

**CAPÍTULO**

---

---

**8**

---

# **ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE AGREGADOS**

Gilberto Dias Calaes  
Economista Mineral  
Diretor de ConDet Ltda.

Bernardo Piquet Carneiro Netto  
Engenheiro de Minas, Pós-Graduação em  
Engenharia Econômica, Especialista em Agregados.

Gilson Ezequiel Ferreira  
Economista Mineral  
Pesquisador do CETEM/MCT.

Luiz Marcelo Tavares  
Professor Associado do Programa de  
Engenharia Metalúrgica e de Materiais/COPPE/UFRJ.





## 1. INTRODUÇÃO

O planejamento e gestão de projetos e empreendimentos devem ser fundamentados em um consistente Plano de Negócios, o qual investiga, seleciona e define alternativas relacionadas ao objetivo do projeto, empreendimento ou negócio, aos meios a serem mobilizados, aos resultados a serem alcançados e à forma de avaliá-los, sistematicamente.

A parte conclusiva de um Plano de Negócios - onde já tenham sido avaliados os parâmetros relacionados ao recurso mineral (pesquisa mineral e seleção da jazida), mercado, tecnologia, recursos humanos, suprimentos, aspectos regulatórios e estimativa de custos e preços – consiste de uma análise técnico-econômica que integra todas as informações e conhecimentos adquiridos sobre o projeto ou empreendimento, permitindo determinar se o negócio atende aos interesses do investidor e qual é a sua atratividade comparativamente a outras oportunidades em consideração. Tal determinação é efetuada por meio de indicadores de decisão convenientemente calculados através de simulações econômico-financeiras, com o suporte da técnica do fluxo de caixa descontado.

Supondo-se um projeto/empreendimento de produção de agregados que já disponha de parâmetros convenientemente estimados, a análise econômica a seguir apresentada demonstra a estruturação do modelo de análise, considerando-se a variação de fatores críticos que são frequentemente condicionados por posturas de gestão territorial e ambiental, as quais, por sua vez, influenciam os custos de produção e a qualidade do produto e, conseqüentemente, a rentabilidade e a competitividade do negócio.

Focalizando cenários, modelos e alternativas associadas à *reciclagem* de ECD, *co-produto* (areia manufaturada), *escala de produção* e *número de turnos de trabalho* – os resultados de avaliações econômicas de modelos alternativos de produção de agregados para construção civil, apresentados no presente item, evidenciam a sensibilidade dos fatores considerados em processos de tomada de decisão. Evidenciam também a importância das técnicas de avaliação econômica e dos conceitos e instrumentos de planejamento e gestão, na análise de competitividade e de sustentabilidade, seja na definição de planos de investimento privado ou na formulação e implementação de políticas públicas.

A partir da análise técnico-econômica de modelos alternativos de produção de brita, apresentada em estudo realizado por Calaes, Gurgel e Piquet (2002), foi desenvolvido por Calaes (2005) um modelo de simulação mais amplo, aprofundado e atualizado, o qual aborda dois diferentes cenários:

**Cenário A:** não considera o reprocessamento de ECD e a produção de areia de brita.

**Cenário B:** considera o reprocessamento de ECD e a produção de areia de brita.

Com base no referido modelo de simulação, o presente capítulo apresenta uma nova versão dos estudos anteriores, incorporando:

- (i) uma atualização de valores de investimentos, custos operacionais e preços de agregados;
- (ii) novos aperfeiçoamentos na modelagem em Microsoft Excel<sup>®</sup>;
- (iii) uma melhor delimitação de restrições e possibilidades tecnológicas associadas à produção de areia de brita e processamento de ECD, tendo por referência os resultados de recentes projetos de P&D, assim como as experiências de empreendimentos precursores na utilização e aperfeiçoamento de correspondentes tecnologias;
- (iv) uma melhor explicitação do modelo técnico-operacional do empreendimento concebido e submetido à simulação e análise econômica.

## **2. CONDICIONAMENTOS TECNOLÓGICOS ASSOCIADOS A AREIA DE BRITA**

Experiências que resultam de empreendimentos precursores, tais como os das empresas CONVEM (Magé – RJ) e PEDRASUL (Juiz de Fora – MG), assim como recentes trabalhos realizados por centros de pesquisa (ex.: COPPE/UFRJ, CETEM e IPT) – evidenciam condicionamentos tecnológicos associados à produção de areia de brita e ao processamento de ECD, ressaltando restrições e possibilidades tecnológicas e econômicas que devem ser consideradas ao se avançar estudos e simulações tais como os apresentados no presente capítulo.

## 2.1. Produção de Areia de Brita

Na produção de areia de brita, destacam-se as questões associadas ao ajuste de faixas granulométricas, devido à presença de finos abaixo de 200 malhas oriundo da cominuição da rocha. Buscando assegurar que o volume de finos (fíler) não exceda ao limite de 12% especificado pela ABNT (ABNT, 2006), empresas vêm desenvolvendo soluções tecnológicas orientadas para a adoção de métodos de processamento a úmido.

Entretanto, tais rotas de processamento se afiguram inconvenientes, tendo em vista o consumo de água e a emissão e destinação de efluentes líquidos, em áreas de alta densidade populacional como são as áreas de mais intenso consumo de agregados. Por sua vez, no processo via-seca, a utilização de aereoseparadores – embora se afigure como boa solução técnica para atender à norma da ABNT que limita em 12% a presença de fíler (finos abaixo de 200 malhas), gerado na cominuição da rocha dura, para obtenção da areia de brita apresenta alto custo de investimento e operacional.

Mesmo com estas restrições tecnológicas e econômicas, a areia de brita tende a ser obtida predominantemente em processamento por via-seca atendendo o mercado de argamassas. Entretanto - nos casos em que a rocha submetida à cominuição ofereça um comportamento granulométrico com geração de fíler abaixo do mencionado limite de 12% - a areia dela resultante poderá ser destinada aos diferentes segmentos de aplicação na construção civil, com grandes vantagens em relação à areia quartzosa natural. Cumpre ressaltar que o mencionado comportamento granulométrico, no processo de cominuição, é encontrado em algumas formações gnáissicas e basálticas.

