

## AVALIAÇÃO ECONÔMICA NA LAVRA DE ROCHA ORNAMENTAL – GRANITO MARROM GUAÍBA / RS

*Júlio César de Souza*<sup>1</sup> e *Luis Carlos Bosi Tubino*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eng. de Minas, DSc., Prof. Adj., DEMINAS/UFPE – Av. Prof. Moraes Rêgo, 1235 – Cidade Universitária – CEP 50.670-901 – Recife – PE  
E-mail: jcsouza@npd.ufpe.br

<sup>2</sup>Geólogo, MSc., SENAI/RS – E-mail: tubino@maua.senai.br

### RESUMO

O presente trabalho apresenta uma avaliação econômica realizada na pedreira de granito ornamental Marrom Guaíba, localizada no município de Cachoeira do Sul, no Estado do Rio Grande do Sul, onde foram definidos os insumos necessários à produção de blocos e determinado o custo direto de produção (custo de lavra).

Com os dados de custos e receitas advindas da venda de blocos em bruto pode-se desenvolver uma análise econômica com a determinação dos custos diretos e indiretos, ponto de equilíbrio, fluxo de caixa de operação e cálculo dos critérios de decisão financeiros (valor presente líquido e taxa interna de retorno).

### INTRODUÇÃO

No presente trabalho é apresentada uma avaliação dos custos de extração na pedreira de rocha ornamental do granito Marrom Guaíba, localizada no distrito do Piquiri, município de Cachoeira do Sul no Estado do Rio Grande do Sul. Essa avaliação foi realizada durante o período de um ano (entre 1997 e 1998) que teve como objetivos dos trabalhos: a otimização da lavra de pedreira, sendo realizado em parceria pelo SENAI-RS e a empresa GRANISUL Indústria e Comércio de Minerais Ltda.

Segundo Jost et alii (1985), o Sienito Piquiri é um plutonito de área aflorante total com aproximadamente 120 km<sup>2</sup>, localizado a cerca de 60 km a Sudeste da cidade de Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul, e com forma semelhante a de uma ferradura com concavidade voltada para Sudeste. Esta unidade compreende termos petrográficos que vão desde Álcali-Sienitos à Álcali-Granitos, e possui granulação decrescente do centro para os bordos.

Além do corpo principal, Mexias et alii (1983), rochas textural e composicionalmente similares são também encontradas em massas menores nas regiões a Norte e Nordeste da cidade de Encruzilhada do Sul.

De acordo com Kuhn et alii (1983) e Kronbauer et alii (1983), o corpo principal do Sienito Piquiri tem a forma de uma ferradura com concavidade voltada para Sudeste. No interior da reentrância da ferradura ocorre um granito grosseiro folheado onde a presença de sienito em corpos insulares de formato variado e área individual de algumas dezenas de metros quadrados, a abundância de diques de traquito no granito, a granulação fina dos corpos insulares e os efeitos de recristalização do granito pela intrusão sienítica, sugerem a continuidade do sienito em sub-superfície, o que permite atribuir-lhe uma forma global circular, parcialmente exposta (Figura 1).

