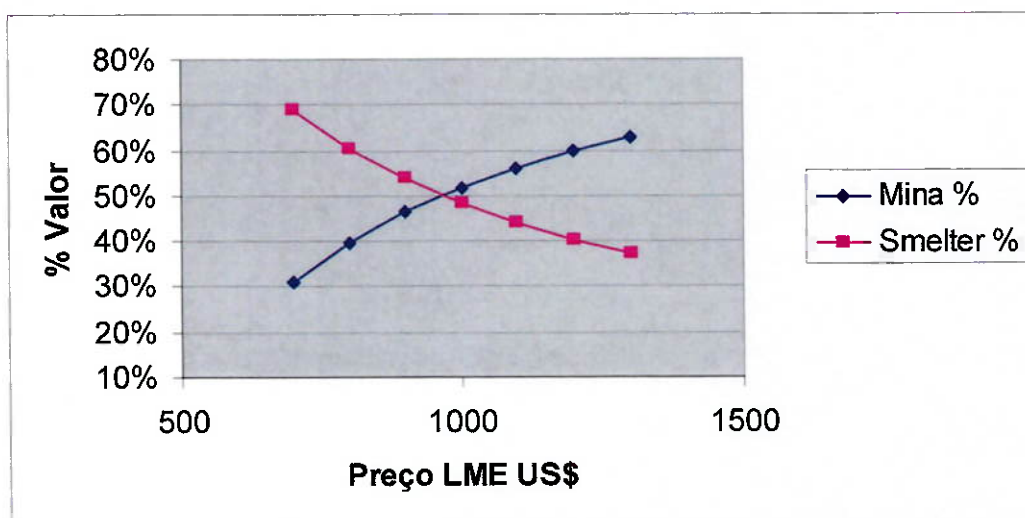


Figura 3.2.2.4 – Divisão de valor (Alternativa A)

Alternativa B

Este modelo de contrato é o oposto do anterior. Consiste na indexação total do *treatment charge* à LME. Assim, o *smelter* passa a ter sua receita perfeitamente correlacionada com o preço do metal, assim como a mina.

Analisando-se a média histórica, chega-se à conclusão de que um valor razoável para o TC seria 37,5% do valor do zinco pago pelo *smelter* (85% do Zn contido). Pode-se ainda simplificar a fórmula aumentando o *payability* para 96%, que é um valor mais próximo da recuperação do metal na fundição, e aumentar a porcentagem de 37,5% para cerca de 48% do zinco pago. Desta forma, obtém-se os mesmos resultados, já que a perda do zinco bônus seria compensada pelo ganho no TC, estando ambos atrelados ao preço LME.

A tabela a seguir exemplifica esta situação assumindo as seguintes premissas:

- Zinco contido no concentrado: 53,5%
- Zinco recuperado no smelter: 96%
- Zinco pago (*payability*): 96% do zinco contido
- *Treatment charge*: igual a 48% do valor LME do zinco pago por tonelada de concentrado

	Preço LME	Zn Recuperado	Zn pago	Bonus Zn	TC	Receita (\$/t)	
	\$/t	\$/t	\$/t	\$/t	\$/t	Mina	Smelter
	700	360	360	0	174	186	174
	800	411	411	0	198	212	198
	900	462	462	0	223	239	223
	1000	514	514	0	248	266	248
	1100	565	565	0	273	292	273
	1200	616	616	0	298	319	298
	1300	668	668	0	322	345	322
Média	1000	514				266	248

Tabela 3.2.2.4 – Alternativa B (elaborada pelo autor)

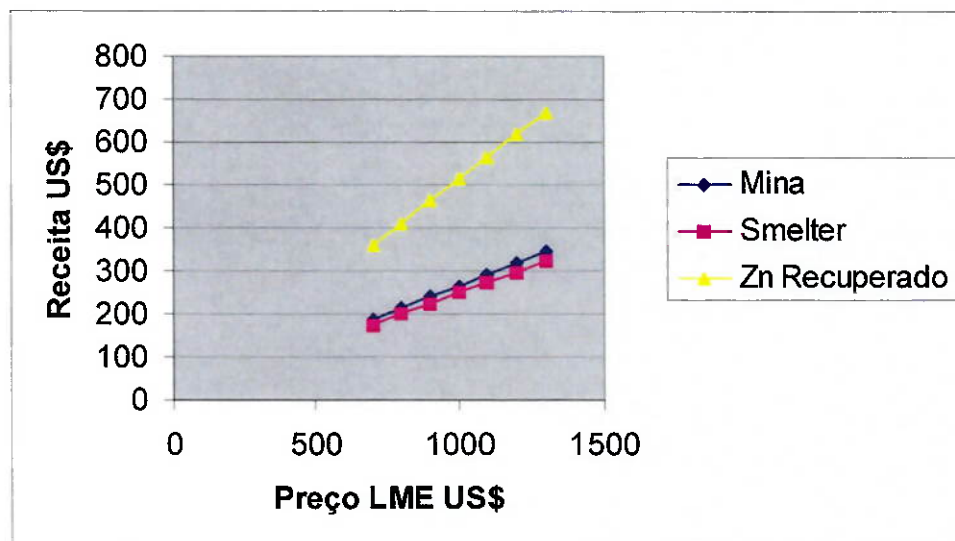


Figura 3.2.2.5 – Receitas - Alternativa B

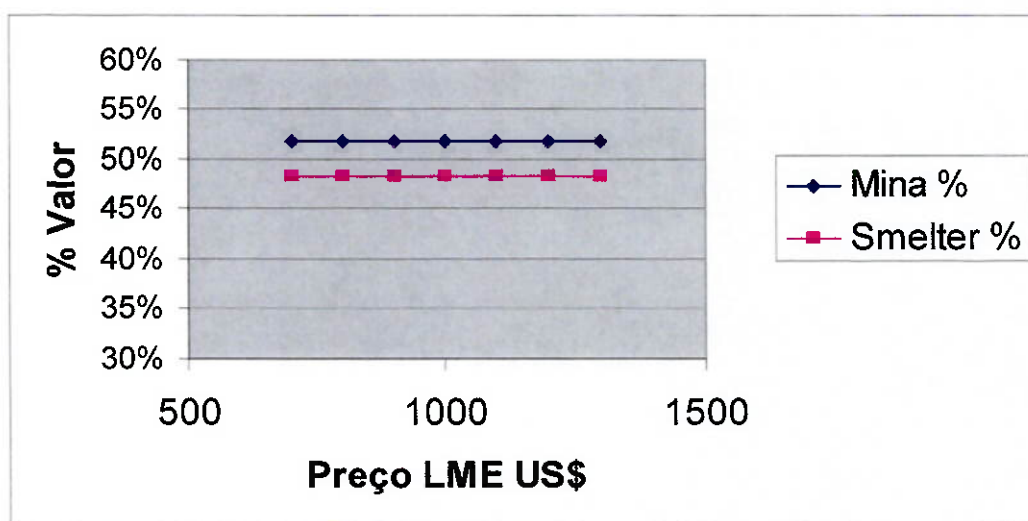


Figura 3.2.2.6 – Divisão de valor - Alternativa B

O taxa sugerida para o TC, de 37,5%² do valor do zinco pago, é baseada na média histórica desde 1975 a 2002. Esta taxa variou de 29,7% a 47,1% , e percebe-se que a ela cruza a média a cada 4 a 6 anos. Portanto, para que se obtenha resultados parecidos com aqueles realizados nos termos atuais, é necessário que os contratos baseados na alternativa B, sejam de longo prazo, para que se compensem as perdas e ganhos em relação ao modelo atual.

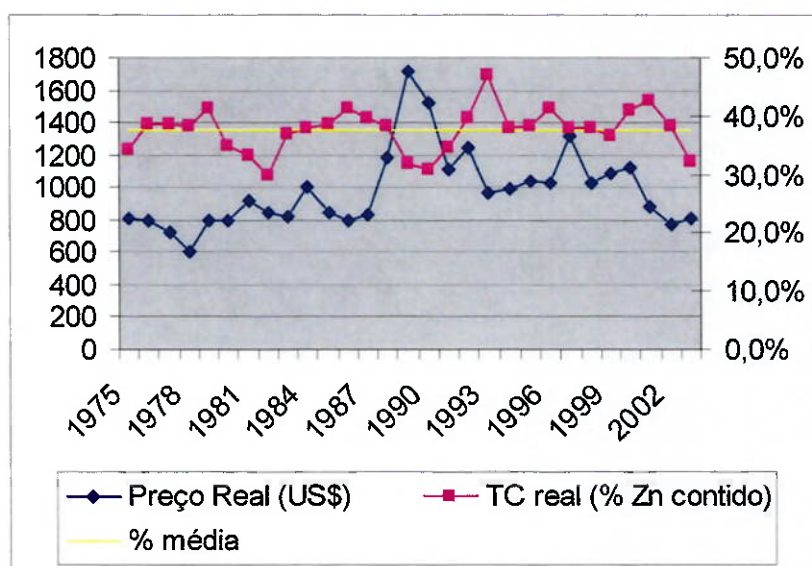


Figura 3.2.2.7 – Treatment Charge e LME – 1975-2003 (fonte: Brook Hunt)

3.2.3 - Impacto das alternativas nas estratégias das empresas

Cada uma das alternativas expostas introduz diferentes concepções sobre a cadeia de valor e conseqüentemente, influencia na estratégia operacional de cada participante do mercado de concentrado.