## 2.2. Processamento de ECD

No caso do processamento de ECD verifica-se que a solução tecnológica que vem sendo desenvolvida em centros universitários e de pesquisa brasileiros, envolve a separação dos diferentes componentes (agregados, aço, madeira, material cerâmico, plásticos, vidro, etc.) em circuito a úmido, evidenciando-se mais uma vez a inconveniência de se promover o uso intensivo de água, além do manuseio e emissão de efluentes líquidos, em regiões densamente povoadas. Mesmo que tal restrição não fosse evidenciada, cumpre ressaltar que os custos de tal processamento afiguram-se elevados.

Diante ao exposto, sobressai a constatação de que a viabilização do processamento de ECD e, portanto, da reciclagem de agregados, depende, essencialmente, de um processo educativo que assegure a separação dos resíduos de construção civil junto à correspondente fonte geradora, ou seja, como atividade inerente à própria construção civil. Evidencia-se, portanto, que a solução ideal não recai no desenvolvimento de circuitos de separação. Ao contrário, depende muito mais de um processo educativo que resulte na organização das operações de separação, na construção civil, assim como da estimulação das empresas produtoras de agregados a empreender a capitação e o processamento de ECD.

Além desta perspectiva sujeita aos mencionados aspectos educacionais e organizacionais, o ECD processado via seca tem a sua aplicação restrita ao emprego como bases e sub-bases de rodovias marginais e certamente, em futuro próximo, como cobertura intercalada de aterro sanitário cuja existência e boa gestão é compromisso que recai sobre todas administrações municipais.

### 3. PREMISSAS BÁSICAS

A simulação empreendida encontra-se fundamentada nas seguintes premissas:

#### 3.1. Concepção Técnico-Operacional

**Modelo I:** capacidade de 75 t/h; lavra em paredão; perfuração primária e secundária com marteletes manuais; carga com pás mecânicas de pequeno porte; transporte interno com caminhões convencionais e beneficiamento a seco com britadores de mandíbulas/cônicos e peneiras vibratórias.

**Modelo II:** capacidade de 150 t/h; lavra em bancadas; perfuratriz de carreta no desmonte primário; rompedor hidráulico no desmonte secundário; carga com pás mecânicas de porte médio, transporte interno com caminhões fora de estrada e beneficiamento a seco com britadores de mandíbulas/cônicos e peneiras vibratórias.

**Modelo III:** capacidade 450 t/h; lavra em bancadas; perfuratriz de carreta no desmonte primário; rompedor hidráulico no desmonte secundário; carga com escavadeira com retro ou *shovel* de porte médio; transporte interno com caminhões fora de estrada e beneficiamento a seco com britadores de mandíbulas/cônicos e peneiras vibratórias.

A Figura 1 Sintetiza a concepção dos três modelos de produção considerados.

|                     | Modelo I                        | Modelo II                       | Modelo III  |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|
| Capacidade (t/h)    | 75                              | 150                             | 450   |
| Lavra               | Paredão                         | Bancadas                        | Bancadas  |
| Perfuração          | Marteletes manuais              | Perfuratriz de carreta          | Perfuratriz de carreta                                |
| Desmonte secundário | Explosivo                       | Rompeador hidráulico            | Rompeador hidráulico                                  |
| Carregamento        | Pás mecânicas de pequeno porte  | Pás mecânicas de pequeno porte  | Escavadeira com retro ou <i>shovel</i> de porte médio |
| Transporte interno  | Caminhões convencionais         | Caminhões fora de estrada       | Caminhões fora de estrada                             |
| Beneficiamento      | A seco                          | A seco                          | A seco  |
| Britagem            | Britadores de mandíbula/cônicos | Britadores de mandíbula/cônicos | Britadores de mandíbula/cônicos                       |
| Classificação       | Peneiras vibratórias            | Peneiras vibratórias            | Peneiras vibratórias                                  |

Figura 1 – Caracterização dos modelos de produção.

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

Apesar de alheio aos atuais conceitos da engenharia de minas e aos preceitos do ordenamento territorial e do desenvolvimento sustentável - que presidem o aproveitamento de depósitos minerais – o Modelo I (ainda relativamente frequente em boa parte dos empreendimentos de agregados existentes no Brasil) é aqui considerado com a finalidade de evidenciar a sua respectiva perda de eficiência e de produtividade, comparativamente a modelos melhor sintonizados com os atuais paradigmas de competitividade e sustentabilidade.

Buscando explicitar o modelo técnico-operacional tomado como referência e submetido à simulação e análise econômica no presente Capítulo, cumpre ressaltar, em essência, que - com a utilização da boa técnica da engenharia de



minas - os Modelos II e III envolvem concepções mais avançadas, cabendo destacar os seguintes fatores de diferenciação de eficiência e produtividade, propostos por Piquet Carneiro e Tavares (2006a e 2006b):

Contexto geral:

- (i) elevada produtividade da mão-de-obra e dos equipamentos e consumo mínimo de energia por tonelada de agregado produzido;
- (ii) margem operacional otimizada, de uma forma constante ano a ano, por toda a vida do empreendimento.

Projeto de lavra: com custos reduzidos de investimento, além de custos operacionais minimizados e constantes ao longo de toda a vida útil da jazida.

Carga e transporte: Escavadeira hidráulica, operando sobre a pilha de minério no carregamento de caminhões “fora de estrada”.

Deslocamento da usina de beneficiamento: ao final das reservas de cada bloco de lavra, visando perseguir o mais baixo custo de transporte interno.

Projeto da usina de beneficiamento:

- (i) concepção e flexibilidade operacional orientadas para a geração do maior número de produtos, sem a formação de estoques excessivos e permitindo a rebitagem de todos os excedentes de produção dentro do próprio processo;
- (ii) operação em todos estágios de rebitagem em circuito fechado, a fim de garantir a bitolagem do maior número de produtos e a obtenção de características ótimas de forma;
- (iii) utilização de pilhas de estocagem na alimentação de todos estágios de rebitagem, de forma a evitar que a capacidade de processamento do circuito seja reduzida devido a sobrecargas de caráter eventual ou sistemático de algum dos estágios de britagem;
- (iv) dimensionamento de britadores de maneira a garantir a sua operação com câmara cheia (afogado) e com a potência adequada ao material a ser britado.

