

## **Análise de viabilidade da substituição de equipamentos sob incerteza: o caso da São Bento Mineração S.A.**

**Henrique Mendes Silva (DEP/UFMG) [henriquems@ufmg.br](mailto:henriquems@ufmg.br)  
Leonardo Pereira Santiago (DEP/UFMG) [lsantiago@dep.ufmg.br](mailto:lsantiago@dep.ufmg.br)**

### **Resumo**

*O objetivo deste trabalho é investigar a análise de viabilidade econômica, sob incerteza, da substituição de equipamentos em uma empresa de mineração. Para tal, investigamos a substituição da frota de caminhões da São Bento Mineração. O estudo foi feito em três etapas: (i) análise de custos – utilizamos o custeio baseado em atividades para identificar os itens de custo relevantes para a decisão; (ii) análise econômica – adotamos a metodologia do fluxo de caixa descontado, especificamente o Valor Presente Líquido, considerando-se quatro opções de investimento para renovação da frota de caminhões; (iii) análise dos cenários de investimento – consideramos o valor da flexibilidade da gestão diante de um futuro incerto. O resultado específico desta análise recomenda a substituição da frota de caminhões ao final de 2007. Entretanto, ao compararmos três das quatro opções de investimento, constatamos que não há uma diferença significativa entre elas, o que motiva os tomadores de decisão a considerar a flexibilidade de se investir em um horizonte de tempo mais longo e permite a estes gestores administrar melhor os riscos inerentes ao processo decisório. Por fim, discutimos, sob a ótica de Opções Reais, a importância da incerteza e da flexibilidade gerencial ao se avaliar a substituição de equipamentos.*

*Palavras-chave: Análise de investimento, Decisão sob incerteza, Análise de custo.*

### **1. Introdução**

O investimento em bens de capital impacta significativamente o futuro de uma grande empresa. Em parte, uma das razões é o elevado valor do investimento necessário e a irreversibilidade parcial destes investimentos. Além disso, gestores normalmente se deparam com um cenário futuro incerto o que exige uma análise meticulosa dos investimentos.

Em especial, a decisão sobre a reposição ou manutenção de equipamentos em uma mineradora demanda na maioria dos casos um investimento elevado e de alto impacto. Uma decisão desse tipo pode gerar resultados bastante satisfatórios para a empresa, entretanto, se mal analisada, pode trazer perdas irreparáveis. Numa análise como esta, devemos levar em conta todos os custos envolvidos e o horizonte de tempo, ou seja, itens que não se pode prever com exatidão. Dessa maneira a flexibilidade gerencial se torna um fator importante na gestão dos riscos que caracterizam esse processo de decisão.

Especificamente para o caso da São Bento Mineração, empresa a qual este trabalho se aplica e que está inserida num processo de decisão sobre a reposição de equipamentos, o assunto além de importante pode ser considerado fundamental, pois a manutenção e os custos operacionais dos caminhões da mina chegam a representar um quinto dos custos totais e um quarto dos investimentos anuais. Sendo assim uma decisão mal fundamentada pode até levar a empresa a encerrar suas operações.

O objetivo principal deste trabalho é investigar a análise de viabilidade de substituição de equipamentos mediante incerteza, a partir do estudo sobre a reposição da frota de caminhões

antigos da São Bento Mineração S.A.

## **2. Revisão bibliográfica**

### **2.1. Análise de custos**

A tomada de decisão é objeto de discussão em todos os tipos de organizações - indústrias, instituições financeiras, escolas, hospitais e até mesmo órgãos públicos. Para Horngren, Datar e Foster (2004a) o objetivo principal da informação proveniente da análise de custos é auxiliar a tomada de decisão. O entendimento da informação dos custos propicia uma decisão mais fundamentada.

A mensuração dos custos é muito importante para avaliar o impacto das atividades de uma empresa no seu negócio. Segundo Horngren, Sundem e Stratton (2004) a análise de custos baseada em atividade (activity-based costing – ABC) é o método mais apropriado para identificar os direcionadores dos custos das atividades. Esses autores sugerem também a montagem dos mapas de processo para o melhor entendimento do comportamento dos custos. Os sistemas ABC primeiro acumulam custos para cada uma das atividades da área que está sendo custeada, uma área pode ser uma fábrica, um departamento ou a organização inteira, e, então, atribuem os custos das atividades aos produtos, serviços ou outros objetos de custos que exigiram aquela atividade.