Considerando a alternativa A, que utiliza apenas o conceito do TC base, o *smelter* seria totalmente insensível à cotação LME, e portanto teria como objetivo processar sempre o máximo possível de concentrado, elevando sua receita e diluindo seus custos. A influência do preço só seria sentida nas negociações dos novos contratos, pois se houver uma expectativa de

² Considerando *payability* de 85%.

preço baixo no futuro, as minas forçariam os TC's para baixo, e no caso inverso, os *smelters* exigiriam uma remuneração maior.

A mina, que estaria sofrendo todo o risco de preço em “tempo real”, teria sua receita dependente do volume de minério vendido e também do preço internacional.

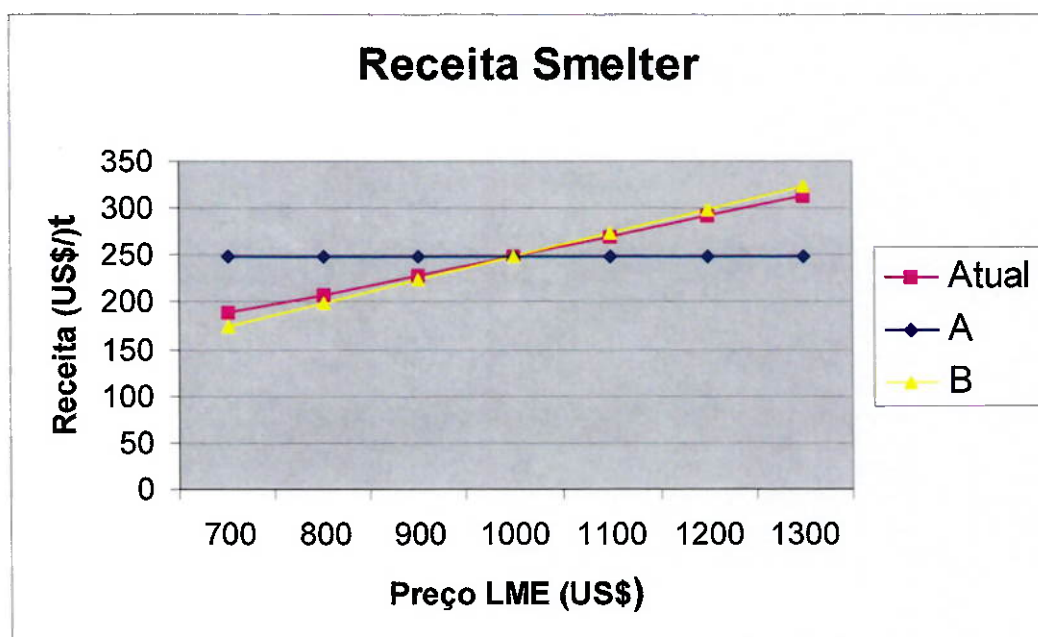
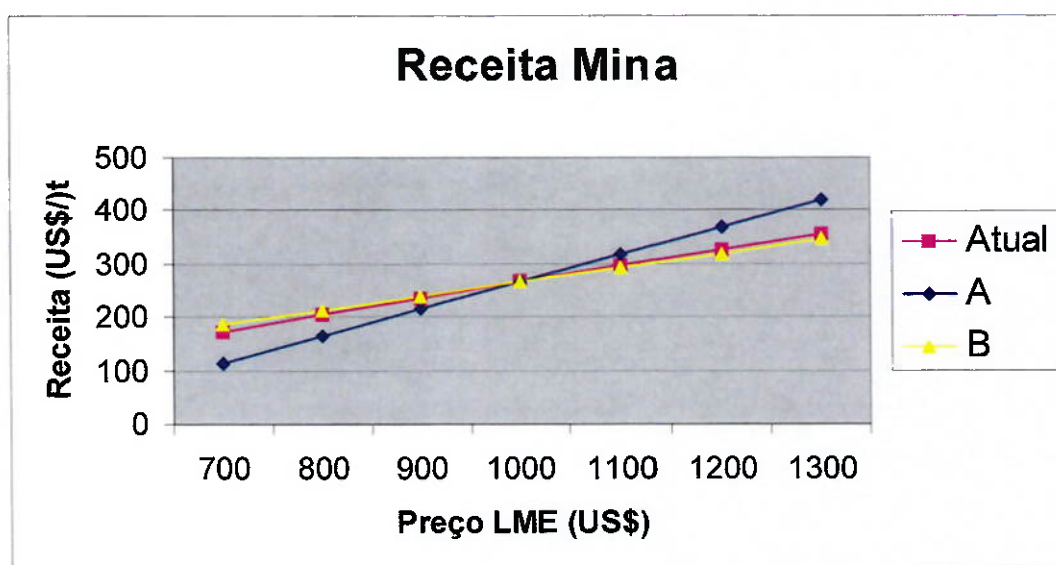
Dessa forma, o conflito permanece, com os *smelters* querendo sempre produzir ao máximo, o que acaba em última instância por derrubar os preços. As minas têm interesse que o preço permaneça alto, que pode ser conflitante com a maximização da produção.

O propósito da fixação do *treatment charge* é jogar todo o risco para a mina, aumentando o impacto da variação de preço e forçar os cortes da produção em épocas de baixa.

Assim, as minas teriam que exercer um certo controle dos preços por meio do volume ofertado, com o objetivo de maximizar o produto volume x preço. Isso seria um problema, pois elas não têm muito poder de barganha nas negociações com *smelters*, já que ambas as partes são bastante parecidas em termos de concentração.

A alternativa B apresenta uma divisão de risco equilibrada, com ambas as partes recebendo uma porcentagem fixa do valor do produto final, perfeitamente correlacionadas com a cotação da LME.

Desta forma, os participantes do contrato buscariam adequar os volumes à demanda, procurando, de forma integrada, manter os preços elevados. A desvantagem é que esta alternativa não leva em conta as diferenças entre as estruturas de custos das mineradoras e das metalúrgicas, que geram riscos diferentes, mesmo com a mesma exposição à LME.

Figura 3.2.3.1 – *Smelter* - alternativas (elaborado pelo autor)Figura 3.2.3.2– *Mina* – alternativas (elaborado pelo autor)

3.3 O Mercado de Concentrado de Cobre

Neste item serão apresentadas as características do mercado do cobre para que possa ser feita uma comparação com o zinco.

A produção do cobre começa na mineração, que ocorre a céu aberto ou em minas subterrâneas. O minério aparece com uma concentração que varia entre 0,7% e 2,5% de metal contido. Após o processamento, é obtido o concentrado, com conteúdo metálico de 30 a 38%.

Na fase da metalurgia, dependendo da aplicação desejada, pode-se obter o *blister* com 98,5% de cobre, o anodo, com 99,7% e o catodo, que é o cobre com 99,9% de pureza. Quanto maior a pureza, mais etapas de processamento são necessárias a um custo maior.

O preço do concentrado é formado por três parcelas:

1) Valor do Cu contido: o *smelter* paga à mina 96% do valor do cobre contido no concentrado. Este valor é baseado na média da cotação do catodo na London Metal Exchange em um período previamente acordado.

Ex:

- Concentrado: 1 tonelada
- Teor de Cu: 30%
- Cotação Cu LME: US\$2500 /t
- *Payability*: 96%
- Valor do Cu contido em uma tonelada de concentrado: $1 \times 30\% \times 2500 \times 96\% = \text{US\$720,00}$

2) Valor de outros metais contidos: os metais preciosos contidos no concentrado também são valorizados pela cotação nas bolsas internacionais (LME, COMEX, SHCX). O *smelter* geralmente paga o valor com uma dedução para compensar os custos de

refino. Geralmente desconta-se 1 grama por tonelada de concentrado e paga-se o restante.

3) Penalidades: as penalidades seguem o mesmo padrão do contrato de concentrado de zinco. Os parâmetros para penalização no caso do cobre são bastante variáveis, devido à diferença da capacidade de cada smelter para processar cada elemento, e podem aumentar ou diminuir de acordo com a disponibilidade de concentrado no mercado.

Até este ponto, a forma de comercialização do concentrado de cobre é bastante similar à do concentrado de zinco, destacando-se a principal diferença o fato de que a porcentagem paga do cobre (96%) é igual ao índice médio de recuperação metalúrgica, enquanto que no caso do zinco, a diferença entre a porcentagem paga e a recuperada chega a 10%.

O Treatment Charge (TC)/ Refining Charge (RC)

No caso de cobre, há bastantes semelhanças qualitativas entre os sistemas de precificação de concentrado e transferência de valor entre consumidores, *smelters* e minas. O conceito do *treatment charge* também está presente, porém com uma diferença: existe também o *refining charge*. O primeiro é um valor cobrado para cobrir os custos e remunerar o processo de produção do *blister* de cobre (98,5% puro), e o segundo remunera o processo de refino, que é a produção do cobre *grade A* (99,9% puro) a partir do *blister*.

Estas duas cobranças diferem da base sobre a qual incidem;

- TC – cobrado sobre a massa de concentrado processada (US\$ / t concentrado)
- RC – cobrado sobre a massa de cobre paga pelo smelter (US\$ cents/lb de cobre)

Na prática estas duas taxas são negociadas conjuntamente, e muitas empresas nem fazem distinção entre as duas em seus contratos. Neste trabalho, para simplificar os cálculos, os valores de RC serão calculados pela relação:

$$RC = \frac{TC \times 0,29}{0,45}$$

Estes cálculos presumem o teor de cobre de 30% no concentrado, *payability* de 96% e incluem as transformações de unidades de medida de massa.