- (v) maximização da produtividade e minimização do custo de investimento com a operação da usina em três turnos diários;
- (vi) seleção do tipo de britador mais adequado;
- (vii) racionalização máxima do arranjo físico dos equipamentos, de tal forma a minimizar o comprimento total de transportadores de correia e maximizando a produtividade.

### 3.2. Outras Premissas Adotadas

**Vida Útil:** adotou-se vinte anos como período de vida útil dos empreendimentos.

**Pesquisa Mineral:** os dimensionamentos estimados consideram a necessidade de se conhecer em profundidade o volume de material necessário à programação de lavra ao longo da vida útil de cada modelo produtivo.

**Período de Inversões:** nas situações consideradas, estima-se o prazo de dois anos para a instalação da unidade de produção, incluída a realização da pesquisa mineral.

**Regime de Operação:** considera-se a operação em regime de 22 dias/mês (264 dias/ano).

- **Alternativa A:** 1 turno de 8 h  $\Rightarrow$  176 h/mes  $\Rightarrow$  2.112 h/ano.

- **Alternativa B:** 2 turnos de 8 h  $\Rightarrow$  352 h/mes  $\Rightarrow$  4.224 h/ano.

- **Alternativa C:** 3 turnos (2 de 8 h e 1 de 6 h)  $\Rightarrow$  484 h/mes  $\Rightarrow$  5.808 h/ano.

**Progressão de Produção:** considerou-se a seguinte progressão comum aos três modelos produtivos:

- **Ano 1:** Ocupação de 50% da capacidade nominal.

- **Ano 2:** Ocupação de 80% da capacidade nominal.

- **Ano 3:** Operação em regime de plena ocupação da capacidade nominal.

**Composição da Produção:** *Pó:* 30%; *Brita 0:* 20%; e *Brita 1:* 50%.

**Preços de Venda:** preços médios FOB com impostos:

- **Pó:** R\$ 15,00/t.

- **Brita 0:** R\$ 20,00/t.

- **Brita 1:** R\$ 20,00/t.

**Base de Preços:** janeiro de 2008.

**Cenários Alternativos:** Tanto o Cenário A quanto o Cenário B adotam as mesmas premissas básicas retro-assinaladas. Essencialmente tais cenários assim se diferenciam:

**Cenário A:** Considera tão somente a produção de agregados convencionais, em qualquer das combinações Modelo produtivo/alternativa de regime de trabalho.

**Cenário B:** Mantidas as capacidades instaladas referentes a cada combinação Modelo/Alternativa, no Cenário B é considerada a inserção das seguintes alterações em processos produtivos: **i)** implantação de um conjunto de rebitagem e peneiramento em circuito fechado (para produção de areia de brita); e **ii)** implantação de uma linha paralela com britador de impacto de eixo horizontal (para processamento de ECD, incorporando-o ao sistema de classificação existente.

Em conformidade com as condicionantes assinaladas no item 1, cumpre ressaltar que as simulações associadas ao Cenário B assumem que as operações de produção de areia de brita e de processamento de ECD sejam realizadas a seco e que os correspondentes produtos sejam destinados a aplicações outras que não edificações estruturadas. Portanto, as simulações realizadas consideram que os produtos areia de brita e agregado reciclado a partir de ECD se destinem, exclusivamente, aos mercados de argamassas, base e sub-base de pavimentação e aterro sanitário.

**Taxa de Desconto:** Admitiu-se, para o cálculo do valor presente, que os empreendimentos em análise sejam estruturados com 100% de capital próprio a um custo de capital de 12,5% a.a.

Diante às premissas consideradas, as simulações desenvolvidas compreendem diferentes situações que resultam da combinação de Cenários, Modelos Produtivos e Alternativas de regime de trabalho, conforme evidenciado na Figura 2.

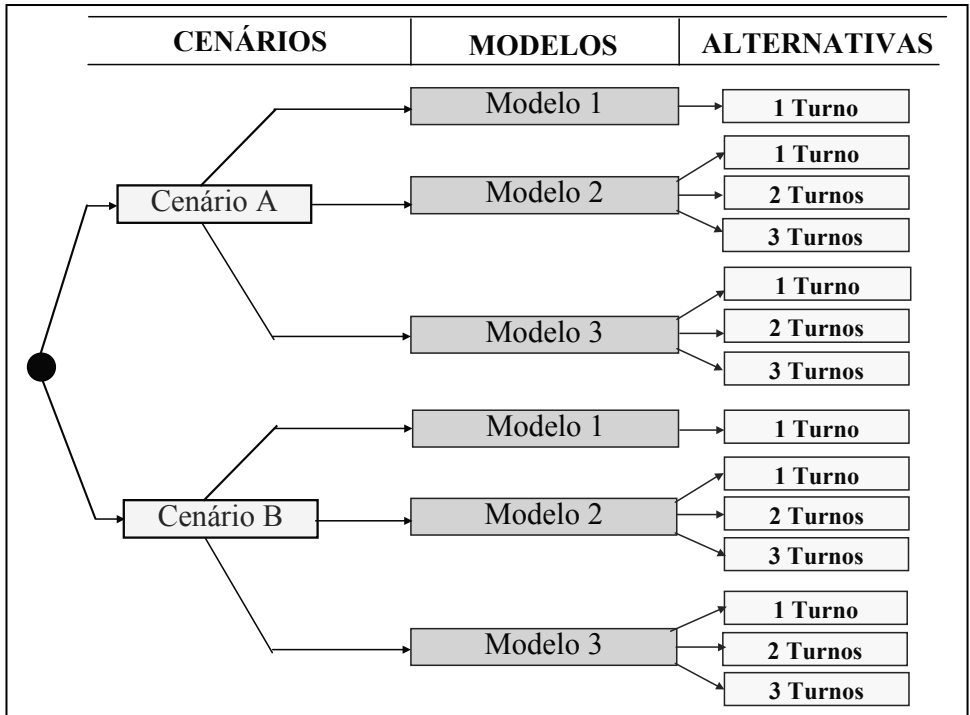


Figura 2 – Árvore de cenários/ modelos/ alternativas.