Uma característica do custeio baseado em atividades é o relacionamento com o objeto de custo, que é definido por Horngren, Sundem e Stratton (2004) como qualquer finalidade para a qual o tomador de decisões deseja uma mensuração de custo em específico.

Para Garrison e Norren (2003) a abordagem ABC difere da tradicional pela extensão das alocações, resultando em uma implementação mais complexa. Portanto, segundo esses autores, as empresas devem analisar a real necessidade de se ter um sistema minucioso de alocação com o custo da implantação do ABC. Em outras palavras, o sistema ABC demanda maior número de pessoas especializadas e maior tempo de implantação. Consequentemente, não é recomendado para sistemas de produção razoavelmente simples.

Outro fator importante na análise de custos é a relevância das informações disponíveis. Horngren, Datar e Foster (2004a) definem a informação relevante como o custo ou a receita futura predita que diferenciará as alternativas. Por exemplo, considere uma decisão sobre a renovação de um equipamento antigo. Nesse caso o valor residual do equipamento é um item relevante, já que é uma entrada de caixa futura que, geralmente, difere entre as alternativas.

### **2.2. Engenharia econômica**

Os engenheiros sempre se deparam com escolhas que envolvem estudos econômicos e financeiros, nos quais a rentabilidade das alternativas deve ser investigada.

O objetivo da engenharia econômica, segundo Filho e Kopitke (2000) é analisar economicamente todas as decisões sobre os investimentos. Portanto a engenharia econômica tem aplicações bastante amplas, os investimentos podem ser de entidades governamentais, particulares ou de empresas.

Lapponi (1996) cita três métodos para serem usados nos estudos econômicos, sobretudo na análise de investimentos:

- VAUE: Valor Anual Uniforme Equivalente, que consiste em achar uma série uniforme equivalente a todos os custos e receitas para cada alternativa. A alternativa que tiver o maior saldo positivo é a melhor.
- VPL: Valor Presente Líquido, que calcula o valor presente equivalente das saídas de fluxo

de caixa de cada alternativa, somando-o ao investimento inicial. A opção que apresentar o Valor Presente Líquido Total mais positivo é a melhor. A taxa utilizada para descontar o fluxo de caixa é a TMA (ver a seguir a definição de TMA).

- Método da Taxa Interna de Retorno (TIR): que requer o cálculo TIR de todas as alternativas para compará-las com a TMA definida. Os investimentos com TIR maior que a TMA são consideráveis rentáveis.

A TIR – Taxa Interna de Retorno é a taxa para qual a saída do fluxo de caixa proveniente de um investimento é equivalente ao valor inicial investido, ou seja, é a taxa que zera os ganhos do investidor (LAPPONI, 1996)

A TMA – Taxa Mínima de Atratividade é a taxa a partir da qual o investidor considera que está obtendo ganhos financeiros. É uma taxa associada a um baixo risco, ou seja, qualquer sobra de caixa pode ser aplicada, na pior das hipóteses, na TMA. Uma das formas de se analisar um investimento é confrontar a TIR com a TMA (LAPPONI, 1996)

Os métodos citados anteriormente são equivalentes de acordo com Lapponi (1996) e, se bem aplicados, conduzem ao mesmo resultado. Cada um, no entanto, se adapta a determinados tipos de problemas.

Mais especificamente com relação à análise econômica de substituição de equipamentos, faz-se necessário muitas vezes, além de indicar qual é a melhor alternativa de investimento, indicar também quando o equipamento novo deve substituir o antigo, se essa for a alternativa recomendada. Nesse caso, segundo Filho e Kopittke (2000), tomadores de decisão devem analisar o horizonte de tempo do problema para escolher o método mais conveniente a ser usado. Para casos com horizontes finitos, o VPL é mais adequado, enquanto nos casos cujo horizonte de tempo é infinito o VAUE é o mais apropriado (cálculo da vida útil do equipamento).