O valor do TC/RC é definido por duas partes, uma fixada inicialmente, e outra variável conforme a flutuação de preços durante a vigência do contrato:

- TC base: é o valor base, definido em US\$/t de concentrado.
- Participação no preço: acréscimo ou decréscimo proporcional à variação da cotação LME.

Ex: o TC aumenta ou diminui em US\$0,10 para cada US\$1,00 de variação do preço em relação ao preço base acordado.

Os valores contratados são produtos de níveis de oferta e de demanda mundiais, sendo que os *smelters* querem *TCs/RCs* altos e as minas, baixo. Conforme a situação no momento em questão, uma ou outra parte tem maior poder de barganha e irá influenciar no valor destas taxas a seu favor.

3.3.1 Receitas e Custos

O modelo para a análise de receitas e custos é basicamente o mesmo do zinco. A existência do *refining charge* não muda em nada a estrutura, pois pode ser incorporada ao *treatment charge*.

Apresenta-se a seguir o resumo da composição do resultado operacional dos participantes da cadeia produtiva do cobre.

O resultado da mina é composto de quatro partes:

- Metal: 96% do valor LME do cobre contido no concentrado, mais o valor de outros metais.
- Outros créditos: venda de subprodutos.

- Treatment Charge / refining charge: valor cobrado pelo smelter para cobrir os custos de refino.
- Custos operacionais: energia, insumos, mão-de-obra, etc.

Metal (85% LME)

- + Outros Créditos
- custos operacionais
- TC/RC

Lucro da mina

Para o *smelter*, o resultado depende dos seguintes fatores:

- Treatment Charge / refining charge: valor cobrado pelo *smelter* para cobrir os custos de refino.
- Prêmio de preço: diferença entre o preço pago pelos clientes e a cotação LME.
- Outros créditos: provenientes da venda de Cd, Au, Ag, SO₃ e H₂SO₄.
- Custos operacionais: energia, insumos, mão-de-obra, etc.

TC/RC

- + Prêmio
- + Outros créditos
- custos operacionais

Lucro do smelter

Neste caso, nota-se que não há o “*bonus metal volume*”, ou seja, a diferença entre a quantidade de metal no concentrado paga pelo *smelter* e a quantidade média recuperada no processo metalúrgico.

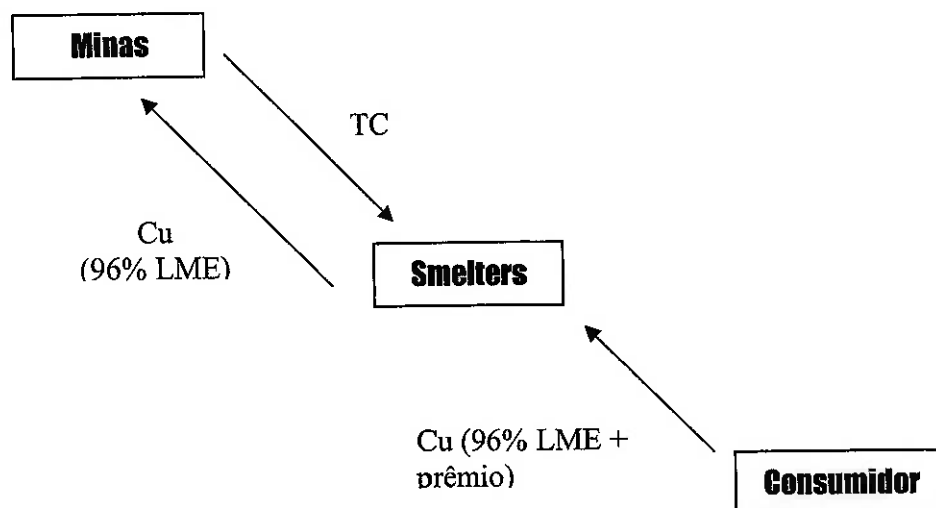


Figura 3.3.1 – Fluxo de receitas – cobre

3.3.2 Análise comparativa dos contratos

A proposta deste item é expor as diferenças e semelhanças entre as fórmulas da divisão do valor do zinco e do cobre. O passo seguinte é tentar conectar as especificidades de cada um com a situação de cada mercado.

Valor do concentrado

A diferença mais notável entre os dois mercados é o valor da *payability*, ou a porcentagem do conteúdo metálico pago pelo *smelter*. O *payability* é sempre menor do que 100% já que nenhum processo industrial consegue o rendimento total de seus insumos.

Na produção dos dois metais, o rendimento do concentrado é em média 96%, ou seja, para cada 100 kg de metal contido, produz-se 96 kg de metal refinado.

	<i>Payability</i>	Recuperação metalúrgica
Zinco	85%	96%
Cobre	96%	96%

Tabela 3.3.2.1 – *Payability* x rec. metalúrgica

No caso do zinco há uma diferença entre o zinco pago e o recuperado em média nos *smelters*. Essa diferença forma o chamado “zinco livre³”, que é uma quantidade de metal que passa gratuitamente para a unidade metalúrgica. O zinco livre não tem nenhuma justificativa técnica, e surgiu gradualmente com o aumento do rendimento dos processos industriais, cuja evolução os contratos não seguiram.

Pode-se argumentar que essa perda de valor para a mina é compensada na negociação do TC, mas mesmo que de forma simbólica, esse mecanismo revela o maior poder de barganha dos *smelters* de zinco na negociação frente às minas.

Como na cadeia do cobre, existe um *payability* igual ao rendimento metalúrgico, de onde se deduz uma indicação de que o poder relativo de cada parte deve ser diferente.

Para os itens referentes às penalidades e valor de outros metais contidos, o paralelo entre contratos de cobre e zinco não é muito significativo, já que são detalhes que variam muito de empresa para empresa. Os parâmetros são acertados de acordo com a capacidade de cada planta de processar cada elemento presente no concentrado.

Treatment Charge

O TC do zinco e do cobre funcionam de maneira análoga, com um valor base fixado em relação a um certo nível de preço esperado para o ano e em fatores de participação no preço.

³ Esse valor é conhecido na língua inglesa como “free zinc” ou “bonus zinc volume”.

No caso do cobre, existe o *refining charge*, que é calculado com base no metal refinado produzido e não na tonelagem de concentrado processada. Porém, geralmente o TC e RC são negociados juntamente, e para efeito de análise neste trabalho, pode-se considerar a soma dos dois como se fosse uma cobrança única.

Um detalhe curioso está nas taxas de participação no preço (*tenders* ou *escalators*). Nos contratos de zinco, é comum o estabelecimento de porcentagens diferentes para as taxas que atuam quando há aumento e diminuição (16% sobre o aumento e 14% sobre a diminuição de preço), enquanto que nas negociações de cobre o valor padrão é 10%, tanto para cima quanto para baixo.

Essa discrepância também revela a posição relativa favorável das plantas de refino de metal, considerando as receitas. Mesmo com o preço médio coincidindo com o preço base, o ganho no período de alta é maior do que a perda no período de baixa. No exemplo apresentado a seguir, esta situação fica bastante clara.

Considerando um cenário hipotético no qual não há variação de preço, tem-se resultados diferentes em relação a outro cenário no qual a variação existe, mas a média permanece igual.

Tabela 3.3.2.2 – preço constante x cíclico

Preço constante				Ciclo de preço			
		Receita (S/t)				Receita (S/t)	
Período	Preço LME	Mina	Smelter	Período	Preço LME	Mina	Smelter
1	1000	266	248	1	700	171	188
2	1000	266	248	2	1000	266	248
3	1000	266	248	3	1300	354	314
Média	1000	266	248	Média	1000	264	250

Comparando-se os resultados médios no período, nota-se que o *smelter* sempre se beneficia das variações de preço, já que na média seus resultados são melhores com a oscilação de preço do que com o preço constante, desde que, é claro, os preços médios em ambos os casos sejam iguais.

3.4 Consolidação e integração

As alternativas de contrato de zinco foram elaboradas em resposta a pouca reatividade da indústria à demanda, fato que resultou em uma queda de preço acentuada em 2000 / 2001 e uma baixa prolongada em 2001 / 2002.

A mudança na fórmula de valorização do concentrado e conseqüente sistema de divisão do valor realmente têm importância, já que, ao serem implantadas impõem regras que podem ser benéficas para o mercado como um todo, no sentido de atingir um equilíbrio entre oferta e demanda.

Um fator bastante importante, mas que não foi levado em consideração diretamente em Brook Hunt, 2003 na elaboração das fórmulas alternativas é o nível de concentração das empresas que atuam em cada lado da negociação. Como compradores e vendedores, *smelters* e minas podem ter interesses conflitantes, como o valor do *treatment charge* e o volume a ser processado. Assim, o poder de barganha de cada tem um papel importante na definição dos contratos, já que todos os parâmetros dos mesmos podem ser alterados, desde que de comum acordo entre as partes.

Para que houvesse mudança nos padrões dos contratos, é preciso que isso seja feito primeiramente pelas grandes empresas, pois estas teriam uma influência sobre seus fornecedores e concorrentes.

Um bom indicador do poder de barganha é o tamanho relativo das empresas atuantes em cada lado do mercado.