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

Portanto, resumidamente, o estudo de simulação econômica, a seguir apresentado, analisa diferentes condicionamentos associados aos seguintes modelos de produção:

**Modelo I:** 75 t/hora

**Modelo II:** 150 t/hora

**Modelo III:** 450 t/hora

O Modelo I corresponde a um padrão de operação em turno único, baixa tecnologia e altos custos. Os Modelos II e III incorporam padrões tecnológicos mais avançados, baseados em técnicas de lavra por bancadas. A ambos foram aplicadas alternativas de regime de trabalho, para explicitar as vantagens econômicas de unidades produtoras de agregados, de alta produtividade, com fundamento em elevada escala de produção e moderna concepção tecnológica:

**Alternativa A:** Operação em 1 turno de 8 horas.

**Alternativa B:** Operação em 2 turnos de 8 horas.

**Alternativa C:** Operação em 3 turnos, sendo 2 de 8 horas e 1 de 6 horas.

Embora a simulação apresentada utilize dados operacionais e econômicos calcados na realidade vigente, os resultados obtidos não são representativos da rentabilidade real de empreendimentos existentes que utilizem técnicas similares às aqui descritas.

#### 4. PROGRAMA DE PRODUÇÃO E VENDAS

Segundo os Cenários, Modelos e Alternativas estabelecidos, o programa de produção e vendas encontra-se caracterizado a seguir:

##### 4.1. Cenário A

As receitas brutas de vendas para os Modelos de produção considerados foram estimadas com base na adoção de um preço médio em base FOB, com impostos. Em termos do Cenário A, o Quadro 1 apresenta as estimativas de receita anual de vendas para cada um dos Modelos de produção e Alternativas consideradas.

Quadro 1 – Demonstrativo da composição da receita de vendas – Cenário A.

| Produtos      | Preço<br>de Venda<br>R\$/t | Modelo I            |                    | Modelo II           |                    | Modelo III          |                    |
|---------------|----------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
|               |                            | Produção<br>mil t/a | Receita<br>R\$ mil | Produção<br>mil t/a | Receita<br>R\$ mil | Produção<br>mil t/a | Receita<br>R\$ mil |
| Pó            | 15,00                      | 47,5                | 713                | 95,0                | 1.425              | 285,0               | 4.275              |
| Brita 0       | 20,00                      | 31,7                | 634                | 63,4                | 1.268              | 190,1               | 3.804              |
| Brita 1       | 20,00                      | 79,2                | 1.584              | 158,4               | 3.168              | 475,2               | 9.504              |
| Alternativa A | 18,50                      | 158,4               | 2.931              | 316,8               | 5.861              | 950,4               | 17.583             |
| Alternativa B | 18,50                      | -                   | -                  | 633,6               | 11.722             | 1.900,8             | 35.166             |
| Alternativa C | 18,50                      | -                   | -                  | 871,2               | 16.118             | 2.613,6             | 48.353             |

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

## 4.2. Cenário B

Passando ao Cenário B, o Quadro 2 apresenta as estimativas de receita anual de vendas para cada um dos Modelos e Alternativas considerados.

Quadro 2 – Demonstrativo da composição da receita de vendas – Cenário B.

| Produtos              | Preço de Venda<br>R\$/t | Modelo I            |                    | Modelo II           |                    | Modelo III          |                    |
|-----------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
|                       |                         | Produção<br>mil t/a | Receita<br>R\$ mil | Produção<br>mil t/a | Receita<br>R\$ mil | Produção<br>mil t/a | Receita<br>R\$ mil |
| Agregado Convencional | 18,50                   | 110,9               | 2.052              | 221,8               | 4.103              | 665,3               | 12.308             |
| Pó                    | 15,00                   | 33,3                | 500                | 66,5                | 998                | 199,6               | 2.994              |
| Brita 0               | 20,00                   | 22,2                | 444                | 44,4                | 888                | 133,1               | 2.662              |
| Brita 1               | 20,00                   | 55,4                | 1.108              | 110,9               | 2.218              | 332,6               | 6.652              |
| Brita de Entulho      | 14,00                   | 11,1                | 155                | 22,2                | 311                | 66,5                | 932                |
| Areia de brita        | 20,00                   | 31,7                | 634                | 63,4                | 1.268              | 190,1               | 3.802              |
| Alternativa A         | 17,39                   | 153,7               | 2.841              | 307,4               | 5.682              | 921,9               | 17.042             |
| Alternativa B         | 17,39                   | -                   | -                  | 614,8               | 11.364             | 1.843,8             | 34.084             |
| Alternativa C         | 17,39                   | -                   | -                  | 845,4               | 15.626             | 2.535,2             | 46.866             |

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

## 5. INVESTIMENTOS

Para o Cenário A, os investimentos necessários à implantação dos Modelos de produção concebidos, encontram-se resumidos no Quadro 3.

Quadro 3 – Investimentos nos modelos simulados – Cenário A.

R\$ mil

| Investimentos             | Modelo I | Modelo II |        |        | Modelo III |        |        |
|---------------------------|----------|-----------|--------|--------|------------|--------|--------|
|                           | Alt. A   | Alt. A    | Alt. B | Alt. C | Alt. A     | Alt. B | Alt. C |
| 1. Inversões Fixas        | 6.441    | 14.592    | 14.592 | 14.592 | 23.379     | 23.379 | 23.379 |
| Aquisição de Terrenos     | 750      | 2.000     | 2.000  | 2.000  | 5.000      | 5.000  | 5.000  |
| Obras Cíveis              | 329      | 520       | 520    | 520    | 686        | 686    | 686    |
| Equipamentos              | 4.412    | 9.950     | 9.950  | 9.950  | 14.590     | 14.590 | 14.590 |
| Instalação e Montagem     | 353      | 796       | 796    | 796    | 1.167      | 1.167  | 1.167  |
| Fretes e Seguros          | 88       | 199       | 199    | 199    | 292        | 292    | 292    |
| Eventuais                 | 509      | 1.127     | 1.127  | 1.127  | 1.644      | 1.644  | 1.644  |
| 2. Despesa Pré-Operacion. | 544      | 1.222     | 1.222  | 1.222  | 1.972      | 1.972  | 1.972  |
| Pesquisas Minerais        | 61       | 127       | 127    | 127    | 219        | 219    | 219    |
| Estudos e Projetos        | 161      | 365       | 365    | 365    | 584        | 584    | 584    |
| Gerência de Implantação   | 322      | 730       | 730    | 730    | 1.169      | 1.169  | 1.169  |
| 3. Capital de Giro        | 239      | 488       | 807    | 1.049  | 1.149      | 2.043  | 2.713  |
| 4. Compensação Ambiental  | 110      | 248       | 253    | 257    | 404        | 417    | 427    |
| TOTAL                     | 7.334    | 16.550    | 16.874 | 17.120 | 26.904     | 27.811 | 28.491 |

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

Considerando as inversões adicionais para a produção de areia de brita e para o reprocessamento de entulho (ECD), o Quadro 4 apresenta o sumário dos investimentos no Cenário B.

