

**HENRIQUE DE VASCONCELOS CEOTTO**

**AUDITABILIDADE E GOVERNANÇA CORPORATIVA  
NA INDÚSTRIA MINERAL**

São Paulo

2004

**HENRIQUE DE VASCONCELOS CEOTTO**

**AUDITABILIDADE E GOVERNANÇA CORPORATIVA  
NA INDÚSTRIA MINERAL**

Trabalho de Formatura em Engenharia de Minas do  
curso de graduação do Departamento de Engenharia  
de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo

Orientador: Prof. Livre Docente Giorgio de Tomi

São Paulo

2004

TF-2004  
C333a  
1422284

M2004F

**DEDALUS - Acervo - EPMI**



31700005444

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**Ceotto, Henrique de Vasconcelos**  
**Auditabilidade e governança corporativa / H.V. Ceotto. -- São**  
**Paulo, 2004.**  
**37 p.**

**Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade**  
**de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas e de**  
**Petróleo.**

**1.Recursos minerais (Gerenciamento) 2.Auditorias 3.Gover-**  
**nança corporativa (Aplicações) I.Universidade de São Paulo.**  
**Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Minas e de**  
**Petróleo II.t.**

Aos meus amigos e colegas na Universidade, pela amizade e companheirismo durante os anos de graduação. À minha família, pelo amor, incentivo e dedicação que me permitiram chegar aonde cheguei. E em especial, aos meus pais, que me ensinaram a caminhar com meus próprios pés.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Prof. Dr. Giorgio de Tomi, pelas oportunidades a mim abertas e pelo grande incentivo a minha formação como profissional. Espero ter podido retribuí-lo, ao menos em parte.

Ao Prof. Homero Delboni Jr., por sua presteza ao me auxiliar na formulação de parte deste trabalho e por seu apoio durante meus anos de graduação.

Aos professores do PMI, por sua dedicação para com a nossa formação como profissionais de excelência.

A todos os integrantes do LAPOL, em especial ao Prof. Ricardo de Azevedo, a Rondinelli Sousa, a Sandro Pereira e a Bruno Pelli. Os anos de trabalho juntos foram inestimáveis ao meu desenvolvimento como pesquisador, como profissional e como pessoa humana.

A todos que, direta ou indiretamente, me apoiaram nesses anos de graduação.

“Controlar um exército é vantajoso, uma multidão desorganizada, perigoso de mais”

A Arte da Guerra. Sun Tzu

## **RESUMO**

**CEOTTO, H. V. Auditabilidade e Governança Corporativa na Indústria Mineral.**  
2004. 37 f. Trabalho de Formatura – Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo,  
Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

O presente trabalho apresenta os benefícios da utilização da Cadeia de Valor Mineral para otimizar os processos envolvidos em planejar e operar um empreendimento mineral e para simplificar o processo de auditoria técnica, assim dando suporte a Governança Corporativa. São identificados os riscos associados à mineração, sendo o principal deles o risco geológico, risco este devido ao grau desconhecimento do depósito. Aborda também como o risco geológico pode ser gerenciado valendo-se dos códigos de declaração de recursos e reservas, bem como as tendências de evolução destes códigos através do diagrama OQC. Tal diagrama define as necessidades de se saber O quê existe de recursos e reservas, Quando serão lavradas e Como serão lavradas e processadas, para se garantir a maximização do retorno do investimento realizado. Ademais, demonstra a necessidade de se definir quantitativamente a incerteza associada à estimativa dos parâmetros de cada bloco do modelo e como isso pode ser alcançado através de métodos de simulação. Analisa as práticas de governança corporativa em quatro empresas líderes do setor mineral e mostra que existe um esforço pela maior parte destas em desenvolvê-la. Descreve como a integração da Cadeia de Valor Mineral, aliada ao Diagrama OQC, é capaz de promover um melhor gerenciamento do risco geológico e uma maior receita, indo ao encontro dos princípios de Governança Corporativa.

**Palavras-chave:** Mineração, Governança Corporativa, Auditorias Técnicas, Mapeamento de Processos, Gerenciamento de Recursos Minerais.

## **ABSTRACT**

**CEOTTO, H. V. Auditing and Corporate Governance in the Mineral Industry.**  
2004. 37 p. Graduation Project – Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

The following paper presents the benefits to use the Mining Value Chain to optimize the process involved in planning and operating a mining enterprise and to simplify the technical audit process, and so providing support to the Corporate Governance. The risks regarding mining enterprises are identified, being the geological risk the major, such risk is due to the lack of knowledge regarding the mineral deposit. It presents approaches to manage the geological risk by the use of codes for reporting mineral resources and ore reserves, as well as the development tendencies of these codes through the WWH diagram. Such diagram regards the necessity of knowing What exists (mineral resources and ore reserves), When they will be exploited, and How they are exploited and processed, to guarantee the maximization of the investment return. Moreover, demonstrates the necessity of quantifying the uncertainty associated to the estimation of each block parameters of the block model and also how it may be achieved by the use simulation methods. It analyses the practices of Corporate Governance from four leading mining companies and shows that there is an effort from the majority of those to develop it. It describes how the integration of the Mining Value Chain, allied to the WWH diagram, is capable of promoting a better geological risk management and a higher income, meeting with Corporate Governance principles.

**Key-words:** Mining, Corporate Governance, Technical Audit, Process Mapping, Mineral Resources Management.

# SUMÁRIO

## LISTA DE FIGURAS

## LISTA DE TABELAS

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

## LISTA DE SÍMBOLOS

<u>1. INTRODUÇÃO.....</u>	<u>1</u>
1.1. JUSTIFICATIVA.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	1
<u>2. REVISÃO BLOIOGRÁFICA.....</u>	<u>3</u>
2.1. PECULIARIDADES DO SETOR MINERAL.....	3
2.2. GESTÃO DA INFORMAÇÃO .....	3
2.3. MAPEAMENTO DE ATIVIDADES.....	4
2.4. CADEIA DE VALOR MINERAL .....	7
2.5. AUDITORIAS EM RECURSOS E RESERVAS.....	10
2.6. SIMULAÇÃO GEOESTATÍSTICA .....	12
2.7. GOVERNANÇA CORPORATIVA .....	13
<u>3. ANÁLISE E ABORDAGEM .....</u>	<u>15</u>
3.1. A EVOLUÇÃO DO MERCADO E DA INFORMAÇÃO.....	15
3.2. RISCOS ASSOCIADOS A EMPREENDIMENTOS.....	16
3.3. GERENCIAMENTO DO RISCO GEOLÓGICO.....	17
3.4. CONHECENDO O PROCESSO.....	20
3.5. O DESENVOLVIMENTO DA INFORMAÇÃO MINERAL.....	21
3.6. GOVERNANÇA CORPORATIVA NA MINERAÇÃO.....	30
<u>4. CONCLUSÕES.....</u>	<u>34</u>
<u>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	<u>36</u>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Estrutura do sistema IDEF0 .....	5
Figura 02: estrutura do detalhamento do sistema IDEF0.....	6
Figura 03: Exemplo da estrutura do Sistema IDEF0.....	6
Figura 04: Integração do software de planejamento e o rastreamento de informações na cadeia de valor mineral .....	7
Figura 05: Inter-relação entre o Planejamento Estratégico e o Plano Táctico.....	9
Figura 06: Relação Geral entre Resultados da Pesquisa Mineral, Recursos Minerais e Reservas de Minério.....	12
Figura 07: Gráficos mostrando os diferentes objetivos da krigagem e da simulação condicional. ....	13
Figura 08: Diagrama OQC-CVM – Sobreposição do processo OQC de auditoria sobre a Cadeia de Valor Mineral (CVM). ....	20
Figura 09: Comparação entre a Krigagem e a Simulação Condisional.....	22
Figura 10: Probabilidade de o bloco pertencer a cava final para um preço do cobre de US\$ 0.70/lb.....	23
Figura 11: Probabilidade de o bloco pertencer a cava final para um preço do cobre de US\$ 0.80/lb.....	24
Figura 12: a) Litologia típica de um depósito tabular de bauxita no norte do Brasil e b) definição das superfícies de contato capeamento-minério e minério-estéril.....	24
Figura 13: Integração entre software de mineração e componente wireless.....	25
Figura 14: ‘Diagrama Estrela’ – elementos críticos de uma organização. ....	28

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 01: Comparação entre as Classificações de Recursos Minerais e Reservas de Minério .....	18
Tabela 02: Avaliação a Respeito da Classificação da Confiança em Função do Perfil do Investidor.....	18
Tabela 03: Comparação entre a Aplicação das Principais Práticas de Governança Corporativa entre as Quatro Empresas Líderes da Mineração no Mundo.....	31

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AG	– <i>Autogenous Grinding</i>
AS	– <i>Social Accountability</i>
CVM	– Cadeia de Valor Mineral
ERP	– <i>Enterprise Resource Planning</i>
IBGC	– Instituto Brasileiro de Governança Corporativa
IDEF0	– <i>Integration Definition Method 0</i>
IMM	– <i>Institution of Mining and Metallurgy</i>
ISO	– <i>International Association for Standardization</i>
JORC	– <i>Joint Ore Reserve Committee</i>
KPI	– <i>Key Production Indicator</i>
kWh	– Quilowatt hora
lb	– libra
MgO	– Óxido Magnésio
MRP	– <i>Material Requirement Planning</i>
MRP II	– <i>Manufacturing Resource Planning</i>
NOSA	– <i>National Occupational Safety Association</i>
OQC	– O Quê, Quando e Como
SAG	– <i>Semi-Autogenous Grinding</i>
SGI	– Sistema de Gerenciamento de Informação
SiO <sub>2</sub>	– Dióxido de Silício (Sílica)
SME	– <i>Society of Mining and Metallurgical Engineering</i>
t	– tonelada métrica
US\$	– <i>United States Dollars</i>
VPL	– Valor Presente Líquido
WI	– <i>Bond Work Index</i>

## LISTA DE SÍMBOLOS

- % – por cento, representa uma divisão por cem
- = – sinal de igualdade
- – sinal de subtração
- $\Sigma$  – Somatória
- + – sinal de adição

## 1. INTRODUÇÃO

---

### 1.1. JUSTIFICATIVA

O mercado mundial vem passando por grandes mudanças principalmente no que toca a última década. A globalização propiciou a criação e ampliação de empresas transnacionais, gerou um mercado com base no cliente (qualidade) e requereu um fluxo de informações crescentes para o suporte a tomada de decisão.

O setor mineral, quando comparado a outros setores industriais como automobilístico, de alimentos e químico, apenas engatinha quando analisando seus fluxos de informação. Ao mesmo tempo em que buscam a integração de seus sistemas administrativos, financeiros, contábeis e de recursos humanos através de modernos Sistemas de Gerenciamento de Informação, falham na estruturação de seus sistemas técnico-gerenciais (produtivos) gerando grandes “ilhas” de informação que impossibilitam um correto suporte para a tomada de decisões e dificultam a elaboração e cumprimento do plano estratégico do empreendimento.

A mineração, como qualquer outra atividade primária, possui incertezas associadas únicas e de difícil, para não dizer impossível, estimativa por métodos convencionais. Essas incertezas são responsáveis pelos altos riscos envolvidos na implementação e operação de empreendimentos mineiros.

O mercado hoje analisa dois fatores principais quando decidindo sobre a realização de investimentos: a **Taxa de Retorno**; e o **Risco Associado**. O primeiro representando o retorno do capital investido e o segundo representando a possibilidade do retorno esperado não ocorrer da forma planejada. O objetivo máximo é a busca pela maximização do retorno de capital com a redução do risco associado. Podemos ainda dizer que riscos maiores demandam taxas de retorno maiores para se tornarem atrativos.

Investimentos no setor mineral são tradicionalmente considerados de risco, isso significa que o setor é menos atrativo a investimentos. Focando-se combater essa fuga de investimentos a busca por formas de se reduzir o risco associado e maximizar a recuperação do depósito são desejáveis e devem ser incentivadas.

Ferramentas já conhecidas para estimativa de precisão dos modelos computacionais apenas há pouco tempo passaram a serem utilizadas, a publicação de informações antes consideradas estratégicas passam a sedimentar a confiança de empresas pertencentes ao setor mineral e ferramentas de gerenciamento de informação técnico-gerencial abrem novos horizontes para a redução de custos e maximização da produção.

### 1.2. OBJETIVOS

Este trabalho busca apresentar os benefícios da utilização da **Cadeia de Valor Mineral** para otimizar os processos envolvidos em planejar e operar um empreendimento mineral, para simplificar o processo de auditoria técnica e dar suporte a **Governança Corporativa**. Para tanto serão abordados os seguintes tópicos nesse trabalho:

- Identificação dos riscos associados à mineração;

- O gerenciamento do risco geológico através de auditorias;
- Estimativa e quantificação do risco geológico;
- Identificação das práticas de Governança Corporativa na Indústria Mineral;
- A utilização de auditorias técnicas e da Cadeia de Valor Mineral para o cumprimento das práticas de Governança Corporativa.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

---

### **2.1. PECULIARIDADES DO SETOR MINERAL**

Segundo Ceotto; De Tomi; Pelli (2004) o setor mineral possui algumas características próprias que a diferem dos outros ramos industriais:

- a. Heterogeneidade de matérias-primas: os depósitos minerais, principais fornecedor de matérias-primas para a indústria mineral, são de formação natural e, portanto, possuem uma heterogeneidade natural.
- b. Perfeito conhecimento do processo: os depósitos minerais são estimados através de modelos computacionais gerados a partir de levantamentos geológicos, onde são baseados sua extração e seu processamento. Essa estimativa possui incertezas associadas e, portanto, somente se conhece perfeitamente o depósito após sua extração.
- c. Disponibilidade\variedade de matérias-primas: os depósitos minerais são finitos, localizados (rigidez locacional - a mina deve existir onde o depósito está) e específicos.

“[...] As características de ocorrências minerais são únicas e dependem do local e das circunstâncias nas quais o processo de formação aconteceu e posteriormente se desenvolveu.” (CAMUS, 2002, p.41)

“[...] depósitos minerais podem somente ser minerados onde os minerais são encontrados, então opções para se locar e operar o empreendimento são provavelmente mais limitados que outros tipos de desenvolvimentos industriais.” (Camus, 2002 apud Torries, 1998, p. 41)

### **2.2. GESTÃO DA INFORMAÇÃO**

Para se acessar as incertezas associadas aos processos de produção e reduzir os riscos envolvidos as ferramentas conhecidas como Sistemas de Gerenciamento de Informação (SGIs) estão sendo amplamente utilizadas. Podemos definir SGI como sendo “um conjunto de componentes inter-relacionados que coleta (ou recupera), processa, armazena e distribui informação para dar suporte à tomada de decisão e ao controle da organização. Além de apoiar, coordenar e controlar a tomada de decisão, os sistemas de informação também podem ajudar os gerentes e trabalhadores a analisar problemas, visualizar assuntos complexos e criar novos produtos.” (DE TOMI; CEOTTO, 2002).

