

## **Revisitando a Avaliação de Jazidas**

**Eduardo Vale<sup>\*</sup>**  
**Hildebrando Herrmann<sup>\*\*</sup>**

**Artigo Publicado na Brasil Mineral - No 201- Dezembro/2001. pp. 31-34**

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

<sup>\*</sup> Economista e consultor em economia mineral. Pós-graduando em Administração e Política dos Recursos Minerais. Instituto de Geociências da UNICAMP. [Bamburra@highway.com.br](mailto:Bamburra@highway.com.br)

<sup>\*\*</sup> Advogado, consultor e professor do IG/UNICAMP. Ph.D

## Revisitando a Avaliação de Jazidas

Eduardo Vale<sup>\*</sup>  
Hildebrando Herrmann<sup>\*\*</sup>

Por definição, o processo de seleção da rota conceitual de aproveitamento de um depósito está inserido no contexto da seleção de projetos mutuamente exclusivos. Neste segmento da análise de projetos, a manifestação da Taxa de Retorno de *Fisher* - TRF é comum. Esse artigo discute sucintamente algumas das suas implicações para o processo decisório.

As decisões de investimento estão situadas no feixe de decisões estratégicas da empresa de mineração, especialmente quando focalizadas sob a égide do processo de alocação de capital no longo prazo. Esse papel fundamental deriva de sua importância para a consecução dos objetivos de crescimento e sobrevivência, assim como na maximização do valor da empresa para seus acionistas. Conceitualmente, abstraindo-se outros objetivos e restrições de longo prazo, a função-objetivo é maximizar o valor líquido atual da empresa para seus acionistas, mediante a alocação do capital disponível entre as melhores oportunidades de investimento sob avaliação.

Considerando-se, por exemplo, o caso mais simples em que a empresa de mineração detém um único depósito mineral, o processo de avaliação deve respeitar, pelo menos, duas restrições ou diretrizes, a saber:

- Identificação, orçamentação e avaliação de todas as alternativas tecnicamente exequíveis; e
- Comparação e seleção da melhor alternativa conceitual de desenvolvimento, mediante a adoção de critério decisório consistente com a matriz de objetivos da empresa. Em nosso exemplo hipotético e simplificado, o objetivo fundamental é a maximização do valor líquido atual da empresa para seus acionistas.

Para a eleição da melhor concepção de aproveitamento, é fundamental identificar e avaliar todas as alternativas tecnicamente exequíveis. Nesse particular, a eficácia no emprego do critério de decisão assume caráter crucial na consecução do objetivo corporativo, visto que a maximização do valor da empresa para seus acionistas requer ou pressupõe a maximização do valor líquido atual da propriedade, o qual será função da seleção do melhor plano conceitual de aproveitamento.

---

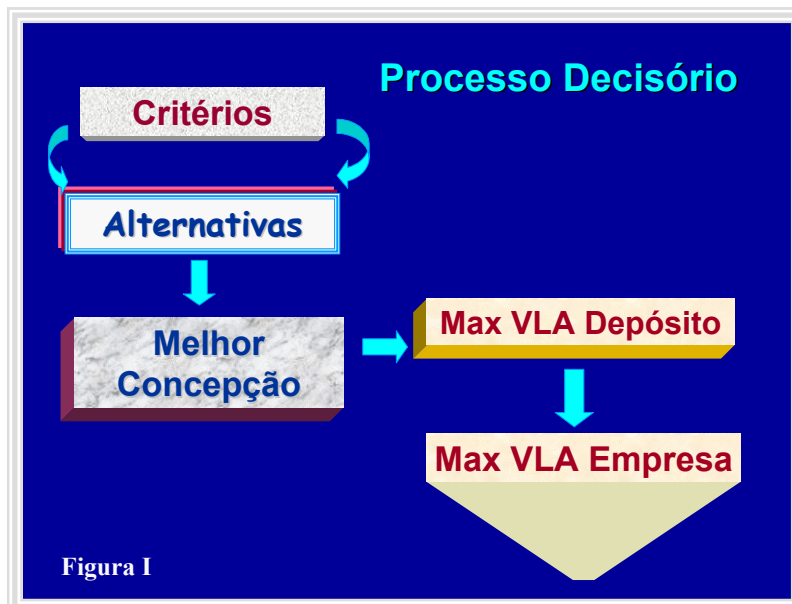
\* Economista e consultor em economia mineral. Pós-graduando em Administração e Política dos Recursos Minerais. Instituto de Geociências da UNICAMP. [Bamburra@highway.com.br](mailto:Bamburra@highway.com.br)