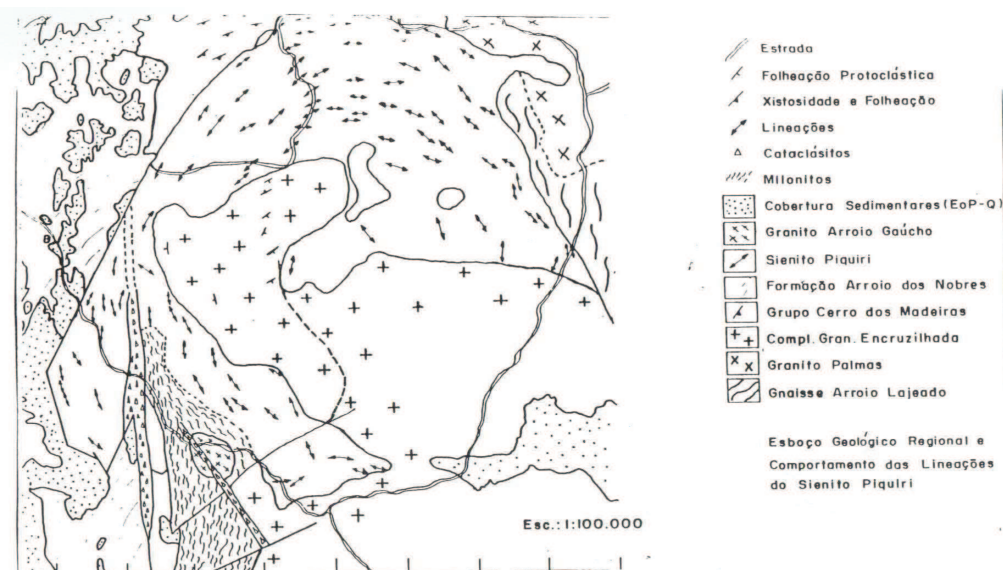


FIGURA 1 – Aspecto Geral das Feições Geológicas do Sienito Piquiri – Cachoeira do Sul - RS

A variedade comercial extraída na área do Sienito Piquiri é conhecida comercialmente por granito Marrom Guaíba, obtendo-se basicamente dois tipos de blocos, em função da qualidade cromática e presença de defeitos petrográficos e/ou estruturais (xenólitos, manchas vermelhas, lisos, concentração de máficos):

a) Bloco de primeira - bloco de material homogêneo, granulação média a grossa; sem presença de xenólitos, lisos ou manchas vermelhas; esquadramento perfeito de acordo com especificações do mercado; sendo comercializados na sua grande maioria para o exterior (Ásia) a um preço FOB - Porto de Rio Grande de aproximadamente 600,00 US\$/m<sup>3</sup>.

b) Bloco de segunda - bloco de material relativamente homogêneo; granulação média a grossa; presença de pequenas manchas e alguns xenólitos; esquadramento relativamente bom; sendo comercializados no mercado interno (principalmente RS) a um preço FOB - mina de aproximadamente 300,00 U\$/m<sup>3</sup>.

De acordo com os trabalhos de Souza (1997), encontra-se na área da pedreira da empresa GRANISUL no Cerro dos Almeida (figura 2), cerca de 15 frentes de lavra, sendo que destas, cerca de 13 encontram-se abandonadas ou com as atividades extrativas suspensas e apenas duas ainda persistem em operação. Os principais motivos que levam a interrupção nos trabalhos de lavra são a presença de intenso fraturamento vertical e horizontal (Figura 3), ocorrência de rocha alterada, problemas na granulação e cromaticidade da rocha e aparecimento de concentrações de minerais máficos (xenólitos) na matriz sienítica.



**FIGURA 2 - Visão geral da área de extração – Sienito Piquiri**



**FIGURA 3 - Detalhes do fraturamento vertical e horizontal na área da pedreira**

A forma da frente de lavra da pedreira varia em função da área disponível, relevo, e tipo de extração: maciço ou matacão. Para a lavra de matacão o método tradicional é com a utilização de fogo raiado (figura 4), fazendo-se o fatiamento do matacão em função de sua forma e tamanho. A extração no maciço (figura 5) é realizada preferencialmente através de bancadas altas em frentes com forma aproximada de “L” e, mais raramente, em forma de “U”. O comprimento da frente varia em função das características do maciço sendo geralmente de 15 m (frentes novas) até 50 m (frentes mais antigas e com maior tempo de operação).



**FIGURA 4 - Detalhe da abertura de matacões superficiais**



**FIGURA 5 - Detalhe da operação de furação com quarry-bar no maciço rochoso**

### METODOLOGIA

Para desenvolvimento da avaliação econômica e de custos da pedra de granito ornamental Marrom Guaíba foram realizados levantamentos dos custos operacionais da empresa e do custo de aquisição e depreciação dos equipamentos de lavra. Com esses dados pode-se definir os custos de capital e operacional, individualizar os custos fixos e variáveis e, com os dados de produção e vendas, determinar os custos de produção bem como a rentabilidade geral do empreendimento.