Genericamente, conforme Mastrela apud Davenport e Prusak (2003), o dado pode ser definido como um conjunto de fatos distintos e objetivos, relativos a eventos. É informação bruta, descrição exata de algo ou de algum evento.

A informação é uma mensagem com os dados que fazem diferença, podendo ser audível ou visível, e onde existe um emitente e um receptor. Segundo Mastrela apud Drucker (2003), informação representa os dados interpretados, dotados de relevância e propósito. É um fluxo de mensagens, um produto capaz de gerar conhecimento. O conhecimento deriva da informação, assim como esta, dos dados.

Os sistemas de informação podem ajudar as empresas a ampliar seu alcance para lugares distantes, oferecer novos produtos e serviços, redefinir cargos e fluxo de trabalho e, talvez, mudar profundamente o modo de conduzir os negócios. Esses sistemas apresentam um saudável desafio para a administração (LAUDON, LAUDON, 1999).

Segundo Mastrela apud Haberkorn (2003), o ERP originou-se da evolução dos sistemas MRP (*Material Requeriment Planning*) – “Planejamento das Necessidades de Materiais”, que surgiram devido à integração de suprimentos, controle de compras, recebimento de materiais e controle dos estoques. Ainda segundo Mastrela apud Haberkorn (2003), o MRP, para incluir necessidades técnicas de materiais “estendidas”, agregação de novas funções, como o cálculo da capacidade de produção, carga de máquinas, controle de produtos e materiais em processo, controle de eficiência, administração de pedidos e faturamento, passou a denominar-se MRPII (*Manufacturing Resource Planning*) – “Planejamento de Recursos de Manufatura. Recentemente, todas essas funções foram integradas aos processos financeiros, fiscais e de recursos humanos, vindo a denominarem-se ERP (*Enterprise Resource Planning*) – “Planejamento de Recursos do Empreendimento”. A implantação de um sistema ERP é um processo extremamente crítico para as empresas. Este processo envolve a configuração do ERP escolhido para que possa dar suporte às estratégias empresariais, alteração nos processos internos, treinamento das pessoas para utilização do novo sistema, além de outras medidas. O ERP permite que se controle a aquisição de matéria-prima, seu processamento na fabricação de produtos de alta qualidade e sua entrega, tudo de maneira rápida e econômica.

Ele permite, ainda, a integração das áreas administrativas que contextualizam os valores econômicos de lavra, custo de mina, especificações pedidas pelos clientes, *feedback* dos clientes, consulta a dados de custos de mão de obra e treinamento. Estas áreas, antes, eram tratadas individualmente, onde cada departamento era uma “ilha”, com suas planilhas e custos. Hoje, com o uso dos ERP’s, toda a informação está vinculada e centralizada, tornando os dados mais confiáveis e dinâmicos, e facilitando a tomada de decisão.

No que toca os sistemas ERP para a indústria mineral, podemos dizer que “muitos sistemas gerais foram propostos, alguns dos quais foram amplamente divulgados por grupos comerciais. Entretanto, eles comumente envolvem [sistemas de] administração e prestação de contas complexos, e podem depender de entradas artificiais que subtraem de sua efetividade. Ademais, eles são usualmente desenhados para negócios com muitos produtos e unidades de produção. Eles não se adaptam bem a mineração que é conceitualmente muito simples, com uma única linha de produção e muitas vezes um único produto.” (CAMUS, 2002, p. VI). Isto é devido às peculiaridades do setor mineral como apresentados no item 2.1 acima.

### **2.3. MAPEAMENTO DE ATIVIDADES**

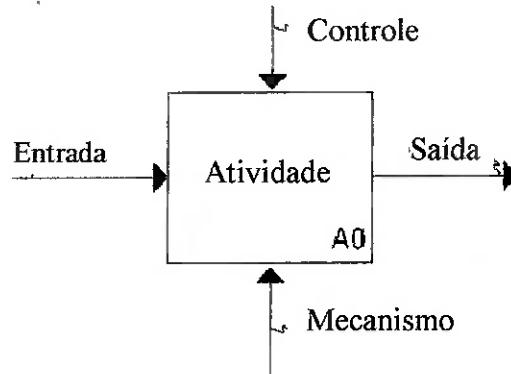
Segundo Azevedo; Ceotto; De Tomi (2004) mapear um processo nada mais é do que criar um modelo representativo da realidade contendo as atividades que ocorre no mesmo. A execução requer cuidado e o constante acompanhamento dos profissionais diretamente envolvidos no processo.

O mapeamento aqui abordado utiliza o Sistema *IDEF0 (Integration DEFinition)*. Este sistema é fruto da preocupação por parte da Força Aérea Norte-Americana durante as décadas de 70 e 80 em desenvolver técnicas para se aumentar à produtividade de sua manufatura.

“Assim, este modelo visa funcionar como uma ferramenta de análise e de comunicação, de definição de papéis, de demonstração das inter-relações, de facilitação de solução de problemas, de identificação de oportunidades de melhorias e provedora de uma documentação concisa sobre o processo”. (AZEVEDO; CEOTTO; DE TOMI, 2004)

### 2.3.1. Estrutura do Sistema

A estrutura do sistema é apresentada na figura 01 abaixo:



*Figura 01 - Estrutura do sistema IDEF0.*

Como podemos observar na figura 01 o sistema é apresentado como uma caixa preta onde:

- a caixa representa a **Atividade** a ser desenvolvida;
- a seta da esquerda representa a **Entrada** ou alimentação para a atividade;
- a seta da direita representa a **Saída** ou produto da atividade;
- a seta de baixo representa o **Mecanismo** que realizará a atividade em questão;
- e a seta de cima representa o **Controle** necessário para atividade a ser desenvolvida.

Faz-se necessário observar que a **Saída** de uma **Atividade** corresponde a **Entrada** da(s) subseqüente(s).

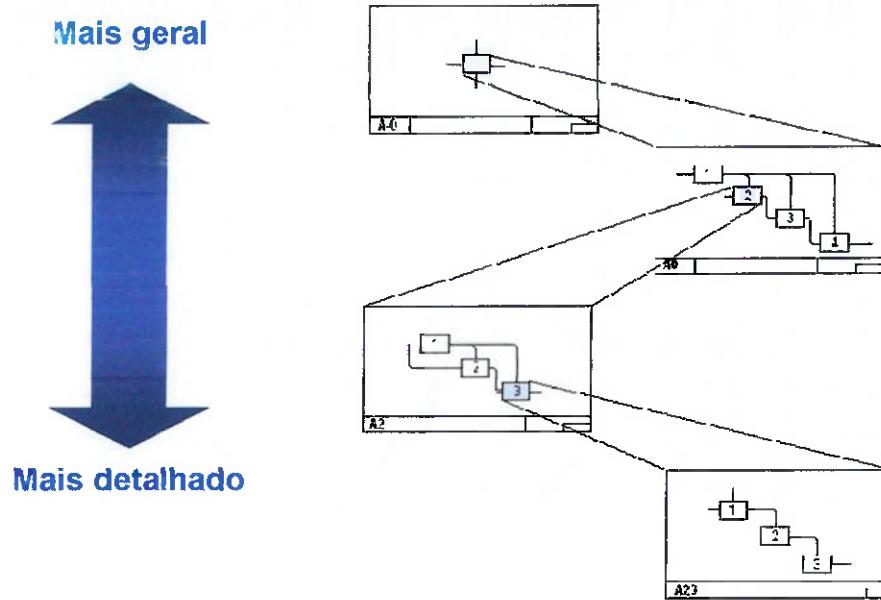
### 2.3.2. Níveis de Detalhe

Note que o nível de detalhamento não é fixo para todas as atividades e pode variar de área para área dependendo da necessidade.

“Um modelo de IDEF0 (Figura 02) é uma série hierárquica de diagramas que permite detalhar tanto quanto for necessária a atividade modelada, permitindo-nos concentrar em um esquema de atividades de cada vez, sem, entretanto, pertermos o foco na visão global”. (Sousa, 2004, p. 14)

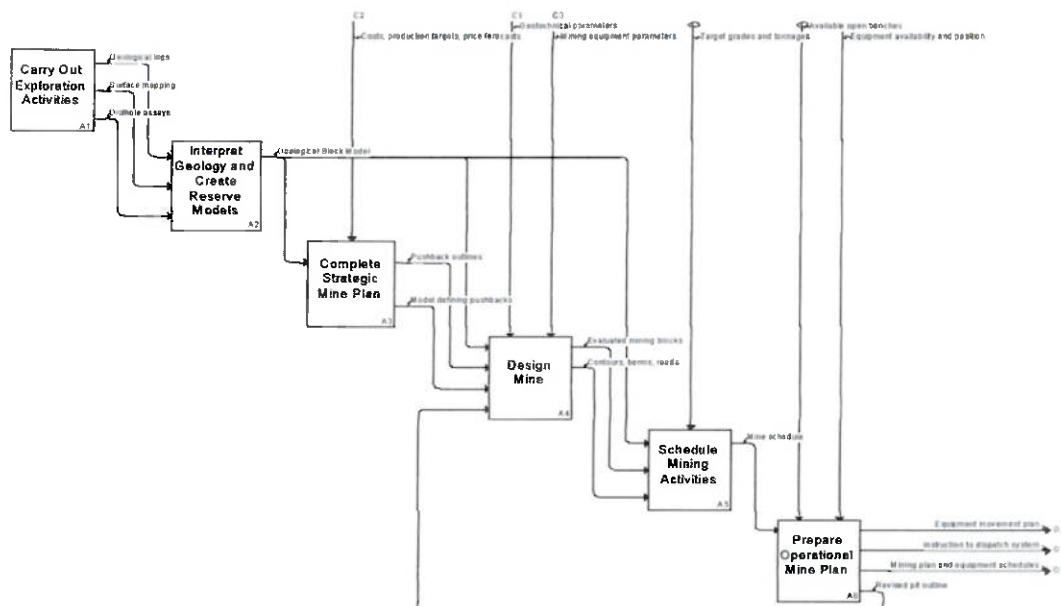
A construção do modelo deve se iniciar a partir da visão mais geral possível A0, e depois partir para um detalhamento maior da atividade. Caso não tivéssemos atingido o nível de detalhamento definido, procederíamos “abrir” a caixa A0 e gerar, por exemplo, duas novas atividades: A1 e A2. Caso continuássemos abrindo as caixas, por exemplo, a A2, teríamos

gerado outras sub atividades A21, A22 e A23. Cada atividade pode ser subdividida em atividades cada vez menores e, consequentemente, mais detalhadas.



*Figura 02: Estrutura do detalhamento do sistema IDEF0. (Sousa, 2004, p.14)*

Ao final teremos um mapeamento completo das atividades detalhadas do sistema (Figura 03), bem como sua posição no sistema, aonde é realizada, como é controlada e o que ela entrega como resultado.



*Figura 03: Exemplo da estrutura do Sistema IDEF0.*

## 2.4. CADEIA DE VALOR MINERAL

Para endereçar o problema apresentado no item 2.2 utilizaremos o conceito ‘Double-T’ (Figura 04):

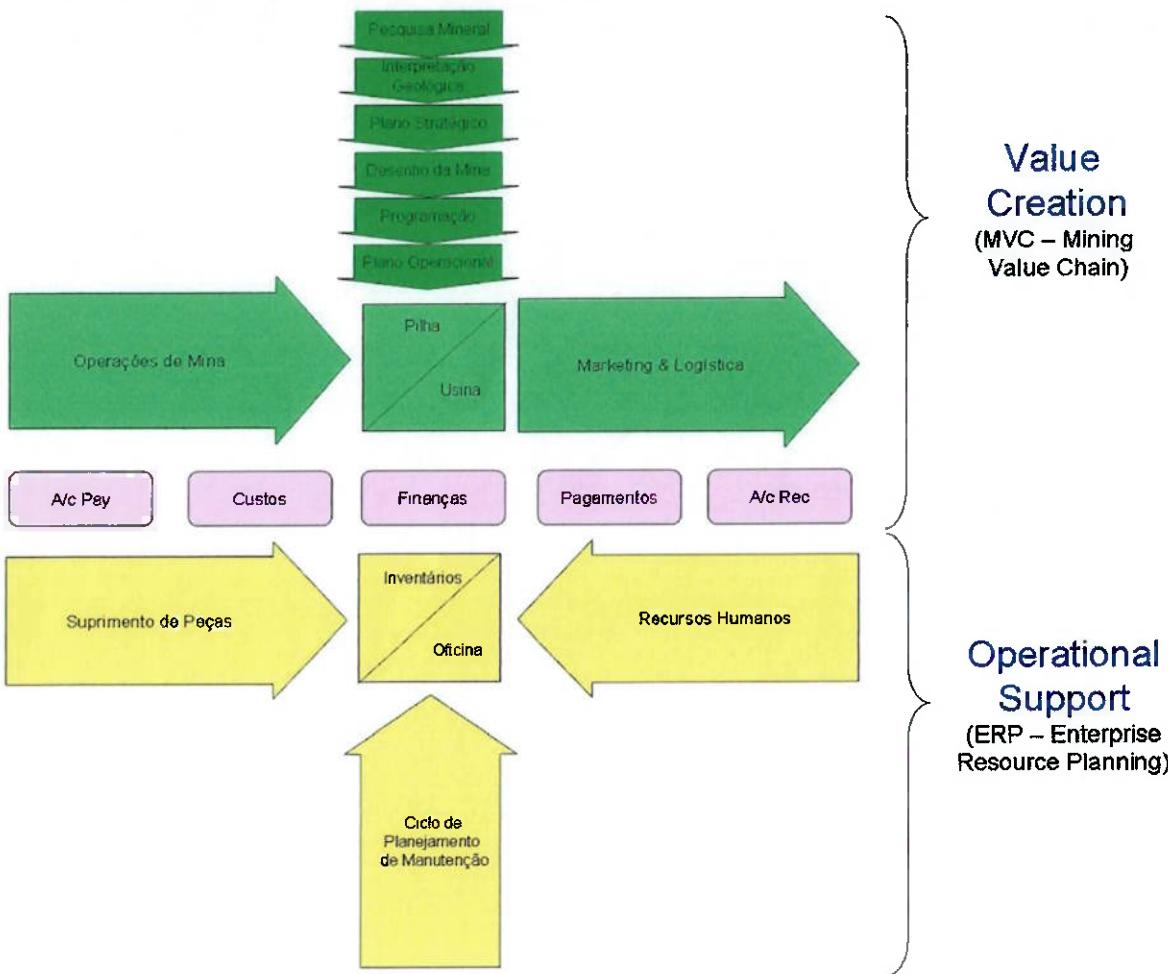


Figura 04: Integração do software de planejamento e o rastreamento de informações na cadeia de valor mineral.