\*\* Advogado, consultor e professor do IG/UNICAMP. Ph.D

Para a empresa hipotética, em nível ex-ante, o objetivo perseguido é único: identificar o melhor conceito. Não obstante, a suposta seleção da melhor rota é condicionada, influenciada e enviesada por uma matriz de fatores objetivos e subjetivos, tangíveis e intangíveis que permeiam a cadeia de gestão da empresa. No que diz respeito aos quantitativos, destacam-se aqueles inseridos mediante premissas, parâmetros, hipóteses, variáveis, expectativas e graus diferenciados de aversão ao risco.

A despeito do seu caráter ex-ante e da componente de subjetividade que permeia a avaliação, a eficácia do processo decisório deve aderir às melhores práticas e adotar um protocolo de procedimentos e diretrizes para a comparação de projetos mutuamente exclusivos. O primeiro e mandatório passo é identificar e investigar todas as alternativas técnicas que reúnam algum mérito conceitual. Já nessa fase inicial é preciso atentar para as influências, restrições e condicionantes oriundos da estrutura organizacional, do nível de capacitação, da experiência, dos prazos envolvidos e dos recursos disponíveis, inclusive computacionais.

Conforme mencionado, existe uma cadeia de valor que referencia o processo decisório: **a maximização do VLA da empresa dependerá da maximização do VLA do jazida. A maximização do VLA da jazida dependerá da seleção da melhor concepção alternativa de desenvolvimento, entre todas as alternativas tecnicamente viáveis.** A Figura I apresenta perfil esquemático da relação condicional entre os nódulos críticos do processo para a empresa em questão.



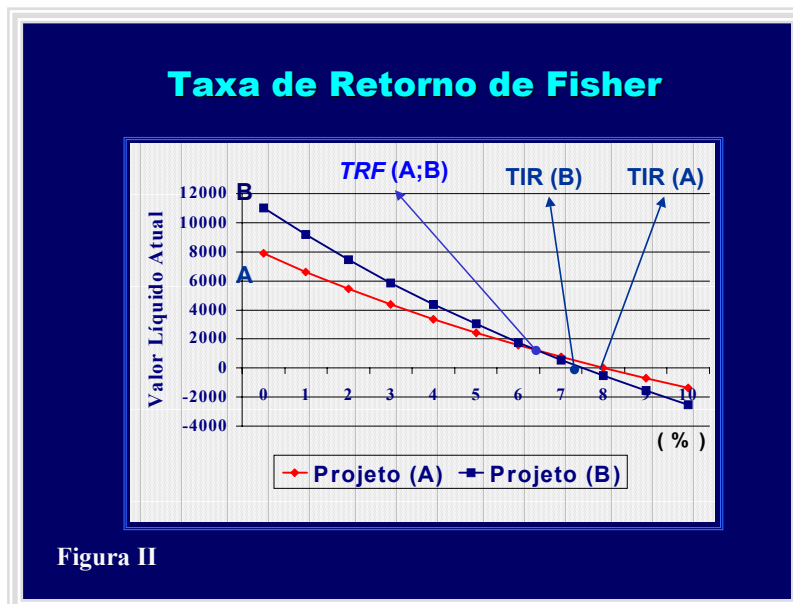
## Taxa de Retorno de Fisher

Tendo em vista a natureza e o objetivo do processo de seleção, cada uma das alternativas tecnicamente exeqüíveis representa um conceito de desenvolvimento do mesmo depósito e, como tal, se configura como mutuamente exclusiva. Nesse contexto decisório, no qual a restrição de capital está sempre presente, é comum a ocorrência da **Taxa de Retorno de Fisher - TRF** definida como a taxa de desconto que iguala o VLA - Valor Líquido Atual de duas alternativas de investimento. Considere, por exemplo, os fluxos de caixa, a seguir, que representariam dois projetos hipotéticos muito simples:

- **Projeto (A):**  $I(A)_0 = (16,104)$ ;  $FC(A)_j = 2,400$ ,  $j = 1, \dots, 10$
- **Projeto (B):**  $I(B)_0 = (24,160)$ ;  $FC(B)_j = 3,520$ ,  $j = 1, \dots, 10$

onde **I** é o investimento no ano zero e **FC** é o fluxo de caixa anual durante a vida útil do projeto.