Quadro 4 – Investimentos nos modelos simulados – Cenário B.

R\$ mil

| Investimentos                 | Modelo I | Modelo II |        |        | Modelo III |        |        |
|-------------------------------|----------|-----------|--------|--------|------------|--------|--------|
|                               | Alt. A   | Alt. A    | Alt. B | Alt. C | Alt. A     | Alt. B | Alt. C |
| 1. Unidade Convencional       | 7.224    | 16.302    | 16.621 | 16.863 | 26.500     | 27.394 | 28.064 |
| Inversões Fixas               | 6.441    | 14.592    | 14.592 | 14.592 | 23.379     | 23.379 | 23.379 |
| Despesas pré-operacionais     | 544      | 1.222     | 1.222  | 1.222  | 1.972      | 1.972  | 1.972  |
| Capital de Giro               | 239      | 488       | 807    | 1.049  | 1.149      | 2.043  | 2.713  |
| 2. Unid. Reproces. de Entulho | 110      | 110       | 110    | 110    | 110        | 110    | 110    |
| Fixas adicionais              | 100      | 100       | 100    | 100    | 100        | 100    | 100    |
| Pré-operacionais adicionais   | 10       | 10        | 10     | 10     | 10         | 10     | 10     |
| 3. Unid. Areia Maufaturada    | 797      | 930       | 930    | 930    | 1.196      | 1.196  | 1.196  |
| Fixas adicionais              | 725      | 846       | 846    | 846    | 1.087      | 1.087  | 1.087  |
| Pré-operacionais adicionais   | 72       | 85        | 85     | 85     | 109        | 109    | 109    |
| 4. Compensação Ambiental      | 124      | 264       | 269    | 273    | 423        | 437    | 447    |
| TOTAL                         | 8.225    | 17.606    | 17.930 | 18.176 | 28.229     | 29.137 | 29.817 |

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

O detalhamento das estimativas de investimentos é apresentado em continuação.

## 5.1. Inversões Fixas

### 5.1.1 - Aquisição de Terrenos

Sendo consideradas as necessidades de área para cada Modelo de produção, bem como os preços médios de terrenos em regiões metropolitanas - os valores das inversões em aquisição de terrenos encontram-se a seguir apresentados:

| Modelos de Produção | Área Requerida (mil m <sup>2</sup> ) | Valor do Terreno (R\$ mil) |
|---------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| Modelo I            | 150                                  | 750                        |
| Modelo II           | 400                                  | 2.000                      |
| Modelo III          | 1.000                                | 5.000                      |

### 5.1.2 - Obras Civas

As inversões em obras civis compreendem a terraplenagem da área necessária às instalações de produção e de serviços de apoio, bem como a construção de estradas de acesso e vias de transporte interno e ainda as edificações requeridas. O Quadro 5 apresenta a síntese dos investimentos com obras civis.

Quadro 5 – Investimentos em obras civis

| Discriminação       | R\$ mil  |           |            |
|---------------------|----------|-----------|------------|
|                     | Modelo I | Modelo II | Modelo III |
| Terraplenagem       | 10       | 20        | 36         |
| Estradas de Acesso  | 14       | 80        | 150        |
| Edificações         | 305      | 420       | 500        |
| - Lavra             | 10       | 15        | 20         |
| - Beneficiamento    | 195      | 225       | 300        |
| - Expedição         | 20       | 20        | 20         |
| - Serviços de Apoio | 80       | 160       | 160        |
| TOTAL               | 329      | 520       | 686        |

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.



**a) Terraplenagem:** Para cada um dos três módulos, estimou-se a necessidade de terraplanagem e seus valores ao custo unitário de R\$ 2,00/m<sup>3</sup>, conforme segue:

| Modelos de Produção | Volume a Remover (mil m <sup>3</sup> ) | Valor (R\$ mil) |
|---------------------|--|-----------------|
| Modelo I            | 5                                      | 10              |
| Modelo II           | 10                                     | 20              |
| Modelo III          | 18                                     | 36              |

**b) Estradas de Acesso:** As estradas de acesso internas e externas encontram-se orçadas em R\$ 14 mil para o Modelo I, R\$ 80 mil para o Modelo II e R\$ 150 mil para o Modelo III.

**c) Edificações:** O Quadro 6 a seguir apresentado, demonstra a composição dos investimentos com a realização das diferentes edificações, necessárias à implantação de cada um dos três modelos de produção.

Quadro 6 – Composição de investimentos com as edificações.

R\$ mil

| Edificações   | Modelo I     | Modelo II    | Modelo III   |
|---|--------------|--------------|--------------|
| Lavra   | 10,0         | 15,0         | 20,0         |
| Paióis  | 5,0          | 7,5          | 10,0         |
| Casa de compressores  | 5,0          | 7,5          | 10,0         |
| Beneficiamento (Concreto Armado a R\$ 150,00/m <sup>3</sup> )             | 195,0        | 225,0        | 300,0        |
| Expedição (Portaria)  | 20,0         | 20,0         | 20,0         |
| Serv. de Apoio (Escrit., Almozar. e Oficina a R\$ 400,00/m <sup>2</sup> ) | 80,0         | 160,0        | 160,0        |
| <b>TOTAL</b>  | <b>305,0</b> | <b>420,0</b> | <b>500,0</b> |

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

### 5.1.3 - Máquinas e Equipamentos

O Quadro 7 apresenta a síntese dos investimentos com a aquisição de máquinas e equipamentos.