O diagrama representa os processos de negócios e operação de qualquer empreendimento de mineração. ‘Double-T’, ou T Duplo, vem do fato da aparência do diagrama possuir a forma de dois Ts, um apoiado de cabeça para baixo sobre o outro.

Segundo Ceotto; De Tomi; Pelli (2004) o “T Superior” ou **Cadeia de Valor Mineral (CVM)** engloba as operações que geram valor na mineração, representadas pelas setas verdes horizontais, que representam da esquerda para a direita: perfuração, desmonte, carregamento, transporte, britagem, moagem, envio, mercado, vendas e fatura. Essas operações físicas são planejadas através dos processos intelectuais representados pela seta verde vertical do **Ciclo de Planejamento da Mina**: Pesquisa Mineral, Interpretação Geológica, Planejamento Estratégico, Desenho e Programação da Mina e Plano Operacional.

Ainda segundo Ceotto; De Tomi; Pelli (2004) O ‘T Inferior’ representa as operações essenciais que mantém a capacidade produtiva da mina, mas que em sua essência mais

sustentam a Cadeia de Valor Mineral do que contribuem diretamente para a geração de valor. Essa é a área relativa aos sistemas *ERP*.

Focando-se na porção vertical do ‘T superior’ podemos citar a análise realizada por Kenneth F. Lane: “historicamente, o Planejamento da Mina tem sido visto como uma função de engenharia largamente preocupada com o desenho de um buraco no chão e a logística de sua expansão. A função geológica supre os dados, a função de processamento de minérios extraí quaisquer constituintes de valor, a função de venda escreve os contratos e a função financeira consegue o dinheiro. Apesar de essa demarcação seguir a estrutura do processo de mineração, sua rigidez impede a geração de planos bem integrados que necessitam a participação cooperativa de todas as funções. Regularmente cada função estava preocupada em defender ou estender seu próprio status dentro da organização, tendendo a perseguir objetivos não necessariamente consistentes com aqueles da organização como um todo. Performance, custos unitários, recuperações e longevidade ao invés de critérios econômicos, eram considerados de suma importância.” (CAMUS, 2002, p. V)

Note que o **Ciclo de Planejamento de Mina** é assim chamado devido a suas atividades serem cíclicas, o modelo é realimentado a medida que novos dados são gerados, fazendo do ciclo de planejamento uma atividade dinâmica. Para um melhor entendimento, podemos discretizá-lo e subdividi-lo em suas principais atividades:

**Pesquisa Mineral** compreende a execução de trabalhos necessários à definição da extensão, quantidade, teores, etc... do depósito mineral através de prospecções, mapeamentos geológicos, análises químicas, descrição de testemunhos, etc...

**Interpretação Geológica** compreende a utilização de padrões internacionais para a interpretação da geologia física e das mineralizações; estimativa do modelo de blocos através de estimadores; e a utilização de métodos simulação para se definir a intensidade da incerteza associada a cada bloco.

**Plano Estratégico** compreende a utilização de ferramentas para se definir as estratégias de longo e médio prazo desde a cava final (visando maior fluxo financeiro) até a seqüência de extração ótima (visando um maior VPL – Valor Presente Líquido); incorporando restrições ambientais, geotécnicas, de capacidade de produção, de formação de pilhas e blendagem, múltiplas cavas, etc para prover estratégias e seqüenciamento de cavas operacionais; maximizar a reserva e alimentação da planta se assim desejado; localizar e posicionar frentes de lavra baseadas em restrições práticas de lavra.

**Desenho e Programação da Mina** compreendem o desenho da mina baseado na saída dos sistemas do Plano Estratégico, bem com de parâmetros de geologia e engenharia, para produzir desenhos físicos e seqüências de lavra simultaneamente.

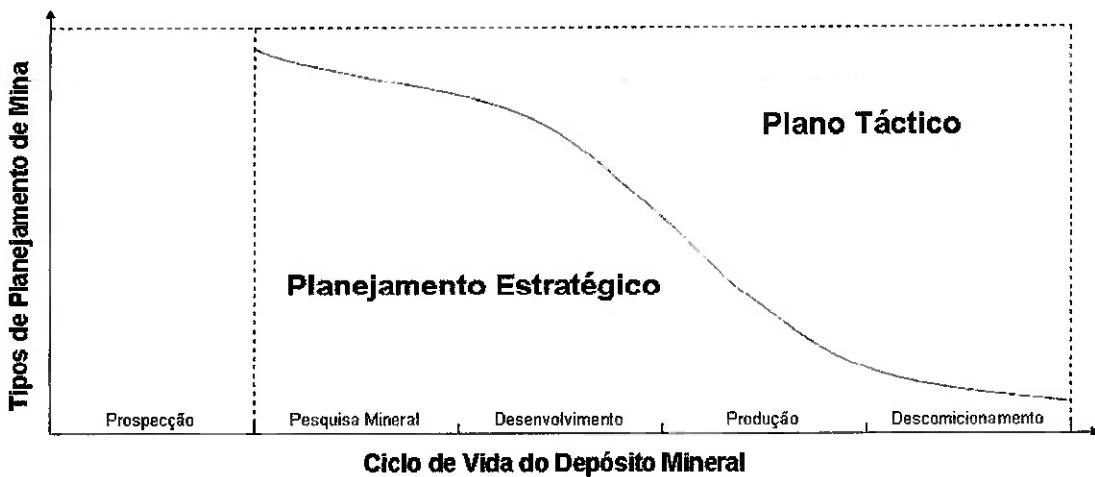
**Plano Operacional** compreende: a tradução do desenho da mina em instruções operacionais práticas, incluindo o projeto de furos de desmonte; e o controle de qualidade do minério integrando amostragem de frente, análises laboratoriais, modelagem geológica e plano de desmonte para prover os supervisores de produção com linhas de extração rápidas e acuradas.

Algumas subdivisões diferentes para o ciclo de planejamento podem ser encontradas na literatura: “**Planejamento estratégico** lida com fatores de operação e de decisão que, em

grande parte, determinam o valor do negócio de mineração. A principal preocupação é o desenvolvimento do plano para se extrair todo o recurso mineral. Entre os aspectos típicos para se especificar no escopo estão o método de lavra, o rota de processo, a escala da operação, a seqüência de extração, e a definição dos vários limites operacionais que separam progressivamente a fração de valor do recurso. [...] Quando operando minas, o escopo do planejamento estratégico está relacionado com a revisão continua dos planos de longo e médio-prazos, sendo essencial para a manutenção de uma base atualizada que define o futuro da operação.

[...] **Plano tático**, por outro lado, representa a rotina de planejamento das atividades requeridas para o comissionamento da operação e sua operação. Quando operando minas, o escopo inclui a continúa revisão do planejamento de produção de curto prazo com foco na incorporação de novas informações captadas da operação no próprio plano. Planejamento tático lida com a preparação de orçamentos; disponibilização de equipamentos e seqüenciamento da produção numa base mensal, semanal e diária; controle de qualidade e teor; e várias outras atividades de rotina.” (CAMUS, 2002, p.47)

A Figura 05 demonstra a inter-relação entre o **Planejamento Estratégico** e o **Plano Táctico**.



*Figura 05: Inter-relação entre o Planejamento Estratégico e o Plano Táctico. (CAMUS, 2002, p. 48)*

Independentemente da forma que o ciclo de planejamento de mina é subdividido é de suma importância ressaltar o valor que este agrega ao empreendimento minério como parte da **Cadeia de Valor Mineral**. “Este trabalho duplo, a formulação e a execução do plano de mina, é o objetivo máximo do gerenciamento de recursos minerais e é um importante instrumento para a criação de valor nos empreendimentos mineiros. Para se ter sucesso, o plano de tem que ser formulado e implementado não da forma tradicional prescrita pelo gerenciamento convencional, mas da forma descrita por Mintzberg (1987) ‘como um processo contínuo que circula entre ação e ponderação’. Ademais, esse processo tem que envolver pessoas de outras áreas da organização; estratégia, nesse caso, é raramente formulada por um estrategista de elite, mas pela contribuição das muitas mentes participando na organização.” (CAMUS, 2002, p. 13)

## 2.5. AUDITORIAS EM RECURSOS E RESERVAS

Para se realizar investimentos dois fatores principais são analisados: a **Taxa de Retorno**; e o **Risco Associado**. No primeiro, empresas, bancos, a agências de financiamento e investidores buscam maximizar o capital de forma a atingir melhores retornos financeiros. No segundo, todos os riscos envolvidos são quantificados de forma a se conhecer as possibilidades de se alcançar à taxa de retorno esperada. Assim, é intuitivo dizer que maiores riscos demandam taxas de retorno maiores e demandam também uma maior estabilidade do mercado.

Como é de conhecimento comum, a mineração possui riscos associados únicos, como também os possuem quaisquer atividades do setor primário (agricultura e indústrias extractivas). Esses riscos existem pelo desconhecimento inerente a tais atividades, conforme descrito no item 2.1.

De forma a se gerenciar esses riscos, **códigos de declaração de recursos e reservas** vêm sendo amplamente empregados. Estes, segundo Austrália, (1999)<sup>1</sup>, estabelecem padrões mínimos, recomendações e diretrizes para a publicação aberta sobre os resultados de pesquisas minerais, recursos minerais e reservas de minério. Podemos citar como exemplos desses códigos o *JORC Code* australiano, o NI-43101 canadense, o *IMM System* do Reino Unido e o *SME Guide* americano.

A importância desses códigos se tornou tamanha que qualquer empresa do setor mineral, que deseja ter suas ações em Bolsas de Valores Australianas ou Neozelandesas, está obrigada, pelas regras dessas casas, a se adequar ao **Código JORC (Australian Code for Reporting of Mineral Resources and Ore Reserves – Código Australiano para Declaração de Recursos Minerais e Reservas de Minério)**. Estes códigos são governados por princípios básicos de **transparência (transparency)**, **materialidade (materiality)** e **competência (competence)**.

“A **transparência** requer que o leitor do Relatório Público [de recursos e reservas] seja provido de informação suficiente, com apresentação clara e não ambígua, para que seu entendimento do relatório não seja tendenciado. A **materialidade** requer que o Relatório Público contenha toda a informação relevante que os investidores e seus assessores profissionais poderiam requerem e, de forma razoável, esperar encontrar no relatório, para propósitos de julgamentos razoáveis e balanceados sobre a mineralização sendo reportada. A **competência** requer que o Relatório Público seja baseado no trabalho de responsabilidade de um indivíduo minimamente qualificado e com um mínimo de experiência que está sujeito a um reforçado código de ética profissional”. (AUSTRÁLIA, 1999, p.2)

### 2.5.1. Competência

Os **Códigos de Declaração de Recursos Minerais e Reservas de Minério** utilizam o termo **Competent Person** ou **Pessoa Competente** para se determinar o profissional que possui a experiência e a qualificação necessárias para se responsabilizar pelo Relatório Público.

<sup>1</sup> Refere-se ao *JORC Code (Australasian Code for Reporting of Mineral Resources and Ore Reserves)*

“Uma Pessoa Competente é uma pessoa que é membro ou sócio do Instituto de Mineração e Metalurgia da Australásia (*The Australasian Institute of Mining and Metallurgy*) e ou do Instituto Australiano de Geo-cientistas (*Australian Institute of Geoscientists*) com um mínimo de cinco anos de experiência relevante no estilo de mineralização e no tipo de depósito sob consideração e na atividade que a pessoa está realizando. Caso a Pessoa Competente estiver estimando ou supervisionando a estimativa de Recursos Minerais, a experiência relevante deve estar na estimativa, identificação e avaliação de Recursos Minerais. Caso a Pessoa Competente estiver estimando ou supervisionando a estimativa de Reservas de Minério, a experiência relevante deve estar na estimativa, identificação, avaliação e extração econômica de Reservas de Minério.” (AUSTRÁLIA, 1999, p.3)

As definições de Pessoa Competente são comuns entre os códigos de declaração de recursos e reservas citados neste relatório, diferindo somente quanto a afiliação do indivíduo. Canadá, (2001) generaliza e define a associação como “membro de uma associação profissional de renomada”.

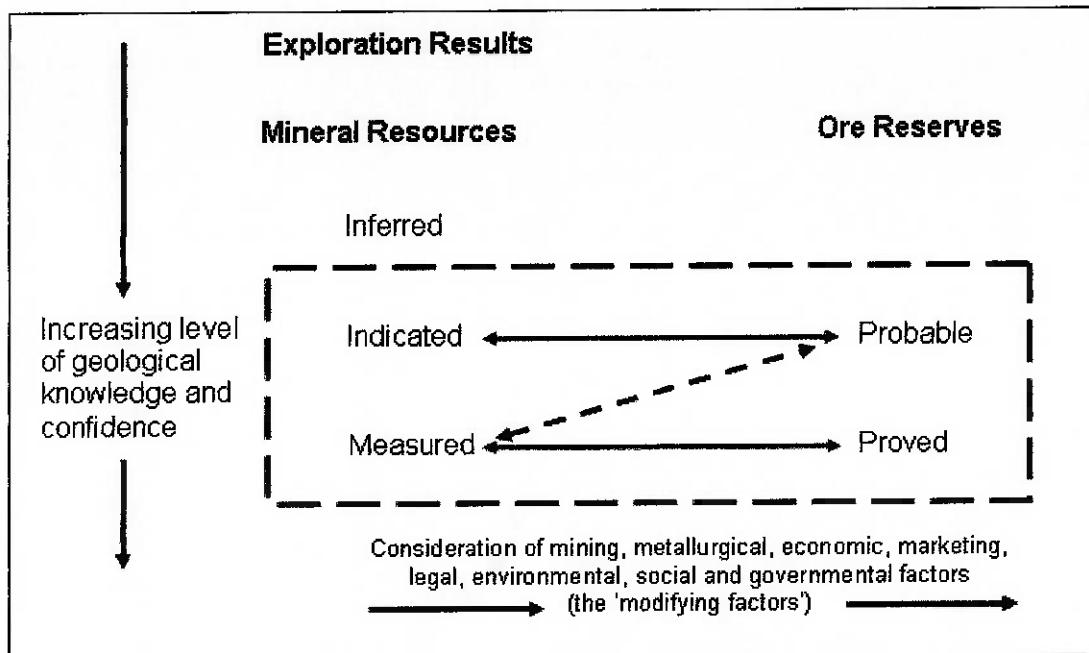
## 2.5.2. Terminologia

Para se garantir a clareza da informação reportada e, por conseguinte, a transparência do relatório os códigos definem as terminologias a serem utilizadas.