Os projetos têm a mesma vida útil e todos os investimentos estão concentrados no ano zero. A única diferença estaria associada ao tamanho. O Projeto (B) é maior do que o Projeto (A), requerendo um investimento maior, mas gerando fluxos de caixa mais altos. As curvas do VLA dos projetos para diferentes taxas de desconto estão representadas na Figura II. Comparando-se esses projetos observa-se que<sup>1</sup>:



- **Para a taxa de desconto de 6.49%, o VLA dos projetos é idêntico.** Sob as hipóteses adotadas, a empresa estaria indiferente entre os projetos que seriam considerados equivalentes, na medida em que  $VLA(A) = 1.157$  e  $VLA(B) = 1.156$ . Assim sendo, **esta taxa é a TRF**;
- Em se tratando das taxas de desconto inferiores a TRF, o Projeto (B) seria eleito, visto que  $VLA(B) > VLA(A)$ ;
- Para as taxas de desconto acima da TRF, a preferência recairia sobre o Projeto (A), desde que  $VLA(A) > VLA(B)$ ; e
- Caso a empresa adotasse a TIR como o critério básico, o Projeto (A) teria sido escolhido, visto que  $TIR(A) > TIR(B)$ .

**Com base no exposto, a manifestação da TRF é crucial na medida em que cria a possibilidade de *trade off* no processo decisório, especialmente para taxas mínimas de atratividade situadas na vizinhança da TRF.** Conforme fica patente, mesmo com esse exemplo simples, já na primeira etapa do processo decisório sua eficácia para a consecução do objetivo da empresa é dependente da seleção do conceito esperado (*ex-ante*), que conduza à maximização do VLA. Nesse estágio da linha de argumentação, faz-se mister introduzir algumas questões:

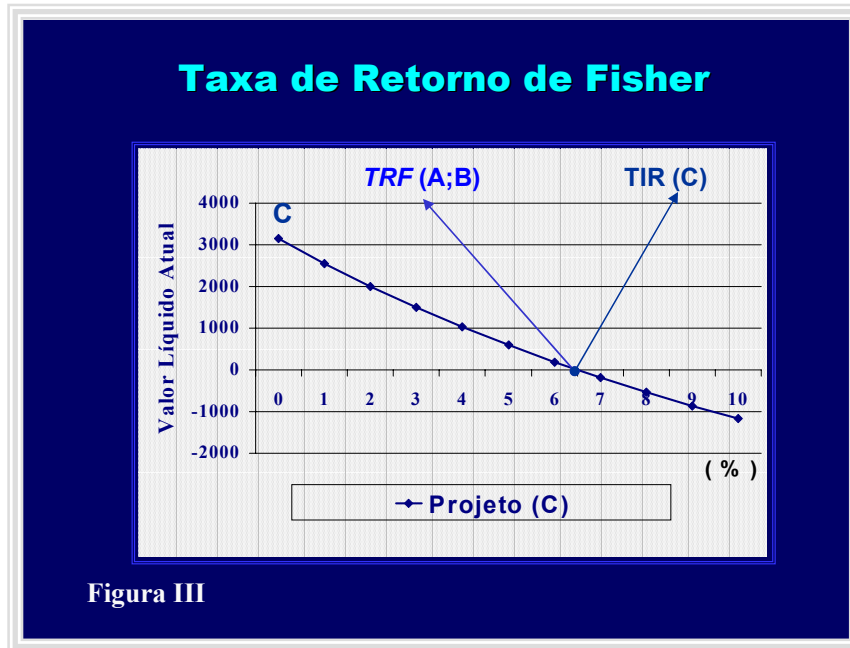
- ◆ O que explicaria a manifestação da TRF?
- ◆ Qual procedimento a adotar para checar sua eventual presença ao longo do processo de seleção?

Conforme esperado, a TRF está associada às diferenças relativas nos fluxos de entradas e saídas, mais especificamente em termos das discrepâncias entre os investimentos e os custos operacionais. A título ilustrativo, o confronto entre iniciar o projeto com uma capacidade instalada maior versus uma alternativa mais modesta que preveja sua expansão por módulos e/ou compondo-a com opções de terceirização.