Outro fator que merece consideração nas análises de substituição de equipamentos é a diferença tecnológica entre os equipamentos. Baseados nesse ponto de vista Bhurisith e Touran (2002) introduziram o custo do desenvolvimento tecnológico em suas análises de substituição. Segundo eles, da mesma forma que o dinheiro sofre desvalorização ao longo do tempo, os equipamentos também sofrem uma desvalorização tecnológica. Por exemplo, se um caminhão gasta hoje R\$5,00 por tonelada transportada, daqui a dez anos, um caminhão para ser equivalente a esse teria que gastar menos. A diferença entre esses custos seria alocada como custo de desenvolvimento tecnológico do caminhão mais novo.

Nair (1997) também faz algumas considerações sobre o desenvolvimento tecnológico nas análises de investimento, sobretudo as de substituição de equipamentos, afirmando que as inovações tecnológicas que surgem no futuro podem influir na tomada de decisão. Por exemplo, quando os carros “flex” (bi-combustíveis) surgiram no Brasil, os carros antigos sofreram uma desvalorização devido à nova tecnologia dos motores bi-combustíveis. Isso também acontece nos equipamentos industriais. Para esses casos Nair (1997) sugere o cálculo do horizonte tecnológico, que é o número mínimo de inovações tecnológicas que não influirá na decisão.

Apesar da grande importância dada aos critérios econômicos e financeiros na análise de investimentos, Filho e Kopittke (2000) citam também a importância dos fatores imponderáveis na engenharia econômica, ou seja, os fatores não conversíveis em dinheiro (e.g., restrições políticas), também devem ser levados em conta na análise final do investimento.

### 2.3. Análise de investimento sob incerteza

Em toda análise econômica de investimento existem fatores incertos que devem ser levados em conta, como já dito anteriormente. Dessa forma, a gestão de investimentos mediante incerteza se tornou um tema importante nas empresas.

As técnicas utilizadas nas análises de substituição de equipamentos, mais especificamente o método VPL ou o VAUE, partem do pressuposto da existência de um ambiente estável, com variabilidade nula, ou seja, as estimativas de custo e valores de vendas futuras são consideradas certas. No entanto, este método não considera a incerteza e a flexibilidade inseridas no ambiente industrial de acordo com Luehrman (1997).

De forma sucinta, a flexibilidade é definida como decisões tomadas por gerentes devido a ocorrência de eventos imprevistos, e a incerteza é a não previsibilidade (determinística) dos valores futuros das variáveis de um problema, como por exemplo, custos futuros e preços de mercado (ver Amram e Kulatilaka (1999)).

Considerando a incerteza e a flexibilidade que caracteriza as situações reais Luehrman (1998), Trigeorgis (1996) e Amram e Kulatilaka (1999) sugerem o método de opções reais nas análises de investimentos. Por definição a metodologia de Opções Reais propõe, para uma melhor avaliação do investimento, que os gerentes têm o direito, mas não o compromisso, de atuar ao lidar com investimentos sequenciais. Portanto, a capacidade dos gerentes (flexibilidade) de responder ativamente a eventos imprevistos tem valor e isso é uma das contribuições do método Opções Reais segundo esses autores.

### 3. Descrição geral da situação da empresa

Os equipamentos antigos (Volvo A25) da São Bento Mineração, mais especificamente os caminhões rebaixados usados para transporte de material dentro da mina subterrânea, apresentaram em 2004 custos em torno de 20% maiores do que os equipamentos novos (Volvo A30), como mostra a tabela 1. Dessa maneira os equipamentos novos ficavam sobrecarregados e os equipamentos antigos acabavam ficando muito tempo parados em manutenção, o que muitas vezes fazia com que os operadores não tivessem equipamentos disponíveis para trabalhar, conseqüentemente comprometendo a produção da mina.