### Composição do Custo Direto de Produção - Pedreira de Marrom Guaíba

Produção de Blocos: **2.193,20 m<sup>3</sup>**  
 Produção Média Mensal: **182,77 m<sup>3</sup>**

Número de Funcionários da Pedreira: **32**

Produtividade: 2.193,20 m<sup>3</sup> / 32 homens / 12 meses / 20 dias = **0,29 m<sup>3</sup>/homem/dia**

### Custo operacional

1) Óleo Combustível e Lubrificante  
 Óleo diesel, óleo 10 hidráulico, óleo 30, óleo 68 DTE 26. Óleo Lubrax 15 W 40, óleo LMO 527 Mobil e graxa.  
 Custo: R\$ 4.000,00 / mês => 48.000 R\$/ano

2) Rebolo 152,4 x 76,2 x 31,75 mm, para afiação de brocas:  
 Custo: R\$ 1.000,00 / mês => 12.000 R\$/ano

3) Brocas de perfuração  
 Brocas: 0,40 ; 0,80 ; 1,20 ; 1,60 ; 2,40 ; 3,20 ; 4,00 ; 4,80 ; 5,60 ; 6,40 ; 7,20 e 8,00 m  
 Custo: R\$ 5.000,00 / mês => 60.000 R\$/ano

4) Explosivos e Acessórios  
 Dinamite, pólvora negra, espoletas, estopim, cordel detonante NP-5 e NP-10, e retardos  
 Custo: R\$ 4.000,00 / mês => 48.000 R\$/ano

5) Mão-de-obra Direta + Encargos Sociais  
 Custo da folha de pagamento mensal: 16.200,00 R\$/mês  
 Encargos sociais sobre a folha de pagamento (45%) = 7.300,00 R\$/mês  
 Custo: R\$ 23.500,00 / mês => 282.000 R\$/ano

6) Energia Elétrica  
 Consumo mensal de energia elétrica: 18.750 kWh/mês  
 Custo de energia elétrica: 0,16 R\$/kWh  
 Custo: R\$ 3.000,00 / mês => 36.000 R\$/ano

7) Comissão sobre Emparelhamento e Produção dos Blocos  
 Custo da comissão sobre emparelhamento: 4,50 R\$/ m<sup>3</sup>  
 Custo da comissão sobre corte dos blocos: 3,25 R\$/ m<sup>3</sup>  
 Custo de comissões sobre produção: 7,75 R\$/ m<sup>3</sup>  
 Produção média mensal: 180 m<sup>3</sup>  
 Custo: R\$ 1.400,00 / mês => 16.800 R\$/ano

8) Manutenção de equipamentos, reparos e reposições  
 5% do investimento inicial ao ano  
 Custo: R\$ 2.000,00 / mês => 24.000 R\$/ano

**TABELA 1 - Composição do custo operacional da pedra:**

Item de custo	Custo mensal (R\$/mês)	Custo anual (R\$/ano)	Participação
Mão-de-obra direta	16.200,00	194.400,00	36,90%
Encargos sociais	7.300,00	87.600,00	16,63%
Brocas e hastes de perfuração	5.000,00	60.000,00	11,39%
Óleo combustível e lubrificante	4.000,00	48.000,00	9,11%
Explosivos e acessórios	4.000,00	48.000,00	9,11%
Energia elétrica	3.000,00	36.000,00	6,83%
Manutenção, reparos e reposições	2.000,00	24.000,00	4,56%
Comissão de emparelhamento e corte	1.400,00	16.800,00	3,19%
Rebolos de afiação	1.000,00	12.000,00	2,28%
<b>Total:</b>	<b>43.900,00</b>	<b>526.800,00</b>	<b>100,00%</b>

Custo operacional unitário  $\frac{R\$ 526.800,00}{2.193,20 \text{ m}^3} = 240,19 \text{ R\$/m}^3$

**TABELA 2 - Principais itens do custo operacional da pedreira:**

Item de custo	Custo anual (R\$/ano)	% custo operacional
Mão-de-obra direta + encargos sociais	282.000,00	56,2%
Brocas de perfuração (1,60 – 4,80 m)	40.200,00	8,0%
Energia elétrica	35.400,00	7,1%
Cordel detonante NP5 e NP 10	33.800,00	6,7%
Óleo diesel	30.700,00	6,1%
Comissões sobre emparelhamento	16.800,00	3,2%
Dinamite (peteca)	8.400,00	1,7%
Total :	446.200,00	89,00%

Pela Tabela 2 acima pode-se verificar claramente que o principal item do custo operacional refere-se as despesas com mão-de-obra direta, decorrente basicamente do pequeno grau de mecanização empregado na lavra. Outros itens importantes do custo operacional referem-se às brocas de perfuração, energia elétrica, cordel detonante e óleo diesel que, juntos, respondem por cerca de 85% do custo operacional da lavra.