“Um Recurso Mineral é uma concentração ou ocorrência de material com interesse econômico intrínseco interno ou sobre da Crosta Terrestre de tal forma ou quantidade que haja um prospecto razoável para sua eventual extração econômica. O local, a quantidade, o teor, as características geológicas e a continuidade do Recurso Mineral são conhecidos, estimados ou interpretados através de evidências e conhecimentos geológicos específicos. Recursos Minerais são subdivididos, de forma crescente em função da confiança geológica, nas categorias Inferidos, Indicados e Medidos.” (AUSTRÁLIA, 1999, p. 6)

“Uma Reserva de Minério é a parte economicamente minerável do Recurso Mineral Medido ou Indicado. Isso inclui a diluição de materiais e consideração de perdas que podem ocorrer quando o material é minerado. Avaliações apropriadas, que podem incluir estudos de viabilidade, já foram executados e incluem considerações e modificações sobre fatores de lavra, metalúrgicos, econômicos, de mercado, legais, ambientais, sociais e governamentais realistas. Essas avaliações demonstram, no momento da publicação do relatório, que a extração pode ser razoavelmente justificada. Reservas de Minério são subdivididas em, de forma crescente em função da confiança, em Reservas de Minério Prováveis e Reservas de Minérios Provadas.” (AUSTRÁLIA, 1999, p. 8-9)

A figura 06 facilita a compreensão dessas terminologias.



*Figura 06: Relação Geral entre Resultados da Pesquisa Mineral, Recursos Minerais e Reservas de Minério.  
(fonte: AUSTRÁLIA, 1999, p.5)*

Tais terminologias são comuns entre os **códigos de declaração de recursos e reservas** citados neste documento.

## 2.6. SIMULAÇÃO GEOESTATÍSTICA

Segundo Sousa (2004) apud Gambin (2003), tradicionalmente, a operação de controle de teores e planejamento de lavra é feita utilizando-se um modelo de blocos gerado por um estimador tradicional, geralmente krigagem ordinária de blocos, que realiza a melhor estimativa (não tendenciosa e com menor erro), a partir das amostras disponíveis. No entanto, esse procedimento é incapaz de incorporar a incerteza associada à estimativa. A variabilidade dos valores estimados é menor que a variabilidade dos dados originais (Sousa, 2004 apud Costa, et al, 1998).

A mesma posição é apresentada por Peroni: “Tradicionalmente são utilizados modelos construídos por métodos clássicos ou geoestatísticos (Polígonos, IQD, Krigagem), porém esses métodos não permitem acesso à variabilidade do depósito, produzindo apenas valores médios estimados para os blocos do depósito” (PERONI, 2002 apud ISAAKS, 1990; JOURNEL, 1974).

“A utilização de simulação condicional se faz essencial quando mencionado o acesso à distribuição de probabilidades de um determinado bloco de lavra e não simplesmente a associação de um único valor médio a cada bloco de um modelo, como proporcionado por um modelo construído por métodos convencionais de estimativa.” (PERONI, 2002, p. 2)

Podemos observar na figura 07 que os métodos de estimativa, como a krigagem, reproduzem um valor médio para o bloco em questão, enquanto que os métodos de simulação reproduzem a variabilidade dos dados permitindo que a intensidade de incerteza seja avaliada.

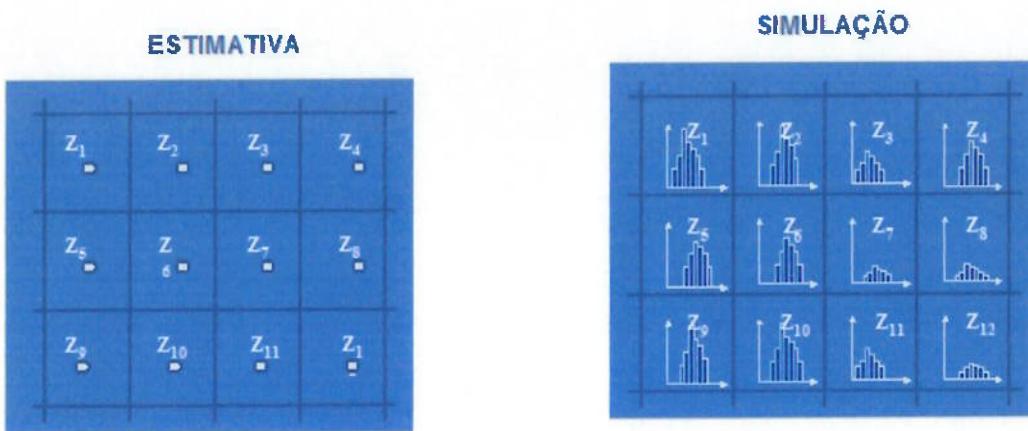


Figura 07: Gráficos mostrando os diferentes objetivos da krigagem e da simulação condicional. Enquanto a primeira reproduz as propriedades médias das amostras, a segunda reproduz a variabilidade dos dados. (Sousa, 2004, p.11)

## 2.7. GOVERNANÇA CORPORATIVA

Em 1999 o IBGC (Instituto Brasileiro de Governança Corporativa) oficializou o seguinte conceito: “[...] é o sistema que assegura aos sócios-proprietários o governo estratégico da empresa e a efetiva monitoração da diretoria executiva. A relação entre propriedade e gestão se dá através do conselho de administração, a auditoria independente e o conselho fiscal, instrumentos fundamentais para o exercício do controle. A boa Governança assegura aos sócios eqüidade, transparéncia, responsabilidade pelos resultados (*accountability*) e obediência as leis do país (*compliance*).” (LODI, 2000, p. 24)

A **Governança Corporativa** é garantida pelas ações do Conselho de Administração, “os 49 Códigos de Melhores Práticas conhecidos insistem em alguns pontos básicos e comuns.

- O presidente do Conselho não deve ser presidente da diretoria
  - Maioria de conselheiros externos sobre conselheiros acionistas
  - Conselheiros externos vindos do mercado e não ex-diretores
  - Presidente da diretoria profissional contratado
  - Avaliação anual do diretor-presidente da diretoria
  - Ausência de conflito de interesse ou de negócio comum entre conselheiro externo e a empresa: fornecedor, distribuidor, prestador de serviço, amigo do presidente
  - Avaliação anual dos conselheiros
  - Máximo de cinco participações em outros conselhos
  - Participação em comitês do conselho: auditoria, finanças, estratégia, jurídico, etc...”
- (LODI, 2000, p.33)

“Palavras inglesas que clarificam com precisão a missão do Conselho:

- *Fairness*, traduzido por senso de justiça e de eqüidade para com os acionistas minoritários contra transgressão de majoritários e gestores;
- *Disclosure*, usualmente chamada de transparéncia, com dados acurados, registros contábeis fora de dúvida e relatórios entregues nos prazos combinados;

- *Accountability*, ou responsabilidade pela prestação de contas por parte dos que tomam as decisões de negócios;
- *Compliance*, ou obediência e cumprimento das leis no país.” (LODI, 2000, p. 19)

Vale notar que “no passado recente o conselheiro tinha a sua lealdade definida pela sua valorização do capital dos acionistas. Mas agora a sociedade civil tem demandas não só do acionista investidor, mas também dos *stakeholders*, ou seja, dos empregados, fornecedores, credores, clientes e dos residentes no local das fábricas.” (LODI, 2000, p. 15-16)

### **3. ANÁLISE E ABORDAGEM**

---

#### **3.1. A EVOLUÇÃO DO MERCADO E DA INFORMAÇÃO**

O mercado de investimentos mundial vem passando por mudanças estruturais profundas na última década. A globalização permitiu que um volume descomunal de informações atingisse os cantos mais remotos do planeta numa questão de segundos com o advento da internet e da telefonia móvel. E isso permitiu que os investidores passassem a analisar e a requerer um maior volume de informação para definir a prioridade em seus investimentos. Em contrapartida, as empresas passaram a preparar e a disponibilizar mais informação sobre suas atividades e suas práticas internas.

O mercado vem se tornando exigente, buscando maximizar o retorno dos investimentos e reduzir o risco associado ao mesmo. As reestruturações organizacionais nas empresas passaram a acontecer não por iniciativa de seus gestores, mas como forma de sedimentar a confiabilidade da empresa perante o mercado. As certificações em qualidade, em meio ambiente, em segurança do trabalho e, mais recentemente, em responsabilidade social; a utilização de sistemas de gerenciamento de informações corporativas, atualmente conhecidos como *ERPs*; o estabelecimento de auditorias financeiras anuais; e, no caso específico da mineração, as auditorias em recursos minerais e reservas de minérios demonstram a preocupação das empresas em se adequarem as exigências dos mercados consumidores e dos investidores.

Entretanto o mercado é mutável e atualmente cresce “de importância dos investidores institucionais, especialmente dos grandes fundos internacionais ou dos fundos de pensão norte-americanos, que têm mais de 25% de suas aplicações fora dos Estados Unidos”. (LODI, 2000, p.11) Estes fundos representam milhares, por vezes milhões, de pessoas comuns, assalariadas, que ali aplicam suas economias, que podem chegar a representar uma vida inteira de trabalho, e não querem, e não podem vê-las desaparecer.

Estes fundos, porém, na grande maioria dos casos, não são acionistas majoritários ou sequer possuem cotas suficientes para lhes garantir assento no conselho das empresas as quais pertencem, estando sujeitos, portanto, aos desmandos dos majoritários.

O mercado passa a exigir então uma maior segurança para com os acionistas minoritários. E as exigências não se limitam aos pequenos acionistas, mas também englobam os funcionários, fornecedores, clientes, cidadãos, governos, ou seja, todos aqueles que possam ser afetados pela má administração da empresa, também conhecidos como *stakeholders*.

Então “Do debate entre acionistas e *stakeholder* surge o princípio do ‘conselheiro esclarecido’, ou seja: é dever da empresa maximizar os ganhos do acionista, porém fazendo isso numa forma responsável, levando em conta o longo prazo. O conselheiro tem obrigações de longo prazo e de confiança para com empregados, fornecedores e clientes, mas deve assegurar o sucesso da empresa e o seu dever fiduciário para com o acionista.” (LODI, 2000, p. 11) E esta é a origem da exigência para que as empresas adotem e sigam práticas de Governança Corporativa, exigências tais que vem sendo também incorporadas ao mercado de ações, sendo exigido seguimento de práticas de Governança Corporativa por empresas que

desejam ser listadas nas principais bolsas de valores mundiais (ex: Nova York, Londres, entre outras).

### 3.2. RISCOS ASSOCIADOS A EMPREENDIMENTOS

Quando avaliando empreendimentos o **Risco Associado** é um dos principais fatores a ser mensurado. Aqui os colocaremos em três categorias principais: **Sociais, Financeiros, Mercadológicos e Tecnológicos**.

Os **Riscos Sociais** compreendem os riscos principalmente relacionados à Segurança, Higiene e Saúde Ocupacional, Meio Ambiente, Governo e Sociedade. Estes riscos são gerenciados pela implantação de programas de certificação e treinamento em segurança (Ex: NOSA, Dupont), pelo cumprimento das legislações ambientais e governamentais, pela obtenção de certificações ambientais (ex: ISO 14000) e de responsabilidade social (ex: SA 8000), pela participação em programas de desenvolvimento social entre outros. No que toca a mineração, pode ser destacado o **risco cultural** que representa o preconceito histórico da sociedade, ainda que hoje infundado em sua grande parte, para com a atividade de mineração e seus impactos. São gerenciados por programas de esclarecimento da sociedade que utilizam de palestras, visitas ao empreendimento, reuniões com a comunidade, entre outros para reduzir o preconceito quanto ao empreendimento mineral.

Os **Riscos Financeiros** compreendem principalmente os riscos relacionados ao **Custo de Produção, Custos de Capital e Valor do Negócio** (acionistas). São gerenciados pela implantação de novas tecnologias de produção, por auditorias contábeis anuais, pelo gerenciamento das expectativas internas e do mercado, pela transparência e abertura de informações relevantes aos *stakeholders*. No que toca a mineração pode ser destacada a **longa maturação do investimento** (4-10 anos) como agravante, influenciando diretamente no **Valor no Negócio**;

Os **Riscos Mercadológicos** compreendem os riscos principalmente relacionados à oferta e demanda do bem ou similares, preço de venda do produto, substituição de bens (novas tecnologias) e concorrência. São gerenciados através de pesquisas de mercado, *benchmarking*, acompanhamento dos desenvolvimentos tecnológicos recentes, obtenção de certificações de qualidade (ex: ISO 9000). No que toca a mineração, podem ser destacadas como críticas as flutuações nos preços dos bens minerais, da oferta e da demanda.

Os **Riscos Tecnológicos** compreendem os riscos principalmente relacionados à produção do bem em questão nas especificações do mercado, desenvolvimento de novas tecnologias de processo e desenvolvimento de novos produtos. São gerenciados pelos investimentos em pesquisas para a otimização da produção, e, controle da qualidade, em pesquisa de utilização do produto em questão. No que toca a mineração podemos destacar a queda na recuperação global pela variabilidade do minério em novas frentes de lavra.

#### 3.2.1. O Risco Geológico

No que diz respeito a empreendimentos minerais ainda existe o **Risco Geológico**, representa o grau de conhecimento da reserva de minério, que não se enquadra exclusivamente em nenhuma das categorias apresentadas acima, mas influi principalmente no **Risco Financeiro** e no **Risco Tecnológico**. O primeiro é influenciado pelo risco associado ao grau desconhecimento da reserva, o segundo pela heterogeneidade da reserva afetando a

recuperação global. Ambos vindo a afetar diretamente no valor do empreendimento. Formas de gerenciamento e minimização desses riscos são apresentadas nos itens 3.3 e 3.4.