A maneira mais objetiva de investigar a eventual ocorrência da TRF no processo de seleção é calcular a **TIR do Projeto-Diferença (B-A)**. No exemplo hipotético, esse projeto poderia ser denominado **Projeto (C)** e obtido pela diferença aritmética entre os Projetos (A) e (B), a saber:

- **Projeto (C):**  $I(B-A)_0 = (8,056)$ ;  $CF(B-A)_j = 1,120$ ;  $j = 1, \dots, 10$

**A TIR do Projeto (C) é 6,49% e representa a taxa de ruptura no confronto entre os valores líquidos atuais dos Projetos (A) e (B).** O perfil gráfico do VLA do Projeto (C) está retratado na Figura III, para diferentes taxas de desconto. Ressalte-se que, dependendo do perfil das alternativas, existe a possibilidade de que o fluxo de caixa do projeto incremental encerre mais de uma solução (TIR)<sup>2</sup>. Em se tratando de fluxos de caixa mais complexos (ou exóticos), caso seja necessária a adoção de procedimentos *ad hoc* específicos para normalização das séries, o processo de intervenção deverá ser transparente e restrito ao mínimo possível.



## Implicações para o Processo Decisório

As implicações básicas da TRF são bastante conhecidas na economia<sup>3</sup>. **Na literatura de avaliação e análise de projetos sua influência também é reconhecida, porém superficialmente discutida.** Para a indústria de mineração, todavia, cujo processo decisório, mesmo sob a hipótese mais simples pode ser referenciada por alternativas mutuamente exclusivas, a ocorrência da TRF assume grande importância, na medida em que poderá requerer a adoção de metodologia específica de forma a garantir a aderência da decisão à função-objetivo da empresa. As possibilidades de inversão no processo de seleção estão vinculadas aos demais atributos e indicadores quantitativos e qualitativos que referenciam a atratividade relativa de cada alternativa sob consideração e, conseqüentemente, o processo decisório, tais como:

- ◆ Maior flexibilidade conceitual para acomodar mudanças inesperadas de natureza endógena e/ou exógena impostas durante as etapas de desenvolvimento ou operação;
- ◆ Aspectos relacionados ao tamanho mínimo atrativo, economias de escala, horizonte de vida útil e participação no mercado; e
- ◆ Análise de risco, níveis de aversão e políticas preferenciais das empresas;

**Esses fatores, entre outros, compõem e potencializam a complexidade da decisão, especialmente quando a taxa mínima de atratividade utilizada pertence à vizinhança da**

**TRF.** O grau de importância dependerá, naturalmente, dessa proximidade e das preferências de risco e de retorno da empresa.

Um desdobramento importante da questão diz respeito ao processo negocial que permeia desde a compra e venda de ativos e direitos minerários até transações mais complexas do tipo joint-venture ou de acordos de opção. Nesse amplo arco de transações, a identificação da TRF certamente oferecerá maior lucidez ao processo negocial. **Sua manifestação na comparação de alternativas conceituais de desenvolvimento, referenciando as expectativas e os interesses dos diferentes atores envolvidos poderá ser integrada e avaliada segundo rotas e estratégias de negociação & barganha previamente identificadas.**

## **Aproximando a Otimização**

Os desafios impostos pela otimização nos projetos de mineração vêm sendo estudados por décadas, merecendo destaque, pelo seu pioneirismo, a contribuição oferecida por Nils-Erik<sup>4</sup>. Atualmente, entre os vários programas computacionais que oferecem suporte aos investimentos em desenvolvimento, poucos contemplam a dimensão econômica. Sob a égide das dimensões geológica e técnica<sup>5</sup>, os produtos disponíveis são suficientemente robustos e consistentes para acomodar o sempre crescente número de variáveis e parâmetros que acompanham a complexidade conceitual das operações. Não obstante, **um exame acurado das soluções oferecidas, especialmente no que concerne à interface técnica e econômica sugere que limitações críticas estão presentes comprometendo a integração do módulo econômico e financeiro.**

O menu decisório da empresa de mineração é permeado por uma diversidade de opções reais técnicas, econômicas e financeiras vinculadas às diferentes alternativas em termos de: tamanho, investimentos, períodos de defasagem e maturação, alternativas de financiamento, cronogramas, planejamento tributário etc. Se por um lado configura um referencial rico para o processo decisório aumentando as possibilidades de consecução dos objetivos corporativos, por outro acirra o seu grau de complexidade. Nesse contexto, os *softwares* disponíveis oferecem a possibilidade de conceber e avaliar um grande número de opções, compondo alternativas diversas para seqüenciamento da lavra e desenho de cava. Essa flexibilidade permite contemplar diferentes cenários, expectativas, preferências e conceitos. Assim sendo, abstraindo-se outros objetivos e partindo da premissa que todas as alternativas tecnicamente factíveis foram consideradas, o desafio é selecionar a alternativa que conduza à maximização do VLA do depósito.