Para ilustrar esta idéia, pode-se comparar a concentração da indústria do zinco com a do cobre, que é tido como muito mais ágil ao responder às variações de demanda e preço, segundo diversos especialistas (Brook Hunt, 2003, Warburg, 2003)

Tabela 3.4.1 – Principais empresas – minério de zinco – 2003 – fonte: Brook Hunt

<i>Empresa</i>	<i>Origem do capital</i>	<i>Kt Zn</i>	<i>% acum.</i>
Teck Cominco	Canadá	674	7%
Pasminco	Austrália	669	14%
Noranda	Canadá	543	20%
Glencore	Suíça	321	23%
Anglo American	Anglo - americana	304	26%
Minera Volcan	Peru	285	29%
Indústrias Peñoles	México	279	32%
Xstrata AG	Suíça	232	35%
BHP Billiton	Anglo - australiana	209	37%
Outokumpu	Finlândia	185	39%
Outras		5835	100%
Total		9565	

Tabela 3.4.2 – Principais empresas – zinco refinado – 2003 – fonte: Brook Hunt

<i>Empresa</i>	<i>Origem do capital</i>	<i>Kt Zn</i>	<i>% acum.</i>
Korea Zinc Group	Coréia do Sul	902	9%
Pasminco	Austrália	673	16%
Xstrata AG	Suíça	603	22%
Umicore	Bélgica	572	28%
Outokumpu	Finlândia	404	32%
Teck Cominco	Canadá	393	36%
Glencore	Suíça	345	39%
Hunan Nonferrous	China	268	42%
Votorantim	Brasil	242	45%
Indústrias Peñoles	México	225	47%
Outras		5227	100%
Total		9863	

Tabela 3.4.3 – Principais empresas – minério de cobre – 2003 – fonte: AME

<i>Empresa</i>	<i>Origem do capital</i>	<i>Kt Zn</i>	<i>% acum.</i>
Codelco	Chile	2010	15%
BHP Billiton	Anglo - australiana	1148	23%
Phelps Dodge	EUA	1148	32%
Rio Tinto	Inglaterra	957	39%
Grupo México	México	861	45%
Freeport - McMoran	EUA	861	51%
Anglo American	Anglo - americana	861	57%
KGHM	Polônia	574	62%
SPCC	Peru	383	64%
Falconbridge	Canadá	383	67%
Antofagasta	Reino Unido	383	70%
Outras		4102	100%
Total		13672	

Tabela 3.4.4 – Principais empresas – cobre refinado – 2003 – fonte: AME

<i>Empresa</i>	<i>Origem do capital</i>	<i>Kt Zn</i>	<i>% acum.</i>
Codelco	Chile	1520	10%
Phelps Dodge	EUA	988	17%
BHP Billiton	Anglo - australiana	790	22%
Rio Tinto	Inglaterra	775	27%
Grupo México	México	714	32%
Norddeutsche AFF	Alemanha	486	35%
Nippon	Japão	470	38%
KGHM	Polônia	456	41%
Norilsk Nickel	Rússia	441	44%
Samsung	Coréia do Sul	395	46%
Sumitomo	Japão	300	48%
Total		15200	

Estas tabelas foram elaboradas listando-se as maiores empresas atuantes na produção de minérios e metais refinados. Quanto menos empresas para uma dada porcentagem da produção total, mais concentrado é o setor.

Pode-se perceber a diferença na estrutura de concentração. Na indústria do zinco há um maior concentração dos *smelters* do que nas minas. O inverso ocorre no caso do cobre, na qual apenas 10 empresas dominam 70% do mercado de minério. Assim, as mineradoras, oferecendo um grande volume de concentrado, podem negociar com diversas empresas de refino, e essa concorrência dos compradores acaba por dar maior força às minas, que então podem forçar os TC's para baixo, como ocorreu em 2002, segundo AME Mineral Economics . Por outro lado, os compradores de concentrado, por serem menores e mais numerosos, não conseguem uma uniformidade em seus relacionamentos com as minas para impor seus interesses.

A consolidação ou concentração de empresas do setor de mineração e metalurgia é vista como benéfica para o mercado, no sentido de aumentar a estabilidade dos preços.

Isso ocorre porque quanto maior a empresa, maior e mais diversificada será sua carteira de clientes e de fornecedores. Assim, passa a ser mais fácil o gerenciamento da oferta e do preço final. Além disso, menos empresas trabalharão com objetivos conflitantes com o restante do setor.

Na indústria do alumínio, pode-se perceber o efeito da consolidação ocorrida desde a década de 90 na volatilidade dos preços. Nesse período, a fatia de mercado dos 10 principais produtores do metal era de cerca de 20%, passando para mais de 50% dez anos depois. Na figura 3.4.1 pode-se ver o resultado desse processo.



Figura 3.4.1 –Consolidação x volatilidade (fonte: WBS Warburg, 2003)

Integração Vertical

A controle de todo o processo produtivo por uma mesma empresa, desde a matéria-prima até o produto final é também chamada de integração vertical. Neste trabalho, considera-se como matéria-prima o minério e como produto o metal refinado.

Essa estratégia é posta em prática visando obter principalmente reduções de custo. A matéria-prima entra na próxima etapa de produção a preço de custo, e assim, a empresa como um todo consegue uma margem maior.

Outra vantagem é a menor exposição à volatilidade dos custos, já que eles passam a ser gerenciados internamente, e o risco de falta de matéria-prima é bastante diminuído.

Com o objetivo de alinhar interesses de minas e *smelters* de zinco, a integração vertical pode ser positiva para o mercado, já que diminuiria o comércio de concentrado, e conseqüentemente, diminuiria a importância do TC na dinâmica dos preços.

Atualmente, cerca de 30% da produção mundial de zinco é integrada. Porém, quase nenhuma grande empresa do setor é auto-suficiente. A grande maioria tem

diferentes capacidades nas atividades de mineração e metalurgia, o que gera um conflito interno, já que ambas operam no mercado e cada parte tem interesse em um valor de TC diferente. Isso pode levar a divergências na estratégia da empresa, que deve escolher se vai comprar / vender concentrado no mercado ou processar o seu próprio.

Outra característica desfavorável para o mercado é que a integração entre minas com alto custo de operação e *smelters* de baixo custo pode desincentivar os cortes na produção das minas em períodos de depressão de preços. Com o subsídio da metalurgia, a mina continua produzindo, sendo que se fosse independente, seria forçada a cortar a produção, devido à pressão sobre suas margens.

3.5 Aplicação do modelo de Porter na indústria de zinco

A competitividade na indústria do zinco é um fator que influencia nos preços do metal e resultados das empresas que a constitui. Nesta análise, serão consideradas as duas etapas de produção, a mineração e o refino, já que o foco deste trabalho é justamente como o relacionamento destes afeta o mercado como um todo.

3.5.1 A Ameaça de Novos Entrantes

A ameaça de novos entrantes nesse setor ocorre normalmente através de aquisições ou alianças (muitas vezes através da formação de *joint-ventures*). Por ter barreiras de entrada altas, como o alto valor de capital necessário, o número de empresas que compõem esta indústria é muito reduzido. O que existe é a tendência de aquisição de plantas por grandes empresas, que permitiriam, através dessa injeção de recursos financeiros, o financiamento para o aumento da capacidade produtiva de cada uma das plantas.

No mundo existem cerca de 100 *smelters* e 100 minas em operação e a previsão de novas plantas até 2006 é de apenas 4 unidades metalúrgicas e 6 minas. (Brook Hunt, 2003). O crescimento da capacidade de produção no mundo, nas duas atividades, é devido mais à expansão de operações já existentes (*brownfield*) do que de novos empreendimentos (*greenfield*).

O grande capital necessário para a implantação de uma nova usina é a maior barreira de entrada e talvez explique o número reduzido de entrantes para um setor que tem uma demanda crescente e excelentes perspectivas para o futuro.

3.5.2 Rivalidade entra empresas existentes

Os altos custos fixos pressionam as empresas a minimizar a capacidade ociosa de forma a gerar algumas vezes um súbito aumento de oferta. A variação na produção depende fundamentalmente dos preços na LME. Isso pode fazer com que às vezes minas e *smelters* se recusem a cortar a produção face mesmo operando com o preço abaixo do custo.

Como o zinco é uma *commodity*, a disputa entre as refinadoras se dá unicamente pelo preço, o que faz com que as empresas busquem a redução de custos.

No caso das minas, pode-se admitir que seus produtos não são *commodities*. Cada mina produz um concentrado com diferentes teores de zinco e outros elementos, o que faz com que eles não possam ser processados economicamente em qualquer *smelter*. Assim, o mercado comprador de concentrado é mais limitado.

É importante ressaltar ainda que o zinco, como todas *commodities*, sofre interferências dos grandes investidores nas bolsas de metais, de acordo com as estratégias específicas de cada um e com a distribuição de riscos da própria carteira de investimentos.

Quanto às barreiras de saída na indústria de zinco, deve-se destacar que elas são altas. Por ser intensiva em capital, com altos investimentos em ativos especializados, os valores de liquidação dos bens são baixos ou possuem altos custos de transferência. Dívidas com clientes e fornecedores e acordos trabalhistas dificultam a saída de uma empresa do setor.

3.5.3 A ameaça de produtos substitutos

O zinco é na verdade a grande ameaça como substituto aos seus concorrentes, devido a uma série de características que lhe são conferidas. É caracterizado, principalmente, pela sua propriedade eletroquímica protetora contra a corrosão, sendo deste modo muito utilizado para revestir metais, principalmente o aço.