### **3.3. GERENCIAMENTO DO RISCO GEOLÓGICO**

Um **Ciclo de Planejamento de Mina** adequando, como o discutido acima no item 2.4, possibilita uma maximização dos recursos minerais de forma a se obter uma maximização do retorno do investimento. Isso é obtido pelo **Planejamento Estratégico** através da determinação da seqüência ótima de extração pela maximização do VPL – Valor presente Líquido. Porém, se observarmos o “T superior” do diagrama “Double-T” (Figura 04) podemos notar que o **Planejamento Estratégico** depende das informações fornecidos pela **Interpretação Geológica** que, por conseguinte depende dos dados gerados pela **Pesquisa Mineral**. É razoável então assumir que a maximização do investimento depende de uma correta aquisição de dados (ex: sondagens, descrição de testemunhos, análises químicas, mapeamento de frentes de lavra, etc...) e de uma correta interpretação desses dados coletados (ex: modelagem geológica, geoestatística, etc...).

São justamente nessas três etapas do **Ciclo de Planejamento de Mina** que ocorrem atualmente as auditorias de recursos e reservas, baseadas nos **códigos de declaração de recursos e reservas**. Esses códigos tiveram sua popularização devido à fraude da BRE-X em 1997 que “significou a obrigatoriedade de auditorias técnicas e a necessidade de procedimentos de *Due Diligence* para empreendimentos minerais.” (WELLS, 1999)

“Na pesquisa mineral e no negócio mineiro ‘*Due Diligence*’ é um conceito de engenharia continuamente aplicado a um projeto para testar a acuracidade e a confiabilidade da base de dados, da informação relacionada e das consequências de engenharia e econômicas que dali se originam. Em outras palavras, é um processo de verificação não somente da base de dados, mas do processo econômico e de engenharia que dali se originam”. (VAUGHAN, 2003)

Esses códigos estabelecem padrões mínimos para a avaliação de recursos e reservas, apresentam recomendações e fornecer uma guia de trabalho de forma a permitir a auditabilidade do processo. Para tanto eles se baseiam em três princípios básicos: Transparência, Materialidade e Competência conforme mostrado no item 2.5.

#### **3.3.1. Os Códigos de Declaração de Recursos e Reservas e suas Incertezas**

Os **códigos de declaração de recursos e reservas** são responsáveis pelo gerenciamento do risco geológico associado ao empreendimento mineral através da classificação do deposito em função do seu grau de confiança.

A Tabela 01 é uma compilação das classificações de recursos minerais e reservas de minérios dos códigos australiano (*JORC*), canadense (*NI-43101*), britânico (*IMM System*) e americano (*SME Guide*).

<b>Tabela 01: Comparação entre as Classificações de Recursos Minerais e Reservas de Minério</b>				
Classificação		Confiança	Avaliação da Continuidade	Informação
Recurso	Inferido	baixa	indisponível	limitada ou não confiável
	Indicado	razoável	assumida	insuficiente
	Medido	alta	confirmada	suficiente
Reserva	Provável	razoável	assumida	insuficiente
	Provado	alta	confirmada	suficiente

Podemos notar que a confiança é estabelecida em **classes** que possuem um caráter qualitativo, porém não quantitativo. Em termos de engenharia econômica a determinação de um valor numérico para a confiabilidade se faz necessário para uma correta avaliação do risco e para se evitar interpretações subjetivas e/ou dúbias.

Num exemplo exagerado, um determinado valor, digamos 80% de confiança da entrega do produto pode ser considerado baixo na compra de um sanduíche e pode ser considerado alto para a compra de um carro. Os principais fatores que influenciam da avaliação da confiança são o capital investido frente ao capital próprio, o impacto causado pela possível perda parcial ou total do investimento e, num grau mais particular, o conhecimento sobre o ramo de negócio em questão. Um exemplo desta análise pode ser observado na Tabela 02.

<b>Tabela 02: Avaliação a Respeito da Classificação da Confiança em Função do Perfil do Investidor</b>						
Exemplo: uma confiança de 80% da informação sobre o investimento a ser realizado						
Perfil do Investidor	Capital Investido / Capital Próprio	Avaliações do Impacto da Perda		Avaliação da Confiança*	Retorno Mínimo Esperado	Atratividade
		Total	Parcial			
pequeno	alto	alto	alto	baixo-médio	Médio-alto	baixo
médio	médio	médio	baixo- médio	médio-alto	médio	médio
grande	baixo	baixo	baixo	alto	baixo	alto

\* Note que a avaliação da confiança depende também do conhecimento sobre o ramo de negócio.

Por essa análise, a linha que divide duas classes se torna uma mancha, não sendo mais pontual e objetiva como seria no caso da apresentação do dado quantitativo (numérico).

Os modelos então adotados ainda hoje possuem essa falha, a Confiança é determinada mediante as impressões e experiências dos profissionais envolvidos (*Competent Person*) que não necessariamente refletem a confiança dos indivíduos em relação à mesma informação.

### 3.3.2. A Abrangência das Auditorias em Recursos e Reservas

A importância do gerenciamento de recursos minerais é atestada por Camus: “apesar do gerenciamento de pessoas na companhia mineral ser essencial, gerenciar seus recursos minerais é em geral crítico para o sucesso da empresa” (CAMUS, 2002, pág 13). E gerenciar os recursos minerais está diretamente ligado, ainda que não limitado, ao gerenciamento do risco geológico.

Para se acessar o risco geológico vale então fazermos uma análise discretizada pela evolução dos processos de auditoria em recursos e reservas em empreendimentos minerais, analisaremos: o **O Quê**, o **Quando** e o **Como**.

### ***O Quê?***

As auditorias eram realizadas somente sobre os recursos e reservas propriamente ditos, avaliavam-se as duas primeiras etapas do **Ciclo de Planejamento de Mina** (Pesquisa Mineral e Modelagem Geológica) sendo definido como os reserva somente aquilo que poderia ser extraído economicamente. Avaliava-se então somente **O Quê** era economicamente viável de se extrair.

### ***Quando?***

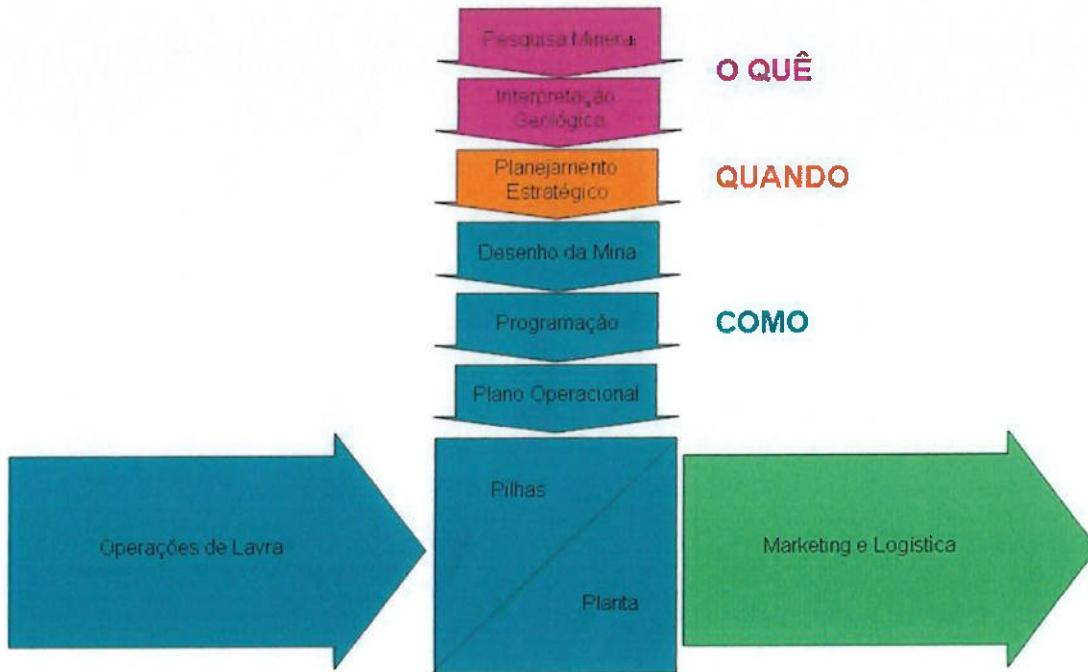
A tendência atual é que os processos de auditoria busquem também avaliar o aproveitamento dos recursos e reservas da empresa, avaliando assim o seu planejamento estratégico visando não somente sua extração econômica, mas também a maximização do retorno do capital investido ou **Valor Presente Líquido** (VPL). Avalia-se então tanto **O Quê** se extrair como **Quando** se extrair.

“A seqüência de lavra define a forma na qual a lavra avança pelo corpo de minério. A seqüência foca o problema de onde começar a exploração e como expandi-la. É importante enfatizar que a seqüência de lavra é um problema somente devido ao valor do dinheiro no tempo.” (CAMUS, 2002, p. 55)

### ***Como?***

Atualmente caminha-se para a evolução dos processos de auditoria que significa o englobamento de todo o **Ciclo de Planejamento de Mina**. Assim deve-se avaliar a capacidade da operação em manter a sua aderência ao planejamento estratégico e do planejamento de médio e curto prazo (**Desenho da Mina, Programação e Plano Operacional**) de prover a operação com informações suficientes para que isso ocorra. Avaliar-se-ão então **O Quê** se deve extrair, **Quando** se deve extrair e **Como** se é extraído.

Essas três etapas dos processos de auditorias técnicas em mineração, **O Quê**, **Quando** e **Como**, serão referidas no texto como **OQC**. O diagrama contendo o **OQC** sobreposto na CVM se encontra na figura 08 abaixo.



*Figura 08: Diagrama OQC-CVM – Sobreposição do processo OQC de auditoria sobre a Cadeia de Valor Mineral (CVM).*

Note que o “L” espelhado do **Diagrama OQC-CVM** representa todas as atividades técnicas envolvidas no empreendimento mineral, desde a amostragem até o produto final.

### 3.4. CONHECENDO O PROCESSO

Para se otimizar os processos visando o conhecimento do **OQC**, bem como para garantir a sua auditabilidade, uma representação ou mapeamento das atividades envolvidas se faz necessário. Essa análise permite uma familiarização com o ambiente de todos os envolvidos. No caso desse estudo decidiu-se por utilizar um diagrama estruturado de blocos representado aqui pela ferramenta *IDEFO*, a estrutura desta ferramenta encontra-se no item 2.3 deste trabalho.

Utilizando essa ferramenta, sistemas complexos e multitarefa, como o ambiente de produção numa mina, podem ser modelados e gerenciados de forma mais fácil quando considerados de forma integrada. Assim, ao invés de considerar as inter-relações entre os setores de forma individual, este mapeamento das atividades, utilizando como base os conceitos da **Cadeia de Valor Mineral**, permite a localização global de uma atividade específica, bem como a análise da integração entre os processos.

O modelo do ciclo de planejamento de todo o processo da mina está estruturado a partir de textos e diagramas de fluxo de processo, mostrando como cada área desenvolve suas atividades, sendo possível assim, responder as seguintes perguntas:

- Quais atividades são executadas, e por quem?
- Quais são os parâmetros de controle destas atividades?
- Onde e como as ferramentas disponíveis são aplicadas?

Desta forma este modelo funciona como uma ferramenta de análise e de comunicação, de definição de papéis, de demonstração das inter-relações, de facilitação de solução de problemas, de identificação de oportunidades de melhorias e provedora de uma documentação concisa sobre o processo.

Podendo ser utilizado tanto pela empresa mapeada e consultores para treinamento, ampliações e otimizações, quanto pelos auditores, para possibilitar a avaliação o OQC do empreendimento.

### **3.5. O DESENVOLVIMENTO DA INFORMAÇÃO MINERAL**

A atividade de mineração baseia-se no conhecimento do depósito mineral em questão. Portanto, “um adequando conhecimento do depósito mineral é crítico na mineração, pois todas as análises econômicas e tomadas de decisões sobre o destino do depósito devem ser realizadas em conjecturas sobre as características reais do depósito e seu comportamento durante a extração. Quando o ciclo de vida do depósito começa, a informação sobre suas características é escassa e geralmente limitada aos dados de amostragem espaciais. Esse fato permite somente uma vaga representação das verdadeiras propriedades geológicas do depósito mineral, tendo a intuição geológica e julgamento conciso como cruciais na modelagem e interpretação de suas feições.” (CAMUS, 2002, p.41)

#### **3.5.1. Modelo de Blocos**

Segundo Senhorinho (2001), o modelo de blocos é o ponto de partida do trabalho em desenho de mina, representa a mínima unidade usada num modelo e suas dimensões variam com o tipo de jazimento, sua forma e sua mineralização. Este representa uma interpretação discreta da realidade, que permite separar em pequenos setores (blocos) uma zona geológica de interesse. Esta discretização permite simular e interpolar, com a finalidade de poder assinalar a cada volume contido num bloco, atributos como: teores; densidades; volumes; etc. A visualização de um depósito como um conjunto de blocos, é a aplicação básica de técnicas de estimativa de teores e tonelagens.

Atualmente, em sua grande parte, os modelos de blocos contêm como principais atributos: posição, teores, densidades e tonelagens. Estimados, durante a **Interpretação Geológica** a partir dos dados obtidos pela **Pesquisa Mineral**, por estimadores matemáticos como IQD (Inverso do Quadrado da Distância) ou krigagem. A incerteza associada aos blocos é o erro obtido na krigagem, que considera apenas a disposição espacial das amostras. Ou seja, é nessas etapas que o conhecimento do depósito mineral é condensado no **modelo de blocos** e é este modelo que servirá como base para as outras etapas de planejamento e para a operação. Sendo assim, quanto mais informações estiverem contidas neste modelo e quanto mais acuradas essas forem, mais acurado e preciso o planejamento e a operação serão.

O **Planejamento Estratégico** define valores aos blocos com base em parâmetros de processo (custos de produção – fixos e variáveis) e econômicos (valor do minério de interesse ou seu elemento constituinte), este modelo contendo o valor dos blocos e outras informações econômico-financeiras é conhecido como **Modelo Econômico**. Com base nesse modelo econômico e parâmetros ambientais, legais, operacionais e geotécnicos a seqüência de extração é determinada.

As fases de **Desenho da Mina, Programação e Plano Operacional** refinam a seqüência determinada pelo planejamento estratégico e por vezes inserindo informações operacionais ao modelo.

