

# PRÉ-VIABILIDADE ECONÔMICA DA APLICAÇÃO DE RESÍDUO DE MÁRMORE NO SETOR AGRÍCOLA

**Dghean Zuccon Fazolo**

Aluno de Graduação de Engenharia de Minas, 10º período, IFES

Período PIBIC/CETEM: setembro de 2013 a julho de 2014,

[dfazolo@cetem.gov.br](mailto:dfazolo@cetem.gov.br)

**Gilson Ezequiel Ferreira**

Orientador, Economista Mineral, D.Sc.

[gferreira@cetem.gov.br](mailto:gferreira@cetem.gov.br)

**Roberto Carlos da Conceição Ribeiro**

Coorientador, Eng. Químico, D.Sc.

[rcarlos@cetem.gov.br](mailto:rcarlos@cetem.gov.br)

## 1. INTRODUÇÃO

O setor de beneficiamento de mármore do estado do Espírito Santo gera mensalmente 1,85 mil m<sup>3</sup> de efluente sob a forma de lama pastosa. (SOUSA e VIDAL, 2005 *apud* RAYMUNDO, 2008). A grande preocupação ambiental que envolve o manejo e a deposição desses resíduos pode ser evitada com o seu aproveitamento no setor agrícola, conforme estudos de Raymundo (2008). Com base na viabilidade técnica, viu-se a necessidade de se realizar um estudo econômico para verificar a viabilidade de transformar a lama do beneficiamento de mármore em calcário agrícola e comercializá-la.

## 2. OBJETIVOS

Verificar a pré-viabilidade econômica do aproveitamento de resíduo do beneficiamento de mármore no setor agrícola.

## 3. METODOLOGIA

O estudo contemplou um levantamento bibliográfico da viabilidade técnica do aproveitamento do resíduo de mármore como corretivo de acidez de solo, a fim de ser conhecer as características físicas e químicas da lama que as marmorarias produzem e as exigências do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA para comercializá-la como calcário agrícola. O estudo de mercado foi baseado na própria região levando-se em consideração a vocação agrícola regional.

O levantamento do investimento inicial para a compra dos equipamentos que são necessários para adequar o resíduo das marmorarias ao mercado agrícola foi realizada por meio de e-mails e telefonemas às empresas fornecedoras. Após a coleta de todas as informações necessárias, executou-se o levantamento dos custos operacionais, receitas, empréstimo, capital de giro, depreciação e amortização para montagem do fluxo de caixa e a análise econômica.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo simula uma empresa de beneficiamento de mármore de médio porte. A empresa produz mensalmente 320 t de lama proveniente de dois teares diamantados, que são responsáveis pela serragem dos blocos, do processo de corte das chapas em ladrilhos e do polimento dessas chapas. Atualmente, em Cachoeiro de Itapemirim – ES, é comum que o resíduo provindo exclusivamente das rochas carbonáticas seja coletado por uma empresa especializada que o destina para a fabricação de argila, não gerando custos de coleta para a empresa produtora. Comercialmente, o calcário agrícola não pode ter umidade. O resíduo, após

passar pelo filtro prensa encontra-se com 25% de umidade, portanto é necessário secá-lo antes de ensacar.

O resíduo que sai do filtro prensa é levado ao secador rotativo por meio de um transportador helicoidal. O secador possui 1,5 m de diâmetro, 6 m de comprimento e suporta até 2 t de resíduo úmido por hora. O combustível usado para eliminar a umidade da lama é o gás LP que vai circular dentro do secador com o auxílio de um ventilador centrífugo. O resíduo, já seco, passa pelo ciclone para limpeza dos gases, sendo então depositado em um silo por meio do elevador de canecas de 6 m de altura. O investimento somente para secar a lama é orçado em aproximadamente 60% dos R\$ 283.145,00 necessários para toda a produção, conforme Tabela 1. A exigência de um produto final sem umidade faz com que o investimento em secagem seja elevado.

O silo tem capacidade para armazenar 15 t do resíduo seco, o que representa pouco mais de um dia de produção, o investimento, junto com a válvula de gaveta, é de R\$ 13.800,00. A válvula de gaveta tem a função de controlar a vazão do produto que sai do silo e vai para a ensacadeira. A ensacadeira automática custa R\$ 38.000,00 e possui capacidade para ensacar 6 t/h de calcário em sacos plásticos de 50 kg. Para movimentar os sacos ao depósito tem-se uma cinta transportadora com 6 m de comprimento. O depósito é coberto, para evitar que a chuva molhe o estoque e está localizado dentro do pátio da própria empresa, com capacidade para um mês de produção (240 t). Para garantir a qualidade do produto final, devem ser realizados diariamente ensaios físicos e químicos no laboratório montado dentro da empresa. Para operar toda a produção é necessário um ensacador e um técnico em química responsável pelos ensaios.

Os demais investimentos iniciais estão previstos na a construção de um galpão de 100 m<sup>2</sup>, nas instalações elétricas e na montagem de um laboratório para as análises físicas e químicas do calcário, totalizando R\$ 283.145,00. Os equipamentos podem ser financiados pelo BNDES FINAME, que oferece baixas taxas de juros. O capital de giro necessário para manter a empresa em funcionamento é de R\$ 10.568,75.