Trata-se de um metal maleável, sendo que suas propriedades físicas lhe conferem facilidade de moldagem e de trabalho mecânico. O principal uso do zinco metálico é a galvanização, tanto na produção de chapas zincadas pelas siderúrgicas, como em galvanoplastias para acabamento e proteção anticorrosiva de peças metálicas. Este uso responde por 47% do consumo mundial.

Além destes, o zinco é matéria-prima para ligas metálicas como latão e bronze, que respondem por 20% do consumo, além de ser utilizado em pigmentos, pilhas secas e outros usos diversos.

Quanto à sua utilização em ligas metálicas, devido às suas boas propriedades mecânicas, muitos projetistas se surpreendem ao descobrir que as ligas de zinco apresentam resistência à tração, resistência à compressão, limite de escoamento e resistência ao impacto comparáveis, e não raro superiores, aos seus materiais concorrentes. Resistência por unidade de massa também se compara favoravelmente, e estão substituindo aplicações antes destinadas ao alumínio, ferro fundido ou ligas de cobre, para prover aumento na resistência ou redução nos custos (Faria, 2000 apud Borges, 2001).

Estudos comparando ligas de zinco ao bronze mostram que as primeiras possuem menor coeficiente de fricção, maior capacidade de carga, maior resistência ao desgaste e melhores características de retenção à lubrificação. Como os custos de ligas de zinco são inferiores aos bronzes, espera-se um aumento em sua utilização.

As ligas feitas de zinco são mais fáceis de usinar do as de aço. A montagem de componentes à base de zinco exige processos mais simples e econômicos do que os da maioria dos seus metais concorrentes.

Da mesma forma, ainda em relação aos seus materiais concorrentes, o zinco requer menos energia para ser obtido, desde a lavra do minério até os processos de fundição das suas ligas. À medida que os preços de energia continuarem a aumentar, a vantagem econômica da utilização das ligas de zinco tenderá a aumentar. O alumínio puro requer três vezes mais energia para fundir que o zinco. O bronze quase o dobro

Algumas características, como o excelente acabamento superficial, a resistência ao centelhamento e suas propriedades não magnéticas - possibilitando seu uso na indústria eletrônica - tornam as ligas de zinco uma opção bastante atrativa.

Na galvanização - processo químico que consiste no depósito de finas camadas de um metal sobre outro - o zinco mostra-se uma unanimidade. Seus requisitos limitam os teores de contaminantes, de forma a garantir a qualidade final do material a ser revestido. O zinco toma cada vez mais projeção, uma vez que o consumo de aços eletro galvanizados, utilizados nas indústrias de bens de consumo duráveis, vem crescendo significativamente nos últimos anos em virtude de uma demanda por aços com boas características de conformabilidade, soldabilidade e, principalmente, elevada resistência a corrosão. O revestimento de zinco é cada vez mais aceito e tem-se mostrado como excelente proteção contra corrosão para chapas de aço. As condições e a qualidade do pós-tratamento e das pinturas são decisivos para o bom desempenho dos diversos bens de consumo durante o uso.

O zinco é o melhor substituto para o cádmio e o chumbo, que são metais também utilizados quando se deseja proteção à corrosão.

Nos setores de injetados e de centrifugados, o zinco não vem obtendo um crescimento significativo, devido à existência de alternativas de metais mais leves e até mesmo do plástico (Cé, 2000, apud Borges 2001).

No caso do concentrado de zinco, não há produtos substitutos

3.5.4 Poder de negociação dos compradores

O zinco geralmente ocorre na natureza combinado com o enxofre na forma de esfalerita (ZnS), principal mineral de zinco primário, e que corresponde a mais de 90% da produção mundial de zinco primário. A presença de outros minerais nos depósitos de zinco permitem a extração conjunta desses metais. Portanto, na recuperação do zinco a partir do concentrado sulfetado (ZnS), as plantas podem produzir uma enorme gama de subprodutos na forma de elementos e compostos tais como o cobre, cádmio, mercúrio, prata, ouro, chumbo, cobalto, índio, germânio, selênio, além do enxofre que geralmente é recuperado como ácido sulfúrico, dióxido de enxofre líquido, entre outros. Essa recuperação dependerá dos teores dos outros elementos contidos, mercado, relação custo-benefício.

Essa variedade contribui para uma pulverização dos compradores por vários produtos. Como as vendas não se concentram em grande parte num único comprador e nem para uma única indústria o poder dos compradores não se torna uma arma muito significativa.

Uma atenção deve ser dada, no entanto, quanto ao fato dos produtos desta indústria serem normalmente bens de *commodities* (pouco diferenciáveis, sem marca), de forma que a ameaça de fornecedores alternativos é sempre uma forma de poder de barganha por parte dos compradores. No caso do mercado brasileiro, este fato é atenuado pelo número reduzido de concorrentes nessa indústria.

Ao focar na etapa da mineração, percebe-se uma força considerável dos compradores. Os *smelters*, são menos sensíveis às variações de preço e apresentam uma concentração não muito diferente a das minas, o que pode ser visto claramente no item 3.4 deste trabalho. Além disso, eles são os únicos clientes das minas, e

apesar de existirem mais de 100 no mundo, conforme explicado no item anterior, nem todos são clientes potenciais, devido à diferente capacidade de processar concentrados com diferentes composições.

5) Poder de negociação dos fornecedores:

O insumo principal da metalurgia é o concentrado de zinco. Os fornecedores desse insumo são grandes mineradoras que exploram as minas que contêm este minério.

Segundo, Brook Hunt, 2003, cerca de 30 % da produção mundial é realizada de modo integrado, ou seja, a mesma empresa extrai o minério e refina o metal. Assim, uma parte das necessidades é atendida, o que a imuniza de sofrer qualquer tipo de retaliação ou exigências por parte dos fornecedores, gerando uma ligeira vantagem competitiva.

Os *smelters* que comprem concentrado no mercado estão mais expostos à variação da disponibilidade de material na qualidade necessária. Assim, quando há uma restrição na oferta, os preços do concentrado sobem. Na verdade o que muda é o *treatment charge*. Mesmo assim, percebe-se que há um maior poder de barganha das metalúrgicas em relação a seus fornecedores, devido à forma dos contratos de compra de concentrado (item 3.1).

A compra do minério pode ser realizada de três formas

- **Spot:** é a compra de uma certa quantidade para entrega imediata do material. As condições da transação (preço, prazo e condições de entrega) refletem a situação do mercado de concentrado naquele momento.
- **Contratos de um ano:** é a forma mais utilizada. Estes contratos são elaborados com base na previsão do equilíbrio do mercado para o ano e permitem uma maior certeza sobre os resultados no período.

- **Contratos de longo prazo:** formalizam o fornecimento de minério ao longo de mais de 3 anos. Representam uma maior certeza mas também são menos flexíveis às mudanças no cenário do setor.

Pode-se considerar as usinas energéticas como um fornecedor das metalúrgicas, já que a eletricidade constitui um insumo importante. Assim, muitas empresas buscam investir na geração de energia para reduzir seus custos e riscos.

Na área de mineração, não há fornecedores importantes, pois há predominância de processos mecânicos. Os poucos insumos químicos, usados no processo de concentração, não têm relevância na estrutura de custos e ainda são produtos provenientes de mercado amplo e competitivo. Devido à necessidade de altos investimentos em capital fixo, as empresas deste setor são de grande porte. Elas podem, portanto, impor seus interesses aos seus fornecedores.

3.6 Análise econômica

A diferente divisão do risco existente na cadeia de produção do zinco seria, a princípio, justificável devido às particularidades na sua estrutura de custos.

Dentro de uma cadeia de produção, para garantir a permanência de seus componentes e a estabilidade da produção, seria ideal adequar os riscos relacionados às receitas com àqueles relacionados aos custos.

Assim, no caso de uma unidade industrial com altos custos fixos, a margem de segurança costuma ser pequena e há pouca flexibilidade na quantidade produzida, já que o ponto de equilíbrio é bastante próximo à capacidade nominal da fábrica.

Os custos fixos elevados dificultam não só a variação na quantidade a ser produzida mas também o fechamento temporário de uma instalação, já que se isto ocorrer, o prejuízo operacional da empresa será exatamente o valor do custo fixo total.

Inversamente, quando os custos variáveis predominam, existe uma maior flexibilidade na produção, pois as variações no *output* provocam concomitantemente variações nas receitas totais e custos totais de forma muito mais acentuada. Mesmo em paradas de produção, o prejuízo (equivalente aos custos fixos) seria bem menor que no caso anterior. Por isso, o lucro em função da quantidade é bem mais estável nesta estrutura de custos do que na anterior.

Aplicação no caso

A estrutura diferenciada dos custos de minas e dos *smelters* deve ser levada em conta na análise sobre a fórmula de divisão de valor e risco.

Cada estrutura de custos implica diferentes riscos. Na busca de uma maior eficiência econômica do mercado, esses riscos deveriam ser distribuídos de forma adequada entre os dois agentes, de forma a promover as compensações devidas.

Portanto, a divisão do risco do preço (mercado) para minas e *smelters* deve ser tal que compense a diferença de riscos operacionais, favorecendo um comportamento mais racional e reativo da indústria como um todo.

Para aplicar esses conceitos na indústria do zinco, primeiramente, é necessária uma decomposição de custos para que seja montada a estrutura.

O autor elaborou estimativas baseadas em dados da empresa, alguns relatórios (Brook Hunt, 2003 e Standard & Poor's, 2004) e dados disponíveis em relatórios anuais de grandes empresas disponíveis na internet.