#### Custo de capital

O custo de capital (investimento inicial) foi estimado a partir dos custos existentes de aquisição e utilização dos equipamentos existentes na pedreira da empresa (Tabela 3), conforme informação da contabilidade da empresa GRANISUL.

**TABELA 3 - Equipamentos existentes e custo de capital anual (depreciação)**

Equipamento	Custo Aquisição	Vida Útil (anos)	Custo Anual (R\$)
Carregadeiras (3)	70.000,00	15	4.700,00
Caminhões fora de estrada (2)	100.000,00	15	6.700,00
Derrick (2)	50.000,00	15	3.300,00
Quarry-bar (5)	27.000,00	10	2.700,00
Marteletes (8)	28.000,00	8	3.500,00
Compressores elétricos (3)	25.000,00	15	1.700,00
Compressor diesel (1)	40.000,00	15	2.700,00
Trator e veículo da pedreira	10.000,00	10	1.000,00
Retroescavadeira (40% valor)*	150.000,00	15	4.000,00
Total			30.300,00

\* A retroescavadeira é utilizada também na descobertura de outras pedreiras da empresa

Custo anual de depreciação dos equipamentos:  
30.300,00 R\$/ano

Custo depreciação unitário =  $\frac{R\$ 30.300,00}{2.193,19 \text{ m}^3} = 13,81 \text{ R\$/m}^3$

#### Custo direto de produção

Custo de produção = custo operacional + custo de capital

Custo de produção = 526.800,00 R\$/ano +  
30.300,00 R\$/ano = 557.100,00 R\$/ano

Custo de produção unitário =  $240,19 + 13,81 = 253,81 \text{ R\$/m}^3$

#### Receita de vendas de blocos

Blocos de 1ª qualidade  
Preço de venda: 1.000,00 R\$/m<sup>3</sup>  
Produção média: 120 m<sup>3</sup>/mês

Blocos de 2ª qualidade  
Preço de venda: 675,00 R\$/m<sup>3</sup>  
Produção média: 60 m<sup>3</sup>/mês

Receitas de vendas  
Blocos de 1ª qualidade 120.000,00 R\$/m<sup>3</sup>  
Blocos de 2ª qualidade 40.500,00 R\$/m<sup>3</sup>

Receita da pedreira: 160.500,00 R\$/mês =  
1.926.000,00 R\$/ano

#### Determinação de custos fixos e variáveis

Os custos variáveis forma estimados a partir de dados levantados junto a empresa GRANISUL e são apresentados na tabela 4 abaixo.

**TABELA 4 - Determinação dos custos variáveis**

Item de custo	Custo unitário (R\$/m <sup>3</sup> )
Mão-de-obra direta + encargos	128,57
Brocas e hastes de perfuração	27,36
Óleo combustível e lubrificante	21,88
Explosivos e acessórios	21,88
Energia elétrica	13,68
Manutenção, reparos e reposições	10,94
Comissão de emparelhamento e corte	7,66
Rebolos de afiação	5,47
Total :	237,44

Custos fixos

Depreciação dos equipamentos:  
R\$ 30.300,00 (anual)

Escritório e segurança:  
R\$ 60.000,00 (anual)

Energia elétrica e iluminação:  
R\$ 6.000,00 (anual)

Total: R\$ 96.300,00 (anual)

#### **Determinação do ponto de equilíbrio da pedra**

Preço de venda médio:

$$\frac{(1.000,00 \text{ R\$/m}^3 \times 120 \text{ m}^3/\text{mês} + 675,00 \text{ R\$/m}^3 \times 60 \text{ m}^3/\text{mês})}{180 \text{ m}^3/\text{mês}} =$$

$$= 891,67 \text{ R\$/m}^3$$

Margem de contribuição:  $891,67 - 237,44 = 654,23 \text{ R\$/m}^3$

$$\text{Ponto de equilíbrio} = \frac{96.300,00}{654,23} = 147,19 \text{ m}^3/\text{ano}$$

Necessita-se portanto de uma produção mensal de  $12,3 \text{ m}^3$  ou aproximadamente de 2 blocos.