Quadro 7 – Investimentos em máquinas e equipamentos.

R\$ mil

| Discriminação     | Modelo I     | Modelo II    | Modelo III    |
|-------------------|--------------|--------------|---------------|
| Lavra             | 862          | 3.520        | 4.840         |
| Beneficiamento    | 3.000        | 4.800        | 7.520         |
| Expedição         | 400          | 1.300        | 1.900         |
| Serviços de Apoio | 150          | 330          | 330           |
| <b>TOTAL</b>      | <b>4.412</b> | <b>9.950</b> | <b>14.590</b> |

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

O Quadro 8, a seguir apresentado, demonstra a composição dos investimentos previstos, em máquinas e equipamentos, segundo os Modelos I, II e III.

Quadro 8 – Composição dos investimentos em máquinas e equipamentos.

|  | Modelo I |              | Modelo II |              | Modelo III |              |
|--|----------|--------------|-----------|--------------|------------|--------------|
|  | Quant.   | R\$ mil      | Quant.    | R\$ mil      | Quant.     | R\$ mil      |
| <b>1- Lavra</b>                        |          | <b>862</b>   |           | <b>3.520</b> |            | <b>4.840</b> |
| Compressor estacionário                | 1        | 150          | 2         | 300          | 3          | 450          |
| Martelete manual                       | 6        | 12           | -         | -            | -          | -            |
| Perfuratriz de carreta                 | -        | -            | 1         | 120          | 2          | 240          |
| Rompedor hidráulico                    | -        | -            | 1         | 1.000        | 1          | 1.000        |
| Pá carregadeira de pequeno porte       | 1        | 400          | -         | -            | -          | -            |
| Pá carregadeira de médio porte         | -        | -            | 2         | 1.200        | 1          | 600          |
| Escavadeira hidráulica                 | -        | -            | -         | -            | 1          | 1.200        |
| Caminhão basculante convencional       | 2        | 300          | -         | -            | -          | -            |
| Caminhão “fora-de-estrada”             | -        | -            | 2         | 640          | 3          | 1.350        |
| <b>2- Beneficiamento</b>               |          | <b>3.000</b> |           | <b>4.800</b> |            | <b>7.520</b> |
| Britadores de mandíbulas               | 2        | 800          | 1         | 800          | 1          | 1.200        |
| Rebritadores cônicos                   | 1        | 550          | 3         | 1.600        | 4          | 2.800        |
| Peneiras vibratórias                   | 3        | 690          | 4         | 1.120        | 4          | 1.520        |
| Transportadores de correia (20 m cada) | 12       | 960          | 16        | 1.280        | 25         | 2.000        |
| <b>3- Expedição</b>                    |          | <b>400</b>   |           | <b>1.300</b> |            | <b>1.900</b> |
| Pá carregadeira de pequeno porte       | 1        | 400          | -         | -            | -          | -            |
| Pá carregadeira de médio porte         | -        | -            | 1         | 600          | 2          | 1.200        |
| Balança rodoviária de 60t              | -        | -            | 1         | 700          | 1          | 700          |
| <b>4 - Serviços de Apoio</b>           |          | <b>150</b>   |           | <b>330</b>   |            | <b>330</b>   |
| Caminhão pipa                          | 1        | 150          | 1         | 150          | 1          | 150          |
| Patrol                                 | -        | -            | 1         | 150          | 1          | 150          |
| Veículo leve                           | -        | -            | 1         | 30           | 1          | 30           |

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

#### 5.1.4 - Instalações e Montagens

As inversões relacionadas às atividades de instalação e montagem foram estimadas com aplicação do percentual de 8% sobre o total dos dispêndios em máquinas e equipamentos.

| Modelos de Produção | Instalações e Montagens (R\$ mil) |
|---------------------|-----------------------------------|
| Modelo I            | 353                               |
| Modelo II           | 796                               |
| Modelo III          | 1.167                             |

#### 5.1.5 - Fretes e Seguros

Dispêndios orçados com a aplicação do percentual de 2% sobre o valor das inversões em máquinas e equipamentos.

| Modelos de Produção | Fretes e Seguros (R\$ mil) |
|---------------------|----------------------------|
| Modelo I            | 88                         |
| Modelo II           | 199                        |
| Modelo III          | 292                        |

#### 5.1.6 – Eventuais

Para fazer face às despesas diversas adicionais, é estimado o valor correspondente a 10% das inversões principais (obras civis, máquinas e equipamentos e instalações e montagens). Tem-se, portanto:

| Modelos de Produção | Inversões Principais (R\$ mil) | Eventuais (R\$ mil) |
|---------------------|--------------------------------|---------------------|
| Modelo I            | 5.094                          | 509                 |
| Modelo II           | 11.266                         | 1.127               |
| Modelo III          | 16.443                         | 1.644               |

### 5.1.7. Inversões Fixas Adicionais no Cenário B

Nas condições de Cenário B, os empreendimentos considerados (combinações de Modelos de produção/Alternativas de número de turnos de operação) exigirão os seguintes investimentos adicionais:

**Unidade de produção de Areia de Brita:** Implantação de um conjunto de rebitagem e peneiramento em circuito fechado.

**Unidade de processamento de ECD:** implantação de uma linha paralela com britador de impacto de eixo horizontal (para processamento de ECD), incorporando-o ao sistema de classificação existente.

## 5.2. Despesas Pré-Operacionais

Compreendendo os dispêndios necessários à realização de pesquisas minerais, estudos e projetos de engenharia e gerência de implantação, as estimativas de inversões em gastos pré-operacionais, comuns às três alternativas, encontram-se sumarizadas no Quadro 9.