Neste item, para a mina, o TC foi considerado como custo, e a receita unitária passa a ser igual ao valor do zinco na London Metal Exchange.

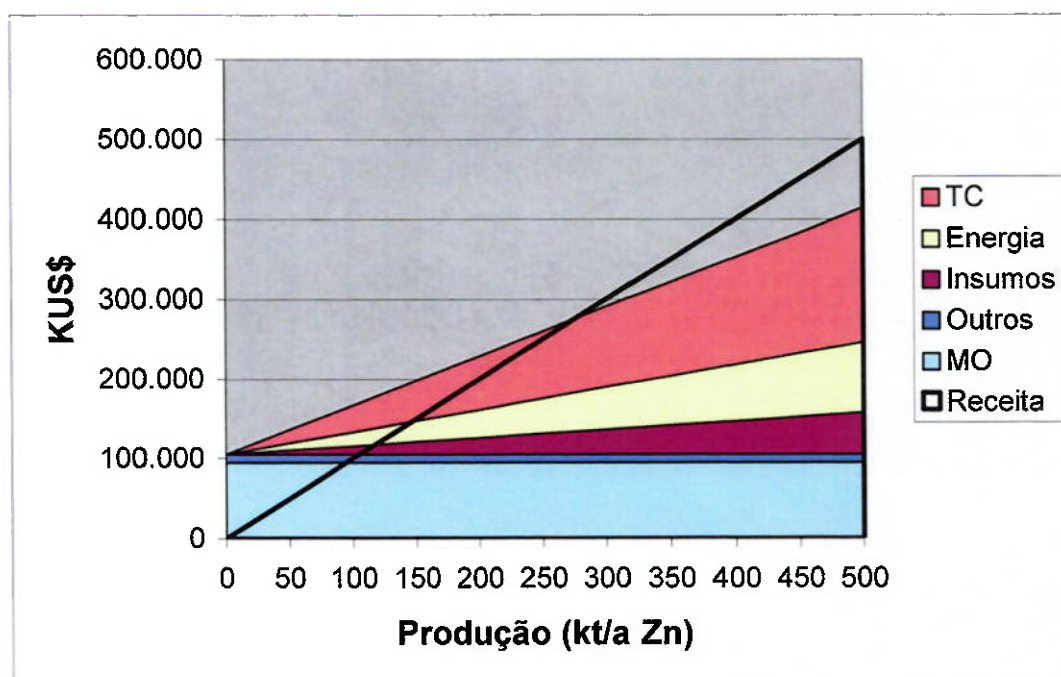


figura 3.6.1: Receitas e custos – mina (elaborada pelo autor)

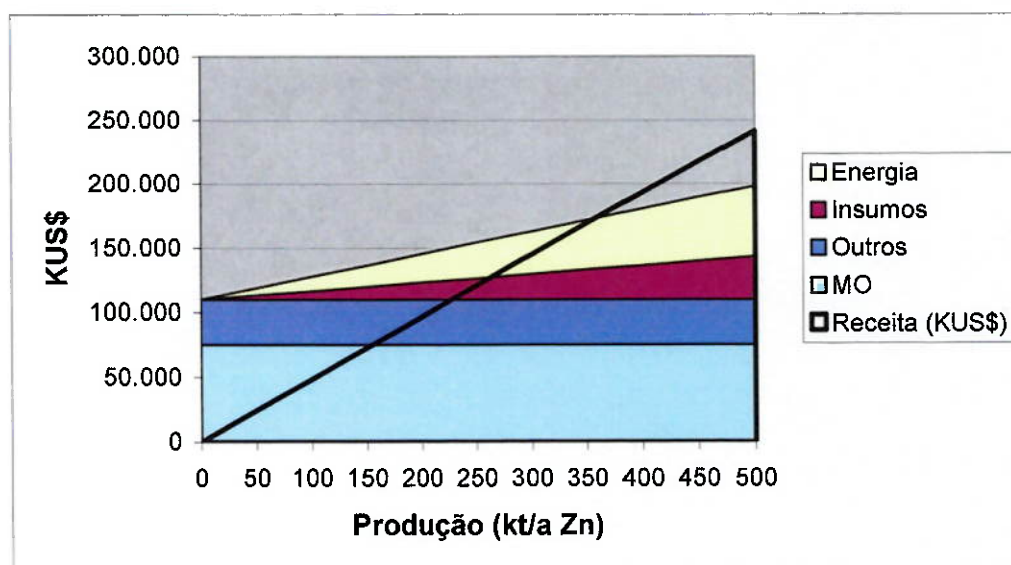


figura 3.6.2: Receitas e custos – smelter (elaborada pelo autor)

Nestes gráficos foram incluídas as curvas de receitas totais, baseadas no item 3.2. A receita da mina nada mais é do que o valor do zinco contido, já que o TC está incluído como custo;

$$\text{Receita mina} = \text{LME} \times \text{qtde. Zn produzida} = \text{US\$1000} \times \text{quantidade (kt Zn /ano)} \quad (9)$$

A receita do *smelter* é o valor do *treatment charge* multiplicada pela quantidade produzida. Como o TC é o valor cobrado por tonelada de concentrado, é necessária uma pequena transformação de base para que se possa usar o mesmo eixo das abscissas para os dois gráficos. Utilizando valores típicos, tem-se:

$$\begin{aligned} \text{Receita smelter} &= (\text{TC} \times \text{qtde. de concentrado processada}) / (\text{conteúdo metálico} \times \\ &\quad \text{recuperação metalúrgica}) \\ &= \text{US\$ 248} \times \text{qtde. de Zn produzida} / (0,535 \times 0,96) \\ &= 482,87 \times \text{qtde. de Zn produzida (em tons)} \end{aligned} \quad (10)$$

Para os *smelters*, portanto, é inviável produzir em um nível que não seja muito próximo de sua capacidade nominal, devido a:

- Altos custos fixos
- Ponto de equilíbrio próximo da capacidade nominal

Para as minas, com custo fixo proporcionalmente menor, a variação da quantidade não tem um impacto tão drástico no resultado. Com a variação conjunta de custos e receitas, há uma faixa maior de variação de sua produção, na qual não ocorrem prejuízos muito elevados

Até aqui foi considerada como variável apenas a quantidade produzida e tendo foco no modelo para uma única empresa típica em cada etapa da produção.

Expandindo o campo de visão sobre a questão, é necessário explicitar a relação existente entre oferta e preço. Considerando todo o mercado do zinco, que se aproxima razoavelmente do modelo teórico de concorrência perfeita, sabe-se que o

preço é derivado do equilíbrio entre oferta e demanda totais. A partir disso, a oferta agregada de todas as empresas afeta suas receitas. Desse modo, o conjunto das empresas ofertantes tem que gerenciar, não apenas as quantidades produzidas, mas também, indiretamente, o preço que será definido.

Neste ponto, evidencia-se a importância da consolidação entre as empresas no setor de *commodities* minerais. Com diversas empresas pulverizadas, nenhuma tem escala de produção que possibilite influenciar todo o mercado e nem sentir a relação causa-efeito entre o excesso de oferta e queda nos preços.

Não faz parte do escopo deste trabalho estabelecer uma relação direta numérica entre oferta, demanda e preços, mas ainda assim pode-se visualizar graficamente o que significa a variação da cotação da LME para as empresas.

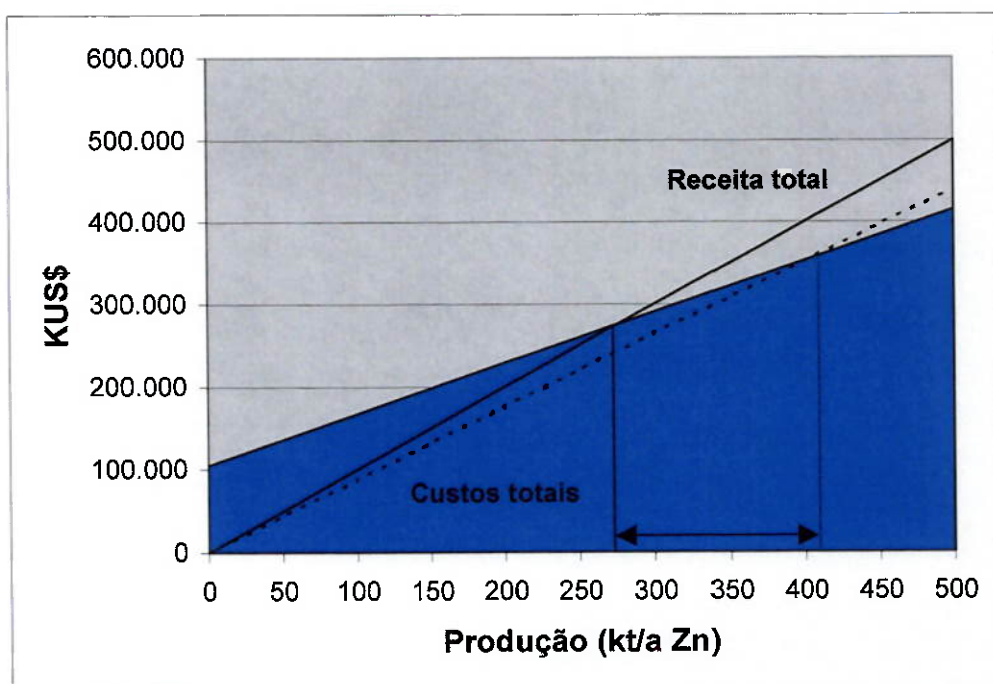


Figura 3.6.3: Ponto de equilíbrio

A queda dos preços (reta pontilhada, menos inclinada) faz com que se aumente o ponto de equilíbrio, ou seja, a mina precisa produzir mais para pagar seus custos.