### 3.5.2. Medida da Incerteza

Atualmente, em sua grande maioria, os **modelos de blocos** representam principalmente teores médios de minerais estimados para cada bloco. Cada bloco é então classificado segundo os códigos de Declaração de Recursos e Reservas, como apresentado no item 2.5.4 e na Tabela 01 do item 3.3.1. Assim, temos a informação estimada para cada bloco e uma confiança qualitativa dessa informação.

Entretanto, conforme explicado no item 3.3.1 uma confiança quantitativa (numérica) se faz necessária para uma correta consideração do risco geológico na análise econômica dos recursos. Recorremos assim a **Simulação Geoestatística**.

“A simulação geoestatística tem a capacidade de produzir múltiplos modelos equiprováveis, os quais podem ser avaliados independentemente como possíveis cenários do depósito mineral. Simulação condicional, ao contrário de técnicas de interpolação e estimativa, provê respostas para questões associadas a risco devido às variações nos teores do modelo geológico. Ao gerar múltiplos cenários tem-se acesso à probabilidade e consequentemente às variações de retorno financeiro e rotas de extração de minério de um projeto.” (PERONI, 2002, p. XIV)

A Simulação Geoestatística produz a variabilidade dos dados permitindo que a intensidade de incerteza seja avaliada. Assim temos uma informação quantitativa e não mais qualitativa da confiança da informação. Isso permite que análises mais precisas possam ser realizadas.

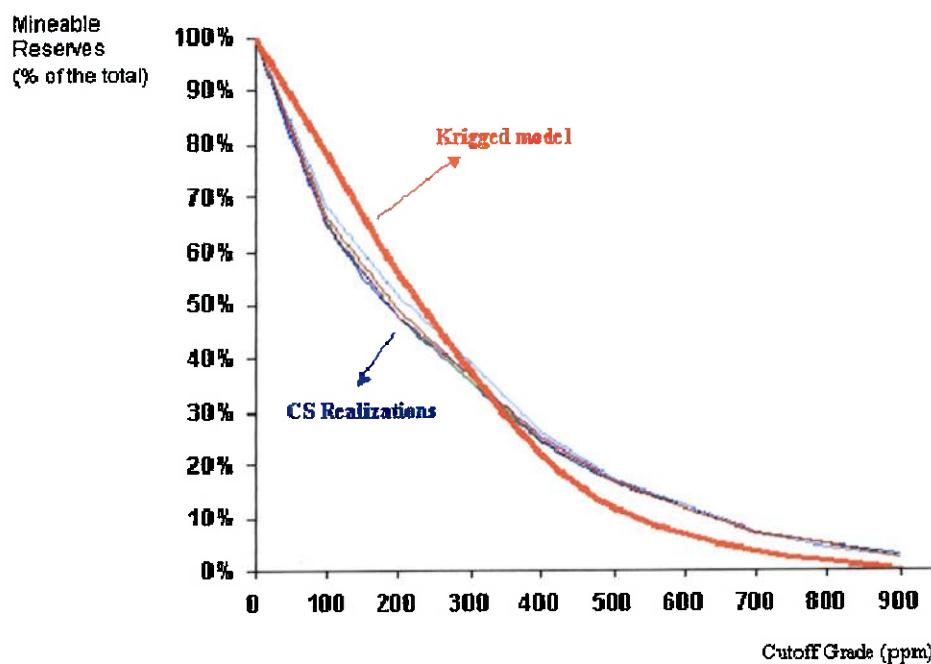


Figura 09: Comparação entre a Krigagem e a Simulação Condisional. (De Tomi, 2004)

Podemos notar na Figura 09, que o modelo estimado pelo estimador, no caso krigagem, superestima teores abaixo da média e subestima valores acima da média. No que toca a operação, isso é ruim, pois dificulta o processo de blendagem e/ou homogeneização para a alimentação da usina de tratamento de minérios, que por sua vez não está preparada para receber materiais fora da especificação, afetando sua recuperação.

Assim pode ser destacada a necessidade do modelo de blocos conter informações precisas quanto a incerteza associada a cada bloco, através de **Simulação Condicional** ou outro método de simulação.

Isso permite que análises precisas sejam analisadas, como no exemplo apresentado por De Tomi (2004) que apresenta a análise da probabilidade de um bloco estar contido na cava final em função do preço do metal contido no mineral útil. A Figura 10 apresenta um depósito de Cobre chileno analisado para um preço do cobre metálico de US\$ 0.70/lb, enquanto que a Figura 11 apresenta o mesmo depósito analisado para um preço do cobre metálico de US\$ 0.80/lb. Quanto mais ‘quente’ a cor, maior a probabilidade de o bloco estar contido na cava final.

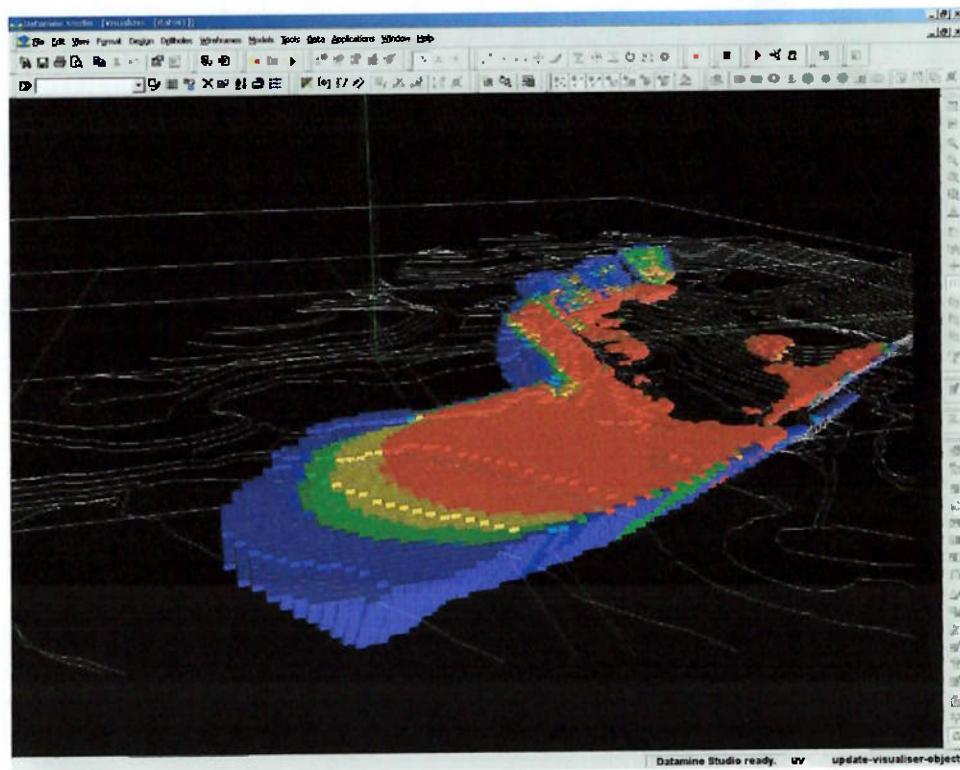


Figura 10: Probabilidade de o bloco pertencer a cava final para um preço do cobre de US\$ 0.70/lb. (De Tomi, 2004)

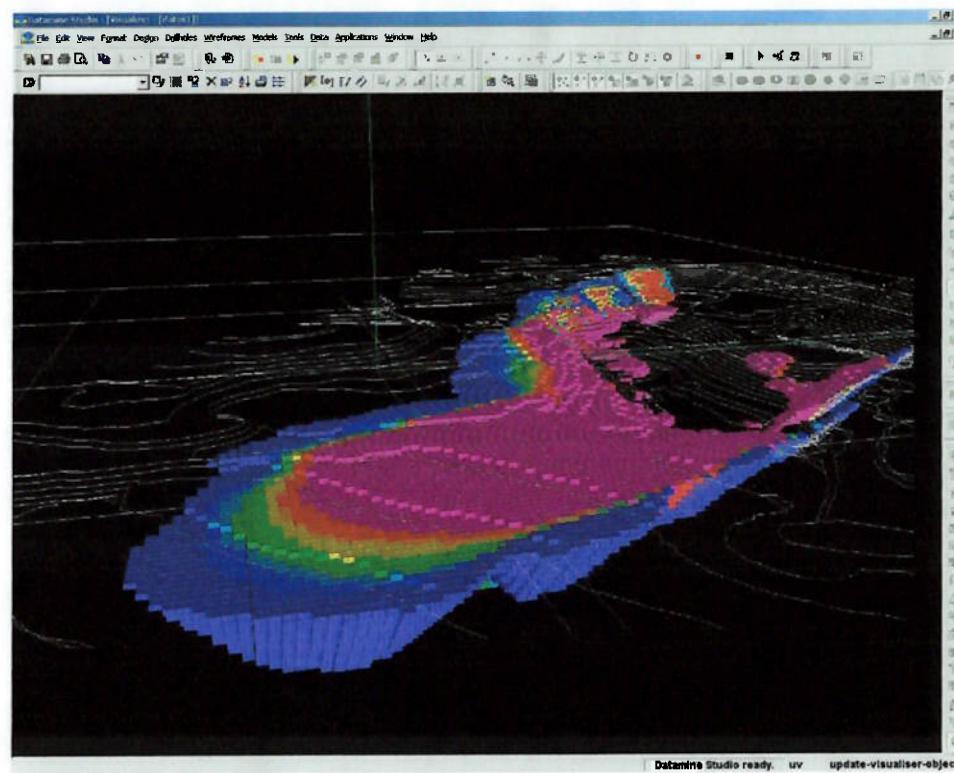


Figura 11: Probabilidade de o bloco pertencer a cava final para um preço do cobre de US\$ 0.80/lb. (De Tomi, 2004)

Outro exemplo é apresentado por Sousa (2004), onde se deseja controlar a qualidade do minério através da modelagem da incerteza associada à diluição e contaminação das superfícies de contato capeamento-minério e minério-estéril em um depósito estratiforme de bauxita no Norte do Brasil, valendo-se de Simulação Condicional. A situação é a mostrada na Figura 12.



Figura 12: a) Litologia típica de um depósito tabular de bauxita no norte do Brasil e b) definição das superfícies de contato capeamento-minério e minério-estéril (Sousa, 2004).

Uma vez que os contatos capeamento-minério e capeamento-estéril sejam determinados pela simulação, a informação sobre esses contatos permitirá a definição do quê deve ser removido e qual o desvio máximo permitido. Essa informação será transmitida diretamente do *software* de mineração para o trator através de componentes sem fio (*wireless*), permitindo uma maior precisão da operação de decapeamento e, por conseguinte, uma menor diluição na lavra.

As próximas etapas deste trabalho serão a integração dos *software* de mineração com os componentes sem fio (*wireless*).

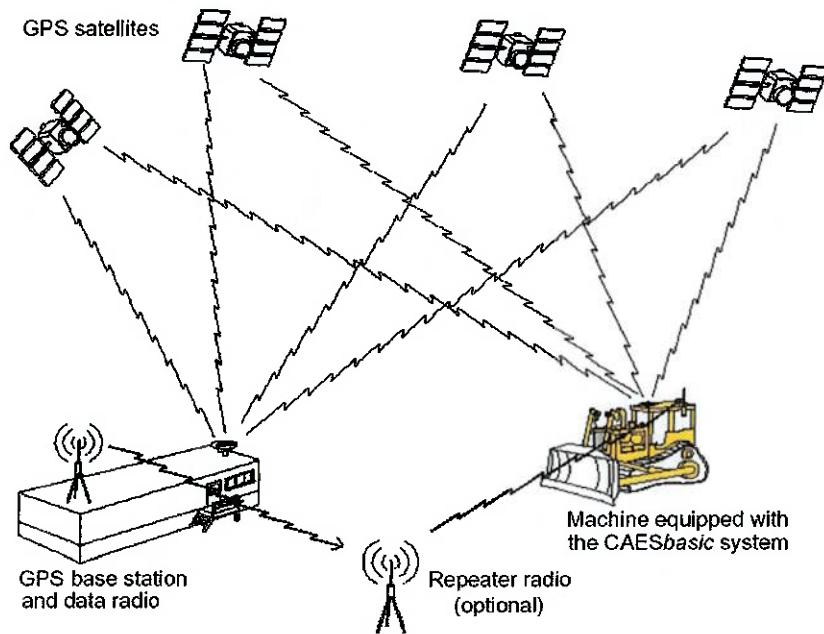


Figura 13: Integração entre software de mineração e componente wireless. (Caterpillar, 2004)

A reprodução da variabilidade dos dados pelos métodos de simulação permite que a intensidade de sua incerteza seja avaliada, assim permitindo que também seja determinada a intensidade de incerteza das análises realizadas com base nesses dados.

### 3.5.3. Variáveis de Processo

Conhecer o conteúdo de um bloco de minério é insuficiente para ser determinado seu comportamento durante os processos de tratamento. O que significa que um bloco rico (com alto conteúdo do mineral útil) pode ou não representar um alto valor agregado, dependendo do seu desempenho no processo de tratamento.

Nos processos de tratamento, variáveis físicas (dureza, porosidade, tamanho, etc...) e químicas (minerais associados, contaminantes, etc...) são por vezes mais importantes para se determinar o valor agregado ao bloco de minério do que o conteúdo do mineral útil em si.

As assim chamadas **Variáveis de Processo** passam a desempenhar um importante papel no Ciclo de Planejamento de Mina. Existe, portanto, a necessidade de se adicionar ao modelo de blocos tais variáveis. Aumentando a precisão das análises realizadas sobre o modelo.

Algumas dessas variáveis podem ser relacionadas a teores de minerais ou elementos químicos, como é o caso da relação SiO<sub>2</sub>/MgO para o processo piro-metalúrgico do níquel ou o conteúdo de sílica para a etapa de flotação do minério de ferro. Outras, não necessariamente podem ser relacionadas a teores, como é o caso da moabilidade do minério ou a porosidade do minério de ferro influindo em sua pelotização.