Quadro 9 – Despesas pré-operacionais – Cenário A.

| Discriminação                      | R\$ mil    |              |              |
|------------------------------------|------------|--------------|--------------|
|                                    | Modelo I   | Modelo II    | Modelo III   |
| <b>1 – Pesquisas Minerais</b>      | <b>61</b>  | <b>127</b>   | <b>219</b>   |
| Topografia                         | 5          | 12           | 30           |
| Sondagens                          | 6          | 15           | 39           |
| Capeamento                         | 1          | 3            | 8            |
| Rocha                              | 5          | 12           | 31           |
| Análises/Ensaio de Beneficiamento  | 50         | 100          | 150          |
| <b>2 - Estudos e Projetos</b>      | <b>161</b> | <b>365</b>   | <b>584</b>   |
| <b>3 – Gerência de Implantação</b> | <b>322</b> | <b>730</b>   | <b>1.169</b> |
| <b>TOTAL</b>                       | <b>544</b> | <b>1.222</b> | <b>1.972</b> |

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

## 5.2.1. Pesquisas Minerais

**a) - Topografia:** Levantamento em escala de 1:1.000 com altimetria, ao custo de R\$ 30,00/1.000 m<sup>2</sup>:

| Modelos de Produção | Área<br>1.000 m <sup>2</sup> | Custo<br>R\$ Mil |
|---------------------|------------------------------|------------------|
| Modelo I            | 150                          | 4,5              |
| Modelo II           | 400                          | 12               |
| Modelo III          | 1.000                        | 30               |

**b) - Sondagens:**

**b.1) - Perfuração de Capeamento (com trado manual):** Furos com profundidade média de 2 m, em malha de 50 m x 50 m, ao custo unitário de R\$ 10,00/m.

**b.2) - Perfuração de Rocha (com perfuratriz de carreta pneumática):** Furos com profundidade média de 20 m, em malha de 100 m x 100 m, ao custo unitário de R\$ 15,00/m.

| Modelos de Produção | Metragem de Sondagem |       | Custo (R\$ mil) |       |       |
|---------------------|----------------------|-------|-----------------|-------|-------|
|                     | Capeamento           | Rocha | Capeamento      | Rocha | Total |
| Modelo I            | 120                  | 300   | 1,2             | 4,6   | 5,8   |
| Modelo II           | 320                  | 800   | 3,2             | 12,3  | 15,5  |
| Modelo III          | 800                  | 2.000 | 8,0             | 30,8  | 38,8  |

**c) - Análises e Ensaios:** visando de fornecer subsídios para a previsão do balanço de massas do circuito projetado, bem como avaliar a qualidade dos produtos a serem gerados, considera-se a realização das seguintes análises/ensaios (Piquet Carneiro, 2006b):

Análises mineralógicas.

Abrasão “Los Angeles”.

Ensaios de fragmentação de partículas individuais e britabilidade.

Índice de trabalho de impacto.

Índice de abrasividade de Bond.

Densidade “in situ”.

Considera-se o custo da ordem de R\$ 5.000,00 para realização destes ensaios (por amostra), bem como o número de 10 amostras no Modelo I, 20 no Modelo II e 30 no Modelo III:

| Modelos de Produção | Análises e Ensaios (R\$ mil) |
|---------------------|------------------------------|
| Modelo I            | 50                           |
| Modelo II           | 100                          |
| Modelo III          | 150                          |

### 5.2.2. Estudos e Projetos

Dispêndios estimados em 2,5% das inversões fixas:

| Modelos de Produção | Inversões Fixas (R\$ mil) | Estudos e Projetos (R\$ mil) |
|---------------------|---------------------------|------------------------------|
| Modelo I            | 6.441                     | 161                          |
| Modelo II           | 14.592                    | 365                          |
| Modelo III          | 23.379                    | 584                          |

### 5.2.3. Gerência de Implantação

Dispêndios estimados em 5% das inversões fixas:

| Modelos de Produção | Gerência de Implantação (R\$ mil) |
|---------------------|-----------------------------------|
| Modelo I            | 322                               |
| Modelo II           | 730                               |
| Modelo III          | 1.169                             |

### 5.2.4. Despesas Pré-Operacionais Adicionais no Cenário B

Para o Cenário B, as despesas pré-operacionais complementares, relacionadas à implantação da unidade de produção de areia de brita e de processamento de ECD, foram orçadas com base na aplicação do percentual de 10% sobre as correspondentes inversões fixas adicionais.

### 5.3. Capital de Giro

O demonstrativo da composição do capital de giro próprio para os três módulos de produção é apresentado no Quadro 10 a seguir:

Quadro 10 – Composição dos investimentos em capital de giro – Cenário A.

R\$ mil

| Discriminação                           | Modelo I   | Modelo II    |              |              | Modelo III   |              |              |
|---|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|   | Alt. A     | Alt. A       | Alt. B       | Alt. C       | Alt. A       | Alt. B       | Alt. C       |
| <b>Necessidades ou Ativo Circulante</b> | <b>548</b> | <b>1.087</b> | <b>1.910</b> | <b>2.529</b> | <b>2.754</b> | <b>5.133</b> | <b>6.916</b> |
| Caixa Mínimo                            | 64         | 113          | 162          | 200          | 212          | 342          | 440          |
| Contas a Receber                        | 333        | 666          | 1.332        | 1.831        | 1.998        | 3.996        | 5.494        |
| Estoques                                | 151        | 308          | 416          | 498          | 544          | 795          | 982          |
| Materiais de Consumo                    | 22         | 37           | 74           | 102          | 104          | 208          | 286          |
| Produtos em Elaboração                  | 7          | 12           | 24           | 33           | 36           | 71           | 97           |
| Produtos Finais                         | 34         | 60           | 119          | 164          | 112          | 224          | 307          |
| Peças e Materiais de Reposição          | 88         | 199          | 199          | 199          | 292          | 292          | 292          |
| <b>Recursos ou Passivo Circulante</b>   | <b>309</b> | <b>599</b>   | <b>1.103</b> | <b>1.480</b> | <b>1.605</b> | <b>3.090</b> | <b>4.203</b> |
| Contas a Pagar                          | 95         | 170          | 244          | 299          | 317          | 514          | 661          |
| Impostos a Pagar                        | 48         | 96           | 193          | 265          | 289          | 578          | 795          |
| Desconto de Duplicatas                  | 166        | 333          | 666          | 916          | 999          | 1.998        | 2.747        |
| <b>Capital de Giro Próprio</b>          | <b>239</b> | <b>488</b>   | <b>807</b>   | <b>1.049</b> | <b>1.149</b> | <b>2.043</b> | <b>2.713</b> |

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

Apresenta-se, a seguir, o memorial descritivo das estimativas do capital de giro.