No gráfico, uma queda no preço de 10% elevou o ponto de equilíbrio em cerca de 50%. O aumento de produção, em face da queda de preços, pode ser efetivo no curto prazo, mas se for praticado continuamente por uma grande parcela da indústria, pode reforçar a tendência de queda de preços, gerando uma espécie de “espiral da morte”⁴. Esse tipo efeito ocorre freqüentemente com o zinco.

Este problema não afeta tanto o *smelter*, já que sua receita total é independente da LME, sendo relacionada apenas com a quantidade processada e o valor negociado do *treatment charge*.

Concluindo, se observado apenas pelo lado das receitas, percebe-se que os resultados das minas são realmente mais expostos ao risco da LME. Do lado dos custos, ocorre o inverso, os *smelters* têm grande sensibilidade à quantidade produzida, devido à alta participação dos custos fixos em relação aos totais.

Em Brook Hunt, 2003, não foi considerada a estrutura de custos de minas e de *smelters* na análise, o que dificulta o entendimento da adequação do sistema de comercialização ao funcionamento do mercado.

⁴ Espiral da morte: Aqui utilizada com a seguinte interpretação: ao enfrentar uma queda de preços, a empresa aumenta a produção, gerando uma receita total maior, já que a receita unitária está em queda. Esse excesso de produção acaba por derrubar ainda mais os preços unitários, elevando continuamente o ponto de equilíbrio (*break-even*), configurando um ciclo vicioso.

Capítulo 4

4 CONCLUSÃO

Neste capítulo, são apresentados os resultados finais da pesquisa realizada, ou seja, as respostas às questões explicitadas na introdução e discutidas no decorrer do trabalho.

Em seguida, é feita uma análise crítica sobre o trabalho em si e todo o processo da sua elaboração, incluindo a relevância do tema e dos resultados conseguidos

Por fim apresenta-se uma relação de idéias que podem servir de base para outros estudos ou para o aprofundamento deste mesmo tema

4.1 Discussão dos resultados

Após diversas análises, modelos, estudos e gráficos, convém lembrar as questões fundamentais que motivaram este trabalho:

- **Como o sistema de precificação do concentrado influencia na baixa reatividade da indústria do zinco às flutuações na demanda?**
- **Como fazer para que a indústria ofereça respostas mais rápidas aos movimentos do mercado, diminuindo prejuízos?**

O objetivo final de todo o trabalho é o de responder estas questões, e possibilitar o avanço em busca de maiores esclarecimentos ao assunto.

Durante o período de definição do tema deste trabalho, o primeiro fator a ser identificado como importante no comportamento da indústria foi a forma de comercialização do concentrado.

A fórmula de precificação é bastante discutida entre os pesquisadores na área de *commodities* minerais, porém, ela existe há muito tempo, sem que tenha sido substituída definitivamente por uma alternativa. É bastante curioso o fato de haver toda uma discussão em institutos e empresas de pesquisa do setor, sem que ocorra grandes movimentos da indústria no mesmo sentido. Isso é ainda mais intrigante, quando se leva em conta que a maioria das variáveis estão sob o controle das partes:

neste caso, representado pelo contrato, que pode ter todas suas cláusulas e condições definidas conforme a vontade das mesmas.

Portanto, parece que há uma heterogeneidade na visão de pesquisadores / consultores e empresas. Enquanto os primeiros tentam elaborar teorias e propostas para o benefício de todo o mercado durante um longo horizonte de tempo, os outros permanecem focados no curto prazo e agindo de forma individualista, como se o mercado seguisse realmente o modelo “atomista”, no qual nenhum indivíduo / empresa pode influenciar o mercado por uma ação isolada. Porém, em um prazo mais longo, fatalmente ocorrem as desvalorizações do zinco e todos os agentes vendedores (minas e *smelters*) desse mercado sofrem as conseqüências.

É neste ponto que se introduz a questão da consolidação das empresas. Com empresas maiores dominando o mercado, este se afasta cada vez mais do modelo “atomista”. As organizações de grande porte podem então influenciar as condições do mercado com ações individuais, ações estas que terão conseqüências para todos. Neste esquema, torna-se mais clara a relação causa-efeito entre as inovações nas relações dentro da cadeia produtiva e as condições de mercado, como o preço e a demanda.

Sobre a fórmula de precificação do concentrado, pôde-se constatar que é um fator importante na dinâmica do mercado. Levando em consideração as diferentes estruturas de custo, percebe-se que não há problemas no fato de haver diferentes sensibilidades entre minas e *smelters* em relação ao preço, já que há uma grande diferença de risco em seus resultados, devida às diferentes estruturas de custo. Porém, alguns ajustes seriam benéficos, como retirar a cláusula de participação parcial de preço, já que esta acaba por mitigar o impacto da volatilidade da cotação do zinco para a mina, sendo que o que é necessário para o mercado é justamente o contrário: forçar as minas a disciplinarem a oferta.

Neste caso, a **Alternativa A** proposta em Brook Hunt, 2003, que define o *treatment charge* como um valor pré-fixado em contrato, tem o mérito de forçar as minas a disciplinar a oferta do minério, alocando a elas todo o risco da variação do preço do zinco na London Metal Exchange, minimizando a chance de excesso de

Neste caso, a **Alternativa A** proposta em Brook Hunt, 2003, que define o *treatment charge* como um valor pré-fixado em contrato, tem o mérito de forçar as minas a disciplinar a oferta do minério, alocando a elas todo o risco da variação do preço do zinco na London Metal Exchange, minimizando a chance de excesso de oferta. Os *smelters* terão resultados fixos, independentes da LME, permanecendo numa situação semelhante à atual. Este modelo, no entanto, só tem sentido para períodos curtos.

No longo prazo, os riscos desta prática não são suportáveis pelas próprias minas, já que uma queda de preços se refletiria em queda de receitas na mesma proporção, enquanto que os custos de *treatment charge* permaneceriam constantes, já que têm seu valor pré-fixado no contrato.

Além disso, ainda há a desvantagem do esforço e insegurança em torno da obrigação de renegociações anuais, neste aspecto, reproduzindo o modelo atual.

A vantagem decisiva para a escolha desta alternativa é a sua melhor adequação às estruturas de custo de cada parte. As minas, que passam a assumir todo o risco de preço, têm o volume de produção como variável de ajuste. Em função da pequena participação dos custos fixos nos custos totais, a margem de segurança é maior. Os *smelters* por sua vez, que são totalmente imunes ao risco da variação de preço, apresentam uma maior participação dos custos fixos nos custos totais e portanto, menor margem de segurança.

Assim, estes riscos se compensam, gerando uma situação de mercado mais equilibrada para ambas as partes.

A **Alternativa B**, que fixa a porcentagem do valor do zinco que será alocada aos produtores de minério e metal refinado, não parece tão adequada, já que ignora as diferenças de estrutura de custos de cada um.

Passa a haver então um movimento conjunto do *treatment charge* e da LME, o que é o mesmo que dizer que haverá uma correlação entre as receitas de minas e *smelters*. Assim, ambos estão expostos igualmente ao risco do preço de mercado do zinco. Para os

smelters, a esse risco é somado o risco operacional, relacionado a seus altos custos fixos; para a mina, que tem maior flexibilidade de resposta em função de variação de produção, os riscos combinados são menores.

Assim, no cômputo geral, os *smelters* estão em posição desfavorável, o que contribuiria para uma manutenção do ciclo de excesso de oferta para minimizar os prejuízos em períodos de baixa.

Além disso, não há uma grande diferença quantitativa entre esta proposta e o que vem ocorrendo atualmente (ver Figuras 3.2.3.1 e 3.2.3.2)

Porém, ao redor do mundo, existem diversas unidades industriais que operam com diferentes regimes de custo. Assim, nada impede que os contratos nessa base sejam firmados entre empresas que não apresentem grandes diferenças de estrutura.

De forma geral, esta idéia é válida: podem-se firmar contratos de venda de concentrado de diversas formas, desde que haja acordo entre duas partes. Existem registros de grandes empresas com contratos de longo prazo, bastante diferentes do *benchmark* descrito neste trabalho, mas grande parte do comércio mundial é realizada em moldes muito semelhantes.

Existem também outros fatores que podem ser alterados no contrato, mas que não foram incluídos no escopo deste trabalho por restrição da disponibilidade de dados. São eles:

1. **Duração dos contratos de TC:** geralmente têm vigência de um ano. Outras opções são contratos de prazo maior, que proporcionam uma estabilidade dos parâmetros de transações; ou venda à vista (*spot market*), que permite maior liberdade, mas também maior incerteza.
2. **Venda ou tratamento:** a mina pode optar pela venda do concentrado ou então manter a propriedade do metal, pagando apenas pelo refino e

assumindo a estocagem, venda e expedição do produto final. Este último modelo parece justificar o TC.

3. **Integração ou mercado:** com a integração vertical na indústria, diminui bastante a influência da dinâmica do mercado de concentrado no comportamento do zinco refinado.