Itens de custo		CM 01	CM 02	CM 03	CM04	CM05	CM06	Total Volvo A25	CM 09	CM 10	Total Volvo A30	Total A25 + A30
		VolvoA25	VolvoA25	VolvoA25	VolvoA25	VolvoA25	VolvoA25		Volvo A30	Volvo A30		
Mão de obra operação	US\$	27.660	27.660	27.660	27.660	27.660	27.660	165.960	27.660	27.660	55.320	221.280
Mão de obra manutenção	US\$	29.088	23.350	30.883	32.058	25.870	29.320	170.569	23.350	22.400	45.750	216.320
Sobressalentes	US\$	152.042	159.757	161.659	135.200	128.019	131.200	867.877	73.540	65.870	139.410	1.007.287
Diesel, óleos e filtros	US\$	27.147	29.630	26.980	37.620	40.020	36.980	198.377	44.920	49.890	94.810	293.187
Pneus	US\$	10.254	10.254	11.320	10.254	11.648	10.254	63.984	15.600	15.600	31.200	95.184
Manutenção de terceiros	US\$	17.620	17.505	15.260	22.893	23.600	23.120	119.998	35.900	35.900	71.800	191.798
Outros gastos (Seguros, etc.)	US\$	1.783	1.783	1.805	1.600	1.750	1.600	10.321	2.100	2.100	4.200	14.521
<b>Total</b>	<b>US\$</b>	<b>265.594</b>	<b>269.939</b>	<b>275.567</b>	<b>267.285</b>	<b>258.567</b>	<b>260.134</b>	<b>1.597.086</b>	<b>223.070</b>	<b>219.420</b>	<b>442.490</b>	<b>2.039.577</b>

Transporte de material	ton	69.870	67.600	62.890	78.888	90.624	84.020	453.892	93.789	96.520	190.309	644.201
------------------------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	--------	--------	---------	---------

Figura 1 Tabela 1 – Dados dos equipamentos em 2004

A empresa também recebeu em maio de 2005 uma notificação da DRT – Delegacia Regional do Trabalho, que a obrigava a instalar cabinas com ar condicionado nos caminhões rebaixados utilizados dentro da mina subterrânea até o final de 2005. O que certamente acarretaria um

custo adicional para a empresa.

Como os caminhões da mina são fundamentais para sua produção, representando aproximadamente 10% dos custos totais da mina, os gerentes da São Bento Mineração desejavam saber a viabilidade de se renovar a frota de caminhões, levando em conta os seguintes fatores:

- A taxa mínima de atratividade adotada pela São Bento Mineração, 20% ao ano.
- A previsão de funcionamento da mina, aproximadamente 3 anos (até o final de 2008).
- A instalação obrigatória de cabinas com ar condicionado para todos os equipamentos da mina até o final de 2005. O preço da instalação das cabinas nos caminhões é US\$19.200,00 por equipamento. Os caminhões novos já viriam com ar condicionado de fábrica.
- A depreciação dos equipamentos novos, US\$ 100.000,00 no primeiro ano e US\$50.000,00 por ano para os próximos anos. E a depreciação dos equipamentos antigos, US\$10.000,00 por ano.
- O valor de venda do equipamento antigo (Volvo A25), de acordo com a revendedora Tracbel, US\$70.000,00; e o preço do equipamento novo (Volvo A30), US\$405.720,00 já incluindo impostos.

#### 4. Análise

Primeiro desenhou-se o mapa de processos das atividades da extração de minério da São Bento Mineração (ver a seguir figura 1). Assim foi possível verificar como os equipamentos móveis da mina, mais especificamente os caminhões rebaixados, estão inseridos dentro das atividades da mina e com quais custos e direcionadores os mesmos têm relação.