#### **Análise Econômico-financeira**

A análise econômico-financeira foi realizada através da estimação e determinação do fluxo de caixa anual para um período de 20 anos de operação da pedra e após, o cálculo dos critérios de decisão valor presente líquido e taxa interna de retorno.

Para determinação do fluxo de caixa anual foram utilizados os seguintes valores:

Investimento: 500.000 R\$  
Valor residual: 20% investimento inicial  
Reposições: 50% investimento inicial no 10º ano

Receita anual: 1.926.000 R\$/ano  
Custo operacional: 515.300 R\$/ano  
Depreciação: 34.700 R\$/ano

ICMS, CFEM, tributação: 20,5% da receita bruta  
IR: 35% do lucro operacional líquido após tributação e depreciação

Taxa de desconto: 18% a.a.  
Período: 20 anos

Os resultados do cálculo dos critérios de decisão financeiros a partir do fluxo de caixa de operação para a pedra de Marrom Guaíba apresentaram os seguintes valores:

Valor presente líquido (18%, 20 anos): R\$ 2.491.635  
Taxa interna de retorno (20 anos): 82,21% a.a.

Ambos os critérios de decisão apontam portanto a viabilidade do empreendimento, com uma margem de lucro global da ordem de 80% do investimento inicial e retorno financeiro de aproximadamente R\$ 2.500.000,00 em valores atuais.

#### **CONCLUSÕES**

De acordo com os resultados obtidos nas análises técnica e avaliação econômica pode-se concluir que:

- O custo de produção dos blocos de Marrom Guaíba extraídos pela empresa Granisul é de cerca de 253,81 R\$/m<sup>3</sup>, sendo que desse total 95% refere-se ao custo operacional e 5% ao custo de depreciação dos equipamentos. Esse nível de custo é extremamente alto e reflete um tipo de lavra intensiva em mão-de-obra e de baixo nível de mecanização.

- A média de produção mensal de blocos de primeira qualidade, principal produto da empresa, é de aproximadamente 120 m<sup>3</sup>/mês, refletindo também o pequeno porte das operações e metodologia de trabalho bastante artesanal.

- O custo fixo anual é de cerca de R\$ 96.300,00 ao ano e o custo variável de 237,44 R\$/m<sup>3</sup>. Considerando um preço de venda médio para produção de blocos de primeira e segunda qualidade conforme indicado na avaliação técnico-econômica, verificou-se que a produção mínima para equilibrar as despesas e receitas anuais é de 147,19 m<sup>3</sup>/ano ou a produção de apenas 2 blocos por mês. Esse resultado evidencia também a baixa mecanização da lavra e o uso intenso de mão-de-obra operacional.

- Os resultados da análise técnico-econômica e determinação dos critérios de decisão mostram a plena viabilidade do empreendimento com uma taxa de retorno da ordem de 80% ao ano. Esses resultados são decorrentes basicamente do preço de venda ser elevado absorvendo os desperdícios e pouca tecnologia empregada na lavra.

#### **BIBLIOGRAFIA**

1) Jost, H.; Brod, J.A.; Holz, M.; Kuhn, A.; Flor, M.A.D.; Kronbauer, A. & Dilleburg, S. (1985) Geologia Estrutural, Petrografia e Petrologia do Sienito Piquiri (Proterozóico Superior), Rio Grande do Sul, IIº Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia.

2) Mexias, A.S.; Pinto, L.M. & Gomes, M.E.B. (1983) Projeto Piquiri - Geologia da Faixa XI. Trabalho de Graduação do curso de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Geociências - Faculdade de Geologia.

3) Kuhn, A. & Frank, H.T. (1983) Projeto Piquiri - Geologia da Faixa IX. Trabalho de Graduação do curso de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Geociências - Faculdade de Geologia.

4) Kronbauer, A.; Christ, J.S. & Faccin, U.F. (1983) Projeto Piquiri - Geologia da Faixa V. Trabalho de Graduação do curso de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Geociências - Faculdade de Geologia.