A estimativa dessas **Variáveis de Processo** no modelo de blocos vem ganhando importância devido a flutuações na recuperação metalúrgica nas usinas de tratamento e pela popularização dos moinhos autógenos (*Autogenous Grinding – AG*) e semi-autógenos (*Semi-Autogenous Grinding – SAG*) que requerem alimentações bem definidas e com baixa variação. Segundo Delboni (2004), uma vez instalado, esse tipo de equipamento terá sua capacidade variável em função dos vários tipos de minério do jazimento. Estudos de variabilidade das características, seguidos de modelagem para atribuir índices de desempenho a cada bloco, e simulações do desempenho na usina constitui-se na melhor forma de se prever o desempenho de um determinado bloco. Essa informação é útil para estudos econômicos para definição de reserva ou para o planejamento de longo prazo, sendo também útil no planejamento de curto prazo para promover o desempenho otimizado (em t/h) do circuito de moagem instalado. Dessa forma, conceitos como o *Mine-to-Mill* (Mina para a Usina) vem ganhando espaço dentro de grandes minerações e com isso aproximando os engenheiros de lavra e de processo.

Esforços quanto a esse respeito estão sendo realizados em uma mineração de ouro localizada no estado de Minas Gerais, sudeste brasileiro. Onde o modelo de blocos contém estimativas, realizadas por krigagem, do WI (*Bond Work Index ‘WI’* ou índice de moabilidade de Bond) do minério, baseando-se em ensaios padronizados de moabilidade realizados em amostras de furos de sondagem. O modelo, mesmo não sendo ainda perfeito, permite ao planejamento de mina definir o comportamento de alimentação da usina de tratamento.

A incorporação de **Variáveis de Processo** ao modelo de blocos, permite um maior controle dos indicadores de produção, KPIs (*Key Production Indicators*), e, sendo assim, um maior controle da produção para se atingir as metas desejadas. Isso significa um melhor planejamento e controle das operações de produção da mina, abrindo portas para otimizações que representam menores custos, maior produtividade e melhor recuperação.

### 3.5.4. Detalhamento da Função Benefício

À medida que o conteúdo de informações contidas no modelo de blocos aumenta, contendo tanto a intensidade da incerteza quanto os parâmetros de processo relativos a cada bloco, torna-se possível a realização de análises mais acuradas sobre o valor real de bloco.

O benefício (ou lucro líquido) a ser gerado por cada bloco é representado pela **Função Benefício**. O conceito dessa função é detalhado nas equações 1 a 5:

$$\text{Lucro Líquido} = \text{Lucro Bruto} - \text{Tributação sobre o Lucro} \quad (1)$$

sendo,

$$\text{Lucro Bruto} = \text{Receita Líquida} - \text{Custos} \quad (2)$$

onde,

Receita Líquida = Receita Bruta - Tributação sobre Receita

(3)

e,

$$\text{Receita Bruta} = \sum_{i=1}^j (\text{Massa do mineral}(i) \cdot \text{recuperado do bloco} \cdot \text{Preço de Venda}(i)) \quad (4)$$

onde  $j$  representa o número total de produtos e sub-produtos e  $i$  representa um produto ou sub-produto.

Neste caso, a Massa do mineral ( $i$ ) recuperado para um bloco específico está diretamente condicionada a seu desempenho nas etapas de lavra (diluição, recuperação de lavra, etc...) e beneficiamento (resistência à moagem, taxa de alimentação, eficiência do processo metalúrgico, etc...). Num exemplo, a consideração de tais aspectos é particularmente importante em circuitos com moagem AG/SAG onde a variabilidade das características de resistência à moagem determina o desempenho da usina. Nesse caso, as estratégias de blendagem são de extrema importância no planejamento da lavra, pois permite atenuar os valores máximos e mínimos dessas variações.

E ainda,

Custos Totais = Custos Fixos + Custos Variáveis + Custos de Capital

(5)

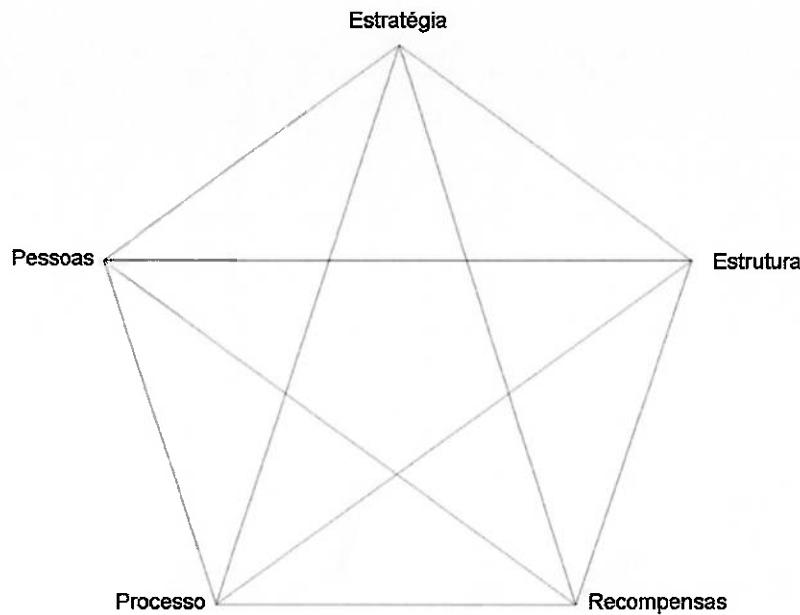
Sendo os custos fixos aqueles que independem da produção, os custos variáveis aqueles relativos à produção e os custos de capital aqueles relativos a empréstimos, financiamentos, etc...

As variáveis de processo contidas em cada bloco nos permitem determinar a recuperação e os custos variáveis para cada bloco, permitindo uma análise detalhada do benefício gerado por cada bloco. A intensidade da incerteza nos permite determinar a incerteza associada à análise do benefício gerado.

Ademais, o conhecimento das variáveis de processo nos permite utilizar diferentes funções para determinar os custos variáveis e a recuperação de cada bloco, permitindo uma análise ainda mais precisa do valor real do depósito mineral, ou seja, uma análise financeira mais precisa.

### 3.5.5. Elementos Críticos

Para que o desenvolvimento da informação mineral aconteça da forma apresentada nos item 3.5.2 a 3.5.4 algumas considerações devem ser feitas. Utilizaremos o ‘Modelo Estrela’, apresentado na Figura 14, para fazê-las:



*Figura 14: 'Diagrama Estrela' – elementos críticos de uma organização. (CAMUS, 2002 apud GALBRAITH, 1995)*

**Estratégia:** a companhia deve considerar o refino da informação como parte de sua estratégia empresarial, deixando claro para seus acionistas e *stakeholders* os objetivos, os esforços necessários para alcançá-los, o retorno esperado e a disposição da empresa para realizar tal empreitada.

**Processo:** os processos, tanto de planejamento quanto de produção, devem ser adaptados e/ou alterados de forma a se atingir os objetivos e o retorno esperado. Esses esforços necessitam de sobreposição ou interseção entre os setores, onde a tomada de decisões de processo possa ser executada de forma mais eficiente e segura, já que o ambiente de decisão compreende os diversos domínios envolvidos na decisão.

**Recompensas:** as pessoas envolvidas devem ser informadas do retorno individual a ser gerado pelo atendimento dos objetivos, sejam elas financeiras, profissionais ou pessoais.

**Pessoas:** As pessoas envolvidas devem ser capacitadas para entender e operar as ferramentas necessárias ao cumprimento dos objetivos, destacando posição e a importância de seu trabalho dentro do sistema como um todo.

**Estrutura:** A estrutura para a realização das tarefas necessárias ao objetivo deve ser disponibilizada quando e onde for necessária. Esta deve condizer com os objetivos definidos. No que toca a informação mineral, considerações sobre a infra-estrutura tecnológica necessária são apresentadas no item 3.5.6 a seguir.

Note que a meta é alcançar o centro da estrela, balanceando a estratégia, a estrutura, o processo, as recompensas e as pessoas para que se obtenha um máximo aproveitamento.

### 3.5.6. Tecnologia

A infra-estrutura tecnológica necessária para que o desenvolvimento da informação mineral aconteça conforme apresentado nos itens 3.5.2 a 3.5.4 é a mesma necessária para que a CVM seja implantada com sucesso. Devido ao volume e a rapidez desejada para o processamento das informações estamos falando de sistemas computacionais, ou com bases computacionais.

Tais sistemas podem ser definidos tecnicamente como um conjunto de componentes inter-relacionados que coleta (ou recupera), processa, armazena e distribui informação para dar suporte à tomada de decisão e ao controle da organização. As informações de cada sub-sistema devem permitir a integração de informações entre os diversos setores da mina.

Será utilizado novamente o diagrama da Figura 08 para analisarmos a estrutura necessária.

**Pesquisa Mineral:** necessita de ferramentas computacionais: 2D e 3D para alocar furos estratégicos; para a coleta remota de testemunhos de sondagem bem como o remoto mapeamento geológico (através de *palmtops*, *hand-holds*, *outros*); para a visualização de furos de sondagem para avaliação geológica preliminar; e para o gerenciamento de amostras integrado com o sistema laboratorial.

**Interpretação Geológica:** compreende a utilização de ferramentas: para visualizar, modelar, revisar, analisar e manipular todos os tipos de dados geológicos para permitir a melhor interpretação geológica possível; com dispositivos gráficos e de modelagem avançados para “desmembrar” estruturas geológicas complexas para permitir a geoestatística da mineralização na sua forma original; com dispositivos de simulação condicional para facilitar o planejamento da mina em função das estratégias de risco corporativas.

**Planejamento Estratégico:** compreende a utilização de ferramentas para: definir as estratégias de longo e médio prazo desde a cava final (visando maior fluxo financeiro) até a seqüência de extração ótima (visando um maior VPL – Valor Presente Líquido); incorporar restrições ambientais, geotécnicas, de capacidade de produção, de formação de pilhas e blendagem, múltiplas cavas, etc para prover estratégias e seqüenciamento de cavas operacionais; maximizar a reserva e alimentação da planta se assim desejado; localizar e posicionar frentes de lavra baseadas em restrições práticas de lavra.

**Desenho e Programação da Mina:** compreendem ferramentas para: realizar o desenho da mina baseado na saída dos sistemas do Plano Estratégico, bem com de parâmetros de geologia e engenharia, para produzir desenhos físicos e seqüências de lavra simultaneamente; a alteração de parâmetros de geologia, estratégia e engenharia para mudar imediatamente o desenho ou seqüência de lavra; e com capacidade de visualização e animação para abordar problemas de desenho.

**Plano Operacional:** compreende sistemas que: traduzam o desenho da mina em instruções operacionais práticas, incluindo sistemas de projeto de furos de desmonte; e sistemas de controle de qualidade do minério que integrem amostragem de frente, análises laboratoriais, modelagem geológica e plano de desmonte para prover os supervisores de produção com linhas de extração rápidas e acuradas.

**Operação:** comprehende sistemas para: rastrear o bloco de minério informando sua localização e comportamento pelo processo; armazenar dados históricos para que análises comparativas possam ser realizar; emitir ordens de produção com base no **Plano Operacional** estipulado.

Todo o sistema deve conter técnicas avançadas e reconhecidas aplicadas em cada uma das etapas e deve ser atualizado de forma constante para se manter como ‘Estado da Arte’. Todos os *software* envolvidos devem ser publicados para permitir auditorias de parte do sistema ou ele como um todo. Cumprindo assim com as disposições do sistema **OQC** e com as melhores práticas de **Governança Corporativa**.

### 3.6. GOVERNANÇA CORPORATIVA NA MINERAÇÃO

#### 3.6.1. Mercado e Mineração

Se forem observados os quatro princípios básicos de Governança Corporativa a serem seguidos pelos conselhos de administração, podemos destacar a *Disclosure* ou **Transparência** como sendo o menos empregado no que se refere a empresas do setor mineral.

“Em geral, o mercado é cego quanto ao que às companhias de mineração estão fazendo com seus depósitos porque informações detalhadas sobre seus recursos minerais são indisponíveis ou incompletas. Caso essas informações estivessem disponíveis e se as companhias de mineração estivessem listadas nas bolsas de valores individualmente, seria difícil para elas apresentarem desempenho abaixo do mercado, pois elas se tornariam rapidamente alvos para intervenções.” (CAMUS, 2002, p.95)

No que toca a transparência, podemos apresentar com base nas observações de LODI (2000) sobre o *Conference Board, Special Report 97/1* sobre as vantagens de uma maior transparência por parte das empresas:

- Pode conduzir a uma melhor avaliação da empresa – especialmente para certos investidores estratégicos;
- Algumas instituições querem discutir estratégia com administradores e conselhos de administração;
- Melhora da confiança na empresa devido à disponibilização de mais informações.

Podemos apresentar também as desvantagens:

- Pode expor a empresa a litigação;
- Revela informação de desempenho que pode não ser comparável;
- Alguns segmentos do mercado não parecem interessados, como o segmento mineral.

Vale apreciarmos o fato de que “o Conselho de Administração e o porta-voz da empresa devem assegurar-se de que as informações aos acionistas e ao mercado são verídicas. Informações falsas devem ser punidas.” (LODI, 2000, p.52) e que segundo Austrália (1999) o Relatório de Declaração de Recursos Minerais e Reservas de Minério é de responsabilidade da companhia, detentora dos recursos e reservas em questão, agindo através de seu comitê gestor [diretoria].

A forma como o risco geológico é gerenciado, é insuficiente para permitir que mais informações sejam disponibilizadas, principalmente as de caráter técnico, sem correr o risco de tais informações serem falsas ou passíveis de má interpretação, podendo afetar negativamente o valor da companhia.

Este problema se estende inclusive ao próprio Conselho de Administração, pois é importante se ter “a conscientização de que membros do Conselho de Administração de fora não estão naturalmente em condições de desenvolver suas próprias informações; e uma correspondente disposição para proporcionar tempestivamente quantidades suficientes da espécie certa de informações para permitir que os membros do Conselho de Administração de fora, individual e coletivamente, desempenhem suas atribuições.” (LODI, 2000, p.156)

O caminho para permitir uma maior **Transparência**, tanto interna quanto externa, é a redução, e eventual eliminação, das “ilhas de informação” para garantir a informação detalhada e completa sobre os recursos minerais da companhia e seu gerenciamento atinjam o conselho rápida e eficientemente. E a **CVM** e o **OCQ** nos mostram esse caminho.

### 3.6.2. Governança Corporativa na Mineração

De forma aumentar a confiabilidade da empresa perante o mercado e os investidores e, por conseguinte, maximizar o valor da companhia e o ganho de capital, as empresas do setor mineral passaram a adotar práticas de governança corporativa.

Na Tabela 03 estão analisadas quatro das principais práticas de Governança Corporativa de quatro empresas líderes do setor mineral.