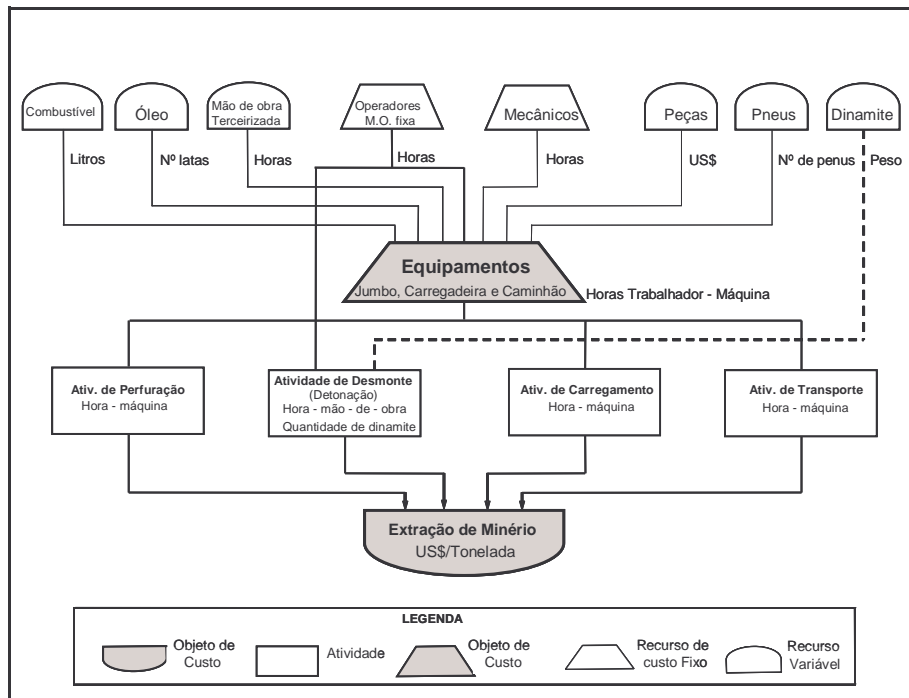


Figura 1 – Mapa de processo da mina subterrânea da São Bento Mineração

A partir do mapa da figura 1 e dos dados mostrados na tabela 1 foi possível analisar quais custos seriam relevantes para a análise econômica de substituição dos caminhões. Os itens definidos como relevante foram: custos operacionais; o valor de compra do equipamento



novo; o valor de venda dos equipamentos antigos; o valor de venda do equipamento novo ao final da vida da mina; e por fim, o custo de instalação das cabinas com ar condicionado nos caminhões antigos.

Os custos operacionais incluem os seguintes itens: mão de obra de operação; mão de obra de manutenção; sobressalentes; diesel, óleo e filtros; pneus; manutenção de terceiros; e por último, seguros. Todos eles são relevantes para a análise já que variam com a opção a ser escolhida.

Assim foram feitas as estimativas dos custos operacionais dos caminhões e da produção a partir da média das informações obtidas em 2004 (último ano), como mostra a tabela 2. Decidiu-se utilizar os dados mais recentes (2004) pelo fato de os equipamentos novos não possuírem dados anteriores a esse ano. Dessa forma uma possível variação na estimativa (incerteza) seria teoricamente a mesma para as duas alternativas.

		Volvo A25	Volvo A30
Mão de obra operação	(US\$)	27660	27660
Mão de obra manutenção	(US\$)	28428	22875
Sobressalentes	(US\$)	144646	69705
Diesel, óleos e filtros	(US\$)	33563	47405
Pneus	(US\$)	10664	15600
Manutenção de terceiros	(US\$)	19999	35900
Outros gastos (Seguros, etc.)	(US\$)	1720	1700
Custo operacional total	(US\$)	266680	220845
Transporte total (produção)	(ton)	75649	95155

Tabela 2 – Média dos dados dos caminhões em 2004

Os dados da tabela 2 mostram que um caminhão novo produz em média o equivalente a aproximadamente 1,26 caminhões antigos. Decidiu-se então comparar as opções de manter os seis caminhões antigos ou comprar cinco caminhões novos. Dessa maneira a produção não seria comprometida. Entretanto, os equipamentos novos podem ser adquiridos imediatamente (final de 2005), daqui a um ano (final de 2006) ou daqui a dois anos (final de 2007), pois a mina tem previsão de fechamento para o final de 2008. Portanto, a análise considerou o VPL dessas três opções e o da opção de manter os caminhões antigos como mostra a tabela 3 (ver a seguir).

Obtivemos então o VPL para as quatro opções: a de manter os caminhões antigos com um VPL igual a US\$-3.346.721,00; a de adquirir os caminhões novos imediatamente e começar a operá-los em 2006, que foi US\$-3.339.289,00; a de adquirir os caminhões novos no final de 2006 que apresentou um VPL de US\$-3.490.185,00; e por fim, a de adquirir os caminhões novos no final de 2007 com um VPL de US\$-3.337.476,00. Portanto, como a melhor opção é a que apresenta o maior VPL ou o menor custo, a opção de substituir os seis caminhões Volvo A25 por cinco caminhões Volvo A30 no final de 2007, ou seja, começar a operá-los em 2008, é a mais vantajosa, do ponto de vista econômico.