Pode-se considerar como uma solução prática para as empresas a adoção de um *mix* de diversos tipos de contrato, compensando os diferentes riscos (operacionais e de mercado) e mudando o funcionamento da comercialização.

Mais uma vez, para que estas mudanças tivessem um efeito disseminado no mercado, elas teriam de ser implementadas pelas grandes empresas, as *rule-makers*, para que fossem posteriormente seguidas pelo resto. O problema é que na indústria do zinco não há empresa que esteja demonstrando interesse e esteja em condições de cumprir este papel.

Dando uma **resposta** final às **questões fundamentais** deste trabalho, o autor considera que os fatores estudados:

- forma de comercialização do concentrado,
- estrutura de custos
- concentração das empresas;

São positivamente relevantes na dinâmica do zinco, e qualquer discussão sobre esse tema deve passar por esses três elementos.

A **influência do sistema de comercialização do concentrado** é evidente, já que introduz diferentes riscos e induz minas e *smelters* a estratégias conflitantes, que generalizadas para o todo do mercado, conforme detalhado anteriormente, tem um efeito negativo na estabilidade dos preços.

Com o objetivo de **tornar mais ágil a resposta da indústria ao mercado** as propostas para mudança no cenário atual são:

- Mudança na fórmula de partilha de valor do zinco na cadeia produtiva, levando em consideração a estrutura de custos, ou seja, **adotar um sistema de *treatment charge* pré-fixado, como na Alternativa A;**

- **Busca de uma maior concentração de empresas de mineração por meio de fusões e aquisições**, de forma a facilitar o alinhamento dos objetivos das empresas com os vetores de estabilidade do mercado.

4.2 Análise crítica do trabalho

Este trabalho tem como principal contribuição a divulgação de um conhecimento que é bastante restrito a especialistas e pessoas ligadas diretamente ao setor produtivo de mineração e metalurgia.

Durante a pesquisa bibliográfica, não foi encontrada no meio acadêmico publicações que abordassem os temas de economia mineral, mineração e metalurgia do ponto de vista da realidade atual do mercado. Existem muitos livros teóricos, e periódicos técnicos ou apenas de notícias do setor, porém não foram encontradas análises profundas do assunto.

Outro ponto a ser destacado é o fato de que num primeiro momento de definição do tema, ainda não era claro para o autor a relação direta entre o assunto do trabalho e os temas típicos das disciplinas ministradas no Departamento de Engenharia de Produção. Isso na verdade foi positivo para o processo de aprendizado, já que os problemas

enfrentados na vida profissional na grande maioria das vezes não são previstos em teorias aprendidas na faculdade.

Essa dificuldade também fez com que houvesse um processo de análise mais independente, desenvolvendo o pensamento analítico do autor, e não apenas uma aplicação direta de modelos prontos. O trabalho foi desenvolvido “de fora para dentro”, ou seja, foi definido primeiramente o problema a ser investigado, e só depois de uma reflexão, foram definidos os métodos a serem utilizados. Ao final do trabalho, ficou explícita a importância da base teórica, já que foram aplicados métodos aprendidos na do curso.

De forma geral, o trabalho de formatura expõe, não só o conhecimento de métodos, modelos e ferramentas, mas principalmente a estruturação do raciocínio com o objetivo de resolver problemas, o que em última instância, é a síntese da contribuição de um engenheiro para a sociedade.

4.3 Sugestões de pesquisa

Em um primeiro momento, cabe explicitar algumas restrições enfrentadas para a elaboração deste trabalho.

1 – Disponibilidade de Dados:

Houve uma certa dificuldade na busca de dados, devido ao fato de que o trabalho versa sobre um tema muito específico mas que abrange um mercado mundial.

O conhecimento sobre os sistemas de comercialização de minério é bastante restrito a funcionários de empresas do setor, e mesmo no meio acadêmico não há fonte de informações consistentes.

As fontes de dados reconhecidas pelo autor como bem fundamentadas são relatórios de empresas de consultoria no mercado de metais. Estes relatórios não estão disponíveis no meio universitário devido ao seu alto custo, mas apenas em empresas do setor produtivo.

Assim, houve uma grande restrição à idéia de comparar os mecanismos de mercado de outras *commodities* minerais por exemplo, devido à falta de uma base de dados consistente.

2 – Tempo disponível

Conforme se avança na construção de um trabalho, ao mesmo tempo em que se consolidam as explicações e conclusões, passam também a surgir novas questões, que muitas vezes têm de ser abandonadas, pois às vezes são tão ou mais complexas que o próprio assunto no qual se está trabalhando.

Além disso, justamente, no final do estudo, por já haver uma “massa crítica” de conhecimento e algumas questões já estarem respondidas, novas abordagens surgem, com várias ramificações. No entanto, a premência de tempo, ditada pela objetividade de se atingir a meta pretendida – concluir dentro do prazo definido, impede o desenvolvimento detalhado dessas linhas paralelas ao estudo.

Apesar do enriquecimento que estas variantes poderiam trazer ao trabalho, o foco no objetivo e o atendimento ao planejamento desenvolvido e compromissado sobressaem neste caso, deixando, como está colocado a seguir, aberturas e sugestões para estudos futuros.

3 – Sugestões

Assim, fica como contribuição para novos desenvolvimentos, as seguintes questões, consideradas as mais relevantes, dentro do tema proposto:

- Comparação dos mecanismos de outras *commodities*: devido à dificuldade na busca de dados, não foi possível realizá-la. Poderia ser feito um estudo comparativo, relacionando o comportamento dos preços com os mecanismos de comercialização de matéria-prima, estrutura de custos e concentração. Seria bastante interessante usar como base outros metais não-ferrosos, como o alumínio, chumbo, cobre, e também o níquel e estanho.

Estes produtos apresentam mecanismos mais ou menos parecidos com os do zinco, com resultados diferentes. Assim seria possível fazer uma espécie de *benchmarking* econômico.

- Avaliar os impactos da integração vertical na estratégia: tendo em mente os mecanismos do mercado do zinco e a possibilidade ou não de mudança dos mesmos, seria bastante interessante verificar a existência de conflitos entre objetivos estratégicos de minas e *smelters*, principalmente no caso de terem capacidades diferentes e ambos operarem no mercado *spot*.
- Avaliar o impacto dos cortes na produção: consistiria numa investigação sobre todos os custos, contábeis, econômicos e financeiros, que são incorridos com os cortes de produção e fechamento de instalações industriais. Assim, poderia justificar-se (ou não) o comportamento da indústria frente às quedas de preço.
- Analisar modelos alternativos de contrato de venda do concentrado: poderia ser feita uma pesquisa, tanto na própria cadeia do zinco como na de outros metais, sobre as influência de outras variáveis que não as examinadas neste trabalho. (longo prazo x *spot*, venda x processamento de concentrado, etc).
- Engenharia econômica aplicada em decisões de integração: seria também bastante interessante para o entendimento do mercado uma avaliação econômico-financeira e estratégica sobre decisões corporativas de integração ou não de operações de mineradoras e metalúrgicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO COBRE. São Paulo: Sindicel – ABC, 2003,
- BORGES, F.H., **Análise da indústria de zinco e do desempenho operacional de uma empresa do setor: o caso da Companhia Paraibuna de Metais – Grupo Paranapanema**. 2001 111 p. dissertação de mestrado. PUC-RJ. Rio de Janeiro, 2001.
- BROOK HUNT. Global Zinc Concentrate Market to 2012 v.1, 2002-3 edition, . Londres: 2003
- BRUNSTEIN, I. Material do curso de Economia de Empresas, EPUSP, 2003 São Paulo
- CÉ, J. S., 2000, “Mercado de Zinco – Interno e Externo – Tendências”, Seminário de Zinco e suas Aplicações, Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM), p. 54-91, São Paulo, SP.
- CRU MONITOR. Londres: Junho 2004
- CRUZ-COKE, G.L.; ARAVENA, M.L. **“Pay your taxes” faulty calculations or ideological prejudice?**. PUC-Chile – Faculdade de Engenharia, Santiago 2004
- FARIA, S. B. F., 2000, “Ligas de Zinco para Fundição”, Seminário de Zinco e suas Aplicações, Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM), p. 92-101, São Paulo, SP.
- ILZSG ROME, Outubro 2003, **Treatment charge negotiations – is there an alternative?**. Roma: 2003. 15 p.
- LAURINDO, F.J.B.; CARVALHO, M.M. Estratégias para competitividade. São Paulo, editora Futura, 2003
- METAL INDUSTRY SURVEY. Standard And Poor's, Junho 2004
- UBS WARBURG. Mining and metals primer – Equity Research. Londres: Abril 2003.
- QUARTERLY REPORT, Londres: Gfms Metals Consultancy. 2002 issue 1
- ZEDILLO, E., On China's rise, Forbes magazine 24/05/2004, disponível em http://www.forbes.com/forbes/2004/0524/043_print.html

SITES

AME MINERAL ECONOMICS, www.ame.com.au 2004

INTERNATIONAL LEAD AND ZINC STUDY GROUP, www.ilzsg.org 2004

LONDON METAL EXCHANGE, <http://www.lme.co.uk> 2004

WORLD MINE COST DATA EXCHANGE, www.minecost.com, 2004

U.S. DEPARTMENT OF LABOR - BUREAU OF LABOR STATISTICS,
data.bls.gov 2004

U.S. GEOLOGICAL SURVEY, <http://www.usgs.gov/> 2004

VOTORANTIM METAIS, <http://www.vmetais.com.br> 2004