Critérios Analisados	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4
Presidente do Conselho diferente do Presidente da Diretoria	Sim	Define o presidente do Conselho como o Presidente da Diretoria ou Conselheiro Independente	Sim	Não
Majoria de Conselheiros Independentes no Conselho de Administração	Sim	Sim	Sim	Não segue tal prática justificando que pelas regras da NYSE (Bolsa de Valores de Nova York) "Companhias Controladas" não são obrigadas a cumprir com esta exigência
Possuir diretrizes formais de Governança Corporativa	Sim	Sim	Sim	Não
Existência de Comitê Técnico (Engenharia)	Não	Não	Não	Não foram encontradas informações sobre este tópico

**Presidente do Conselho diferente do Presidente da Diretoria:** o objetivo dessa prática é garantir a independência do conselho, principalmente no que toca a sua presidência. A Empresa 2 apenas define a presidência do conselho como sendo o próprio presidente da Diretoria ou *CEO (Chief of Executive Office)*, o que não seria recomendado para se garantir a independência do conselho perante a diretoria, ou um Conselheiro Independente, o que seria mais recomendado. Conselheiros Internos ou Dependentes são descartados devido à possibilidade de conflito de hierarquias. As informações públicas disponibilizadas pela Empresa 4 nos levam a crer que os cargos de Presidente do Conselho e o Presidente da Diretoria referem-se à mesma pessoa, o que prejudica a independência do conselho.

**Maioria de Conselheiros Independentes no Conselho de Administração:** o objetivo dessa prática é garantir a independência do conselho, principalmente no que toca o conflito de interesses entre a diretoria e o conselho e possíveis interesses pessoais sendo colocados à frente dos interesses da companhia (acionistas) e *stakeholders*. Somente a Empresa 4 não segue esta prática justificando que a Bolsa de Valores de Nova York, onde possui suas ações, não a exige para ‘Companhias Controladas’. “Considera-se controlada a sociedade na qual a controladora, diretamente ou através de outras controladas, é titular de direitos de sócio que lhe assegurem, de modo permanente, preponderância nas deliberações sociais e o poder de eleger a maioria dos administradores”. (BRASIL, 2004, Cap. XX Seção I Art. 243 2º)

**Possuir Diretrizes Formais de Governança Corporativa:** demonstra, por parte da empresa, uma preocupação com as práticas de Governança Corporativa e, por conseguinte, uma preocupação tanto com os acionistas, sejam eles grandes ou não, quanto com os *stakeholders*. A Empresa 4 é a única que não possui diretrizes formais de Governança Corporativa, o que pode levar a interpretação de que tal empresa somente busca atender aos desígnios do sócio controlador.

**Existência de Comitê Técnico (Engenharia):** Tal prática é recomendada para empresas que tem a engenharia como a base de seus negócios e necessitem de um acompanhamento mais próximo do conselho de administração nesse tópico. Ainda que os **Códigos de Melhores Práticas de Governança Corporativa** não definam quais tipos de empresas se enquadram nesse quesito, é razoável assumirmos que as empresas do setor mineral se enquadram. Isto é devido a avaliação de recursos minerais e reversas de minério, principal forma de avaliação do empreendimento mineral, é um projeto de engenharia. As Empresas 1, 2 e 3 não possuem um Comitê Técnico. Não foi encontrada informação sobre o assunto referente a Empresa 4.

Da análise das práticas de **Governança Corporativa** de quatro das empresas líderes da mineração mundial, podemos observar que existe um esforço por parte das empresas para implantar tais práticas e assim garantir uma melhor gestão do seu negócio. Podemos notar também que existem empresas em diferentes níveis de aplicação dessas práticas, algumas, como as Empresas 1 e 3, encontram-se mais avançadas enquanto outras, como a Empresa 4, encontra-se ainda em seus primórdios.

### 3.6.3. OQC e CVM no Auxílio à Governança Corporativa na Mineração

Segundo LODI (2000) **Governança Corporativa** significa que o conselho de administração tem como missão a proteção do patrimônio e maximização do retorno do investimento dos acionistas agregando valor ao empreendimento, porém zelando pela

observância dos valores, crenças e propósitos dos acionistas e *stakeholders*, nas atividades da empresa.

Em suma, a **Governança Corporativa** visa à maximização do retorno do investimento e a redução dos riscos associados, tanto sociais, econômicos, financeiros e tecnológicos. Da mesma forma a sistema **OQC** e a **CVM** buscas a também a maximização do retorno do investimento e a redução do risco associado, neste caso, principalmente o risco geológico. Pode-se afirmar que a o sistema **OQC-CVM** vai ao encontro da **Governança Corporativa**, sendo complementares.

Assim, a utilização do sistema **OQC-CVM** permite um melhor **Gerenciamento de Recursos Minerais** e, por conseguinte, um melhor atendimento aos padrões de **Governança Corporativa**.

Idéia essa concomitante com a declaração a seguir: “Considerando aspectos de auto-regulação, o significado de **Governança Corporativa** no contexto de companhias e reservas de minério nos leva ao princípio de que o principal ativo de uma companhia de mineração são suas reservas minerais e que um bom gerenciamento de recursos minerais é igual a uma boa governança corporativa.” (O'RELLY, 2004)

Essa visão de gerenciamento de riscos visando a Governança Corporativa é também compartilhada por empresas como a Rio Tinto que apresentam formalmente sua visão sobre os riscos associados aos seus empreendimentos: “O Comitê de Auditoria [da Rio Tinto] deve:

- [...] Revisar e avaliar o processo interno para determinar e gerenciar áreas de riscos chaves.
- Garantir que a Companhia [Rio Tinto] possui um efetivo sistema de gerenciamento de risco e que riscos macros são reportados pelo menos anualmente a Diretoria.
- Requerer relatórios periódicos dos gerentes seniores nomeados:
  - confirmado a operação do sistema de gerenciamento de risco incluindo conselhos que a gerência responsável tenha confirmado o a correta operação de estratégias e controles do risco acordado mitigado; e
  - detalhar o risco material”. (Rio Tinto, 2004, p. 3)

“A identificação de riscos complacentes deve ser sistêmica e constante. [...] Cada companhia do grupo [Rio Tinto] deve colocar sistemas em prática para garantir que os riscos foram revisados em freqüência apropriada e que sua diretoria e gerência estão cientes das mudanças em seu perfil de riscos.” (Rio Tinto, 2003, p.3)

A BHP Billinton também apresenta, através da figura de seu *CEO*, sua visão sobre o gerenciamento do risco para com a Governança Corporativa: “O efetivo gerenciamento de risco é primário para o crescimento e sucesso contínuos de nossa companhia [BHP Billiton]. [...] Pelo entendimento e gerenciamento dos riscos, nos podemos prover maior certeza para nossos acionistas, nossos funcionários, nossos clientes e fornecedores, e as comunidades nas quais operamos. Nós podemos ser mais bem informados, mais decididos e buscar crescimento e criar valor ao acionista com confiança crescente. [...] Pela Companhia [BHP Billiton], nos adotaremos uma abordagem estruturada e consistente para o gerenciamento de risco, o alinhando estratégias, processos, pessoas, tecnologia e conhecimento com o propósito de avaliar e gerenciar as incertezas que enfrentamos na criação do valor ao acionista.” (GOODYEAR, 2003)

#### 4. CONCLUSÕES

---

**Da identificação dos riscos associados à mineração:** conforme apresentado no item 3.2, pudemos observar que o principal risco associado à mineração é o **Risco Geológico**, influenciando diretamente na avaliação do empreendimento, devido ao grau de desconhecimento do depósito, e na operação devido à heterogeneidade do depósito influenciando na recuperação da usina de beneficiamento.

**Do gerenciamento do risco geológico através de auditorias:** conforme apresentado nos itens 3.3 e 3.4, apresentamos as formas atuais para gerenciar o **Risco Geológico**, valendo-se dos Códigos de Declaração de Recursos Minerais e Reservas de Minério. Apresentamos a forma como a confiabilidade da informação é tratada por esses códigos e definimos a inconsistência em se apresentar a confiabilidade em classes (baixa, razoável e alta).

Foram apresentadas também as tendências de evolução dos processos de auditorias técnicas em mineração apresentado o diagrama **OQC**, que define as necessidades de se saber **O** Quê existe de recursos e reservas, **Quando** serão lavradas e **Como** serão lavradas, para se garantir a maximização do retorno do investimento realizado.

Foram demonstradas também as vantagens de se realizar um mapeamento de processos para permitir a auditoria do sistema com base no diagrama **OQC**.

**Da estimativa e quantificação do risco geológico:** conforme apresentado nos itens 3.5.1 e 3.5.2, foram demonstrados os parâmetros usualmente inseridos nos modelos de blocos, foram demonstrados também que é possível definir a incerteza associada à estimativa de teores cada bloco através de **Simulação Condicional**, as vantagens de utilizarmos esse método e alguns resultados dessa aplicação.

**Da identificação das práticas de Governança Corporativa na indústria mineral:** conforme apresentado no item 3.6.2, foram analisadas quatro empresas líderes do setor mineral e pode ser visto que existe um esforço pela maior parte destas em aplicar práticas de **Governança Corporativa** para a melhor gestão do negócio. Pode ser visto também que existem empresas em diferentes graus de aplicação dessa prática, desde iniciais até avançadas.

**Da utilização de auditorias técnicas e da Cadeia de Valor Mineral para o cumprimento das práticas de Governança Corporativa,** conforme apresentado nos itens 3.5.3 a 3.5.6, 3.6.1 e 3.6.3, foi descrito como a integração da **Cadeia de Valor Mineral**, aliada ao sistema **OQC**, é capaz de promover um melhor gerenciamento do risco geológico e uma maior receita. Vimos que uma maior receita – obtida pela otimização das variáveis de processo incorporadas em cada bloco do modelo – e um menor risco associado – atingido por uma análise econômica precisa e acurada, que considera a intensidade de incerteza associada e diferentes funções benefícios para blocos com diferentes características – significam a maximização do retorno do capital investido e a redução do risco associado. Isso vai ao encontro dos princípios de **Governança Corporativa**.

A **Cadeia de Valor Mineral** e o sistema **OQC** de auditorias técnicas em mineração são formas concretas de se maximizar o retorno do capital investido e de se reduzir o risco associado, principalmente no que toca o **Risco Geológico**. Eles também permitem um maior fluxo de informações integradas pela estrutura da empresa dando base ao processo de tomada de decisão, tornando-a mais dinâmica. E uma maior transparência para com seus acionistas e *stakeholders* também pode ser conseguida. Tudo isso vai ao encontro dos princípios de **Governança Corporativa**. Isso nos leva as considerações de Camus (2002) que observa que caso as organizações evoluíssem como espécies naturais segundo a Teoria da Evolução de Darwin, um de seus corolários seria bastante apropriada ao desafio da empresa de mineração quanto ao gerenciamento de recursos naturais e, por conseguinte, quanto a **Governança Corporativa**: ‘não é a espécie mais forte que sobrevive; nem a mais inteligente, mas aquela mais adaptável à mudança’.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

AUSTRÁLIA – JOINT ORE RESERVE COMMITTEE. **Australasian Code for Reporting of Mineral Resources and Ore Reserves**. Austrália, 1999.

AZEVEDO, R. C., CEOTTO, H. V., DE TOMI, G. Conceitos de Rastreamento da Qualidade na Mineração. In: **XX Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa – ENTMME**, Florianópolis, 2004. Anais.

BRASIL – COMISSÃO DE VALORES MOBLIÁRIOS. **Lei nº 6.404 – Lei das Sociedades por Ações**. Brasil, 2001.

CAMUS, Juan P. – **Management of Mineral Resources – Creating Value in the Mining Business**. SME – Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., 2002. ISBN: 0-87355-216-5

CANADA. National Instrument 43-101 (NI-43101) – **Standards of Disclosure for Mineral Projects**. Canada, 2001.

CEOTTO, H.V. DE TOMI, G. **Projeto Regular: Gerenciamento Integrado da Cadeia de Valor Mineral – Parte I (Projeto ERP-CVM-I)**. Pedido de Auxílio à Pesquisa, FAPESP. São Paulo, Dezembro de 2002.

CEOTTO, H.V. DE TOMI, G. PELLI, B.P. Production and Information Management for the Mining Value Chain. In: **MININ - MINING INOVATION**, Santiago, Chile, 2004. Anais.

DE TOMI, G. **2º Aula da disciplina: PMI-5019 – Simulação Condicional Aplicada ao Planejamento de Lavra**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

DELBONI JR., H. **Re: TF Ceotto**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <henrique.ceotto@poli.usp.br> em 01 de Dezembro de 2004.

GOODYEAR, C. **Enterprise-Wide Risk Management Policy**. Documento Público. BHP Billinton, 2003.

LAUDON, K. C., LAUDON, J. P. **Gerenciamento de Sistemas de Informação**. Rio de Janeiro, LTC, 1999.

LODI, J. B. – **Governança Corporativa – O Governo da Empresa e o Conselho de Administração**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2000. ISBN: 85-352-0691-4

MASTRELA, R. **Interação do Software de Mineração com Sistemas ERP: Estudo de Caso Mineração Catalão, Município de Ouvidor, Goiás**. 2003. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

O'RELLY, J. Mineral Reserve Reporting and Estimation – Importance of Corporate Governance. In: **Materials Congress 2004: Mineral Programme**. 2004. Resumo.

PERONI, R.L. **Análise da Sensibilidade do Seqüenciamento de Lavra em Função da Incerteza do Modelo Geológico**. 2002. Tese de Doutorado – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

RIO TINTO. **Audit Committee Definitions**. Documento Público. Rio Tinto, 2004. Disponível em: <<http://www.riotinto.com>>. Acesso em: 03 de Setembro de 2004.

RIO TINTO. **Compliance Guideline**. Documento Público. Rio Tinto, 2003. Disponível em: <<http://www.riotinto.com>>. Acesso em: 03 de Setembro de 2004.

SENHORINHO, N.C. **Otimização de Cava em Minas de Calcário para Cimento**. 2001. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

SOUZA, R. **Relatório Parcial da Pesquisa de Mestrado**. São Paulo: EPUSP, 2004. (Fapesp: 03/03539-6)

VAUGHAN, W.S. SINGER, D. **The Canadian Mineral Industry, Evolution, Model, Standards and Current Status**. Local: Santiago, Chile, McMillan Binch LLP, 2003.

WELLS, J. **BRE-X: The Inside Story of the World's Biggest Mining Scam**. Texere, 1999. ISBN: 075281379X