## 5. Resultados

Os resultados obtidos neste artigo, como mostrado anteriormente, mostram a situação econômica das alternativas, e mais especificamente, apontam a alternativa de substituição dos equipamentos no final de 2007 como a mais indicada. Entretanto, existem fatores imponderáveis, não conversíveis em dinheiro, que podem levar a escolha de uma alternativa que não seja a mais indicada do ponto de vista econômico, como por exemplo, o fato de a empresa ter que demitir alguns empregados na substituição. Portanto, como as alternativas de

substituição dos caminhões no final de 2005 e de não substituição apresentam VPL(s) com diferença máxima de aproximadamente US\$10.000,00, com relação à alternativa de substituição no final de 2007 (maior VPL), qualquer uma dessas três alternativas poderia ser adotada sem grandes perdas econômicas.

Existe ainda incerteza sobre alguns fatores que foram relevantes para a análise realizada neste trabalho. Por exemplo, alguns custos (e.g. peças sobressalentes; pneus; seguros; o preço de compra e de venda dos equipamentos; e o custo da cabina com ar condicionado) são atrelados ao dólar americano, conseqüentemente uma variação não esperada dessa moeda poderia afetar as estimativas utilizadas nesta análise; ou a previsão de fechamento da mina poderia ser alterada e isso também afetaria a análise realizada. Em conseqüência disso, os gerentes da São Bento Mineração teriam a flexibilidade para tomar algumas decisões não previstas anteriormente, como por exemplo, mudança do fornecedor de pneus e outras.

		VP 20%a.a	Anos			
			2005(0)	2006(1)	2007(2)	2008(3)
<b>Adquirir os 5 caminhões novos ao final de 2005</b>						
Custos operacionais anuais	(US\$)	-2325939,5		-1.104.225	-1.104.225	-1.104.225
Compra dos 5 caminhões novos	(US\$)	-2028600	-2028600			
Valor de venda dos 5 caminhões novos em 2008	(US\$)	595250,82				1028600
Valor de venda dos 6 caminhões antigos em 2005	(US\$)	420000	420000			
VP total do fluxo de caixa	(US\$)	<u>-3339288,7</u>				
<b>Adquirir os 5 caminhões novos ao final de 2006</b>						
Custos operacionais anuais	(US\$)	-2724466,1		-1582476	-1.104.225	-1.104.225
Compra dos 5 caminhões novos	(US\$)	-1690432,4		-2028600		
Valor de venda dos 5 caminhões novos em 2008	(US\$)	739925,82				1278600
Valor da instalação do ar cond. nos 6 c. antigos	(US\$)	-115200	-115200			
Valor de venda dos 6 caminhões antigos	(US\$)	299988		360000		
VP total do fluxo de caixa	(US\$)	<u>-3490184,7</u>				
<b>Adquirir os 5 caminhões novos ao final de 2007</b>						
Custos operacionais anuais	(US\$)	-3083457,2		-1600080	-1600080	-1.104.225
Compra dos 5 caminhões novos	(US\$)	-1408659,8			-2028600	
Valor de venda dos 5 caminhões novos em 2008	(US\$)	1061520,98				1834320
Valor da instalação do ar cond. nos 6 c. antigos	(US\$)	-115200	-115200			
Valor de venda dos 6 caminhões antigos	(US\$)	208320			300000	
VP total do fluxo de caixa	(US\$)	<u>-3337476,1</u>				
<b>Manter os 6 caminhões antigos</b>						
Custos operacionais anuais	(US\$)	-3370408,5		-1600080	-1600080	-1600080
Valor de venda dos 6 caminhões antigos em 2008	(US\$)	138888				240000
Instalação do ar condicionado nos 6 c. antigos	(US\$)	-115200	-115200			
VP total do fluxo de caixa	(US\$)	<u>-3346720,5</u>				

Tabela 3 – VPL das quatro alternativas de investimento

Então, devido à incerteza de algumas variáveis da análise, a São Bento cogitou esperar e decidir ao final de 2007. Assim, mesmo que ao final de 2007 seja constatado que a alternativa de adquirir os caminhões novos em 2005 teria sido a melhor, a empresa estaria pagando no máximo US\$7.432,00 pela flexibilidade de poder decidir a posteriori, com informações não disponíveis atualmente. Esse valor é o custo que a empresa estaria assumindo para se ter a flexibilidade (i.e., a opção) de se investir quando parte das incertezas forem reduzidas. O cálculo deste valor é feito ao se computar a diferença entre o VPL da alternativa de substituição dos caminhões ao final de 2005 (US\$-3.339.289,00), que significa tomar a decisão “agora”; e os VPL(s) das alternativas de não substituição (US\$-3.346.721,00) e de

substituição ao final de 2007 (US\$-3.337.476,00), que representam as alternativas de poder decidir ao final de 2007. A diferença positiva entre as alternativas, US\$7.432,00, representa custo adicional pela flexibilidade de decidir em 2007.