Procurando estimular a reflexão sobre o tema, é oportuno destacar algumas questões relevantes, a saber:

- ◆ Todas as alternativas tecnicamente exequíveis foram consideradas? Ou algumas já foram descartadas em algum estágio preliminar do processo?
- ◆ O que dizer das diferenças relativas em tamanho associadas, por exemplo, à escala das operações, à integração vertical e à rota tecnológica? Qual foi a abordagem utilizada para equacionar o problema?
- ◆ O que dizer sobre as diferenças em termos de vida útil implícitas na comparação de alternativas com diferentes taxas de extração, taxas de recuperação e/ou políticas de teor mínimo?
- ◆ Qual o tratamento para os diferenciais oriundos de conceitos alternativos de *funding* que exercem sensível influência no comprometimento de recursos próprios, custos operacionais e carga tributária, para não mencionar outras configurações como o leasing e a terceirização de serviços?

Essa lista de questões, embora parcial, é satisfatória para apontar que a seleção da melhor alternativa por intermédio da hierarquização com base no VLA, conforme sugerido nos programas de otimização para a mineração, pode comprometer a qualidade da decisão.

## Considerações Finais

- ◆ É fundamental conduzir o processo de seleção contemplando as três dimensões de forma integrada. Todavia, **aspectos organizacionais e a natureza seqüencial da cadeia decisória favorecem a adoção de soluções parciais, particularmente nos estágios iniciais, reduzindo o número efetivo de alternativas técnicas consideradas para o desenvolvimento. Esse viés, usualmente, começa nos estudos de pré-viabilidade dos prospectos em estágio de exploração mais avançada e, gradualmente, vai permeando o processo e acabando por limitar o foco da seleção a um número restrito de alternativas.**
- ◆ **Ao longo da maior parte do processo decisório, a dimensão econômica não raramente recebe um tratamento limitado, incompleto e impróprio.** Somente nos estágios finais e de maior detalhamento, os aspectos econômicos e financeiros são considerados em maior profundidade. Todavia, **nessa fase, alternativas tecnicamente exequíveis já foram abandonadas. Essa disfunção é bastante comum e aparece com mais freqüência nos estágios mais avançados da exploração.** De certa forma manifesta-se como uma espécie de viés preferencial por alguma rota supostamente superior, muito embora apoiada em avaliação parcial e incompleta. Esse procedimento não pertence às melhores práticas, podendo comprometer o processo decisório e aumentar o grau de risco da empresa. **Admite-se, contudo, alguma flexibilidade para o descarte de rotas conceituais baseada, exclusivamente, na experiência e na capacitação técnica. Não obstante, esse poder discricionário deverá ser exercido pelo lado do conservadorismo, com cautela e transparência.**



- ◆ **A densidade e a consistência do módulo econômico e financeiro inserido nos programas disponíveis para otimização e maximização são muito limitadas e estão em descompasso com o refinamento dos módulos e interfaces relacionadas com as demais dimensões.** Essa questão torna-se crucial na medida em que a seleção endereça alternativas mutuamente exclusivas. Como sempre, o *glamour* gráfico e a pretensa precisão emanadas da modelagem quantitativa podem ser falaciosos, caso não estejam suportadas pela devida compreensão e o emprego adequado da dimensão econômica.
  
- ◆ **É curioso que nos últimos anos, com a abordagem das opções reais tão em voga e excitação para ocupar um lugar de destaque na suíte de técnicas e metodologias de avaliação de propriedades minerais, a antiga e fora de moda Taxa de Retorno de Fisher tenha sido ignorada. De fato, a despeito de sua sempre presente atualidade, ela foi ignorada por um longo tempo, especialmente pelos criadores de software para a mineração<sup>6</sup>.**

## Notas & Referências

1. A eficácia relativa do VLA e da TIR, enquanto critérios para seleção entre alternativas, está extensivamente analisada na literatura técnica especializada.
2. Lei de Descartes.
3. FISHER, Irvin. "The Theory of Interest". Reprints of Economic Classics. 1961. NY.
4. NORÉN, Nils-Erik. "Long-range Decision Models". The Economic Research Institute, Stockholm School of Economics. 1969. Estocolmo.
5. VALE, Eduardo. "Evaluation of Mineral Properties: Relevance of Establishing Standards". Mining Magazine. Agosto, 1998. pp.80-84. Londres.
6. VALE, Eduardo. "The Fisher Rate of Return and the Evaluation of Mineral Properties". Em publicação.