**Tabela 1:** Investimentos iniciais

EQUIPAMENTO	PREÇO (R\$)
Transportador Helicoidal	R\$ 10.212,00
Transportador Helicoidal com bocal	R\$ 8.657,00
Secador Rotativo 1 fase	R\$ 84.292,00
Ventilador Centrífugo	R\$ 12.698,00
Conjunto ciclone tubulação e válvula rotativa	R\$ 19.729,00
Transportador Helicoidal com válvula rotativa	R\$ 14.437,00
Elevador de canecas	R\$ 28.000,00
Silo 15t	R\$ 10.000,00
Válvula de gaveta	R\$ 3.800,00
Ensacadeira Automática	R\$ 38.000,00
Cinta transportadora	R\$ 22.000,00
Carrinho de transporte	R\$ 1.200,00
Galpão 100m <sup>2</sup>	R\$ 8.000,00
Laboratório	R\$ 2.000,00
Instalações	R\$ 2.000,00
Montagem dos equipamentos	R\$ 18.120,00
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 283.145,00</b>

O custo operacional para transformar a lama do processo de beneficiamento do mármore em calcário agrícola é de R\$ 50,21 por tonelada, conforme Tabela 2. O maior custo operacional é com funcionários, esse custo fixo pode inviabilizar o projeto se a produção da empresa for muito pequena.

**Tabela 2:** Custos operacionais

ITEM	CUSTO MENSAL	CUSTO P/ TONELADA
Funcionários + Encargos	R\$ 4.400,00	R\$ 18,33
Gás LP	R\$ 2.400,00	R\$ 10,00
Energia elétrica	R\$ 700,00	R\$ 2,92
Embalagens plásticas	R\$ 3.850,00	R\$ 16,04
Administrativo + Vendas	R\$ 700,00	R\$ 2,92
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 11.350,00</b>	<b>R\$ 50,21</b>

Se por um lado, as informações passadas pelo MAPA ao autor indicam que, em 2012 foram produzidas 315.674,21 t de calcário pelas moageiras no Espírito Santo, no mesmo ano, o mercado capixaba consumiu 211.885,68 t e vendeu 103.721,91 t para outros estados, estocando, somente nesse ano, 66,62 t de calcário agrícola. O mesmo levantamento indicou que no período de 2007 a 2012 o estado produziu 1.855,34 toneladas a mais do que consumiu.

Por outro lado, estudos realizados pelo setor produtor constataram que setor agrícola teria capacidade de absorver anualmente cerca de 70 milhões de toneladas, para uma capacidade instalada total de moagem no país na ordem de 50 milhões de toneladas/ano, entretanto, o setor consumidor utilizou em 2007 apenas aproximadamente 40% dessa capacidade instalada (SILVA, 2009).

O preço médio de venda FOB do calcário agrícola no estado do Espírito Santo é de R\$ 70,00, de acordo com o levantamento de mercado. Considerando que a empresa venda os 240 t de calcário produzidos mensalmente, a receita anual vai ser de R\$ 201.600,00.

A montagem do fluxo de caixa da empresa levou em conta a depreciação de 5 anos para os equipamentos de laboratório, 10 anos para os equipamentos da linha de produção e 25 anos para o galpão. A taxa de impostos incidentes sobre o lucro tributável considerada foi de 24%.

Para uma vida útil de 20 anos, a análise econômica apresentou taxa interna de retorno – TIR de 24,44% com a recuperação do investimento – *Payback* de 6 anos. Conforme Tabela 3.

**Tabela 3:** Análise econômica do investimento

VA (10%)	R\$ 117.946,26
<i>Payback</i>	6 anos
TIR	24,44%

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados demonstram que economicamente é viável investir no aproveitamento do resíduo de mármore para aplicação no setor agrícola. Apesar do baixo preço de mercado do calcário agrícola, o valor atual – VA do investimento é estimado em quase R\$ 120.000,00 de lucro para uma vida útil de 20 anos, considerando uma taxa de desconto de 10% ao ano. Além do retorno financeiro, as empresas podem contribuir com a diminuição da geração de resíduos.

Estudos mais detalhados devem ser realizados pelas marmorarias interessadas em aproveitar o seu resíduo, é importante salientar a competitividade atual do mercado; as moageiras já atendem

toda a demanda regional e em curto prazo não há expectativa de um aumento significativo do consumo na agricultura.

## **6. AGRADECIMENTOS**

Agradeço as empresas que colaboraram, em especial a Samil e a RCA Máquinas Industriais, com os orçamentos e projetos. Aos Srs. Luiz Zampirolli, da Sulcamar, e Pedro Sergio de Souza, do MAPA, pelas informações essenciais ao projeto, Ao Núcleo Regional do Espírito Santo do Centro de Tecnologia Mineral, aos amigos pelo apoio e ao CNPq pela bolsa concedida.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

FERREIRA, Gilson Ezequiel; ANDRADE, José Guedes de. *Elaboração e Avaliação Econômica de Projetos de Mineração*. In: LUZ, Adão Benvindo da; SAMPAIO, João Alves; FRANÇA, Sílvia Cristina A. (Ed.). **Tratamento de Minérios**. 5. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2010. Cap. 20. p. 899-932..

RAYMUNDO, Valério. **USO DE RESÍDUOS DE SERRAGEM DE MÁRMORES DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO COMO CORRETIVO DA ACIDEZ DE SOLOS**. 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Produção Vegetal, Departamento de Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2008.

SILVA, José Otávio da. **PROJETO ESTAL: PERFIL DO CALCÁRIO AGRÍCOLA**. 2009. Disponível em:  
<[http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano\\_duo\\_decenal/a\\_mineracao\\_brasileira/P2\\_9\\_RT55\\_Perfil\\_do\\_Calcxrio\\_Agrxcola.pdf](http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P2_9_RT55_Perfil_do_Calcxrio_Agrxcola.pdf)>. Acesso em: 30 maio 2014.