A análise feita neste trabalho pode ser estendida pela consideração do custo tecnológico dos caminhões e do horizonte tecnológico. No entanto, caminhões rebaixados para transporte de material em minas subterrâneas não sofrem desvalorização tecnológica tão significativa, sobretudo neste caso o qual a previsão de fechamento da mina é de três anos.

## 6. Conclusão

A partir do estudo de caso sobre a análise de viabilidade de substituição da frota de caminhões da São Bento Mineração S.A., é possível obter conclusões sobre a análise de substituição de equipamentos nas empresas em geral.

Diante da incerteza que caracteriza essas análises, sobretudo sobre os custos futuros de manutenção dos equipamentos, a flexibilidade gerencial tem valor. Apesar de a decisão sobre a substituição de equipamentos parecer irreversível, ela não o é totalmente. Por exemplo, mesmo depois de tomar a decisão de substituição, as empresas muitas vezes ainda têm a opção de devolver os equipamentos (e.g. aviões), substituí-los, vendê-los ou mantê-los. Deve-se levar em conta também, o fato de que mesmo mantendo os equipamentos, a empresa ainda pode tomar algumas decisões como terceirização de manutenção, mudança de fornecedor de peças e outras, respondendo ativamente a incerteza das variáveis.

Dessa maneira, pode-se concluir que o valor da flexibilidade deve ser considerado nas análises de substituição de equipamentos, pois as estimativas das variáveis utilizadas nessas análises envolvem incertezas, que podem ser respondidas positivamente pela flexibilidade gerencial. A abordagem por Opções Reais permite aos gestores avaliar investimentos condicionados a cenários futuros incertos, sendo assim uma alternativa para avaliar problemas com estas características. Especificamente, ela considera a capacidade gerencial de responder ativamente a eventos adversos e/ou favoráveis à empresa.

## Referências

- AMRAM, Martha; KULATILAKA, Nain.** *Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World*. Harvard Business School Press. Boston, Massachusetts, 1999.
- BHURISITH, Ittiphol; TOURAN, Alan.** *Case Study of Obsolescence and Equipment Productivity*. Journal of Construction Engineering and Management. p.357-361, July-August, 2002.
- FILHO, Nelson C.; KOPITKE, Bruno H.** *Análise de Investimentos*. Editora Atlas, 9ª edição, São Paulo, 2000.
- GARRISON, R.; NOREEN, E.** *Management Accounting*. 10ª edição. McGraw-Hill, Boston, 2003.
- HORNGREN, Charles T.; DATAR, Srikant M.; FOSTER, George.** *Contabilidade de custos – Volume 1*. 11ª edição, Prentice Hall, São Paulo, 2004.
- HORNGREN, Charles T.; SUNDEN, Gary L.; STRATTON, William O.** *Contabilidade Gerencial*. 12ª edição, Prentice Hall, São Paulo, 2004.
- LAPPONI, Juan C.** *Avaliação de Projetos de Investimentos – Modelos em Excel*. Lapponi Editora, Março, 1996.
- LUEHRMAN, Timothy A.** *Investments Opportunities as Real Options: Getting Started on the Numbers*. Harvard Business Review. Boston, p. 51-67, July-August, 1998.
- LUEHRMAN, Timothy A.** *What's it worth? A general manager's guide to valuation*. Harvard Business Review. Boston, p. 132-142, May-June, 1997.
- NAIR, Suresh k.** *Identifying Technology Horizons for Strategic Investment Decisions*. IEEE Transactions on





Engineering Management. v. 44, nº 3, August, 1997.

**TRIGEORGIS, Lenos.** *Real options: managerial flexibility and strategy in resource allocation.* Cambridge: The MIT Press., 1996.