#### 5.3.1. Necessidades ou Ativo Circulante

**a) Caixa Mínimo:** Considerou-se o valor necessário para custear 10 dias de produção.

R\$ mil

| Modelos    | Alternativa A            |                           | Alternativa B            |                           | Alternativa C |              |
|------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------|--------------|
|            | Custo anual <sup>1</sup> | Caixa mínimo <sup>2</sup> | Custo anual <sup>1</sup> | Caixa mínimo <sup>2</sup> | Custo anual*  | Caixa mínimo |
| Modelo I   | 1.680                    | 64                        | -                        | -                         | -             | -            |
| Modelo II  | 2.983                    | 113                       | 4.288                    | 162                       | 5.267         | 200          |
| Modelo III | 5.586                    | 212                       | 9.039                    | 342                       | 11.629        | 440          |

Obs.: (2) = [(1) / 264 dias/ano] x 10 dias.

**b) Contas a Receber:** Considerou-se a seguinte política de vendas: i) 50% à vista; ii) 50% com 60 dias de prazo, sendo descontadas 50% das duplicatas com antecipação do prazo total de faturamento.

**CR = (RB x 0,5 x 60) / DP**, onde:

CR = Contas a Receber.

RB = Receita Operacional Bruta Anual.

DP = Dias de produção no Ano.

| Modelos    | Alternativa A              |                               | Alternativa B              |                               | Alternativa C              |                               |
|------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
|            | Receita anual <sup>1</sup> | Contas a receber <sup>2</sup> | Receita anual <sup>1</sup> | Contas a receber <sup>2</sup> | Receita anual <sup>1</sup> | Contas a receber <sup>2</sup> |
| Modelo I   | 2.930                      | 333                           | -                          | -                             | -                          | -                             |
| Modelo II  | 5.860                      | 666                           | 11.721                     | 1.332                         | 16.116                     | 1.831                         |
| Modelo III | 17.581                     | 1.998                         | 35.163                     | 3.996                         | 48.349                     | 5.494                         |

Obs.: (2) = [(1) x 0,5 x 60 dias] / 264 dias/ano.

### c) Estoques:

**c.1) - Materiais de Consumo:** Foi considerado o estoque em quantidades necessárias ao atendimento de 15 dias de produção dos itens de consumo, compreendendo materiais de perfuração, detonação, telas, combustíveis e lubrificantes, além de pneus (1 conjunto para caminhão e outro para pás carregadeiras) e material rodante (1 conjunto). O custo padrão adotado para a totalidade destes itens corresponde a 48% do custo direto de produção do Modelo I, 50%, do Modelo II e 53%, do Modelo III.



R\$ mil

| Modelos    | Alternativa A                    |                                      | Alternativa B                    |                                      | Alternativa C                    |                                      |
|------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
|            | Custo <sup>1</sup><br>direto/ano | Materiais <sup>2</sup> de<br>consumo | Custo <sup>1</sup><br>direto/ano | Materiais <sup>2</sup> de<br>consumo | Custo <sup>1</sup><br>direto/ano | Materiais <sup>2</sup> de<br>consumo |
| Modelo I   | 808                              | 22                                   | -                                | -                                    | -                                | -                                    |
| Modelo II  | 1.305                            | 37                                   | 2.610                            | 74                                   | 3.589                            | 102                                  |
| Modelo III | 3.453                            | 104                                  | 6.906                            | 208                                  | 9.496                            | 286                                  |

Obs.: (2) = [(1) x PCDP x 15] / 264 dias/ano, onde PCDP = percentual do custo direto de produção.

**c.2) Produtos em Elaboração:** Considera-se a manutenção de dois estoques intermediários, sendo um de alimentação do britador primário (20% da produção mensal) e o outro, o pulmão intermediário regulador do circuito de rebitagem. Tais estoques encontram-se orçados aos custos diretos de produção de lavra, de acordo com os volumes a seguir indicados:

c.2.1) Estoque na alimentação do Britador Primário (20% da produção mensal).

| Modelos    | Alternativa A                  |                                 | Alternativa B                  |                                 | Alternativa C                  |                                 |
|------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
|            | Produção<br>t/mês <sup>1</sup> | Estoque<br>R\$ mil <sup>2</sup> | Produção<br>t/mês <sup>1</sup> | Estoque<br>R\$ mil <sup>2</sup> | Produção<br>t/mês <sup>1</sup> | Estoque<br>R\$ mil <sup>2</sup> |
| Modelo I   | 13.200                         | 6                               |                                |                                 |                                |                                 |
| Modelo II  | 26.400                         | 10                              | 52.800                         | 20                              | 72.600                         | 28                              |
| Modelo III | 79.200                         | 31                              | 158.400                        | 61                              | 217.800                        | 84                              |

Obs.: (2) = (1) x 0,2 x CUL, onde CUL = Custo unitário de lavra – Modelo I: R\$ 2,13/t; II: R\$ 1,93/t; III: R\$ 1,93/t

c.2.2) Estoque Intermediário, Regulador do Circuito de Rebitagem (3 h de produção).

| Modelos    | Alternativa A                   |                                 | Alternativa B                  |                                 | Alternativa C                  |                                 |
|------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
|            | Produção<br>t/hora <sup>1</sup> | Estoque<br>R\$ mil <sup>2</sup> | Produção<br>t/mês <sup>1</sup> | Estoque<br>R\$ mil <sup>2</sup> | Produção<br>t/mês <sup>1</sup> | Estoque<br>R\$ mil <sup>2</sup> |
| Modelo I   | 75                              | 1                               |                                |                                 |                                |                                 |
| Modelo II  | 150                             | 2                               | 300                            | 4                               | 413                            | 5                               |
| Modelo III | 450                             | 5                               | 900                            | 10                              | 1.238                          | 13                              |

Obs.: (2) = (1) x NHP x CUP, onde:

- NHP = número de horas de produção ( 3 h).

- CUP = Custo Direto unitário de produção – Modelo I: R\$ 5,10/t; II: R\$ 4,12/t; III: R\$ 3,63/t.

c.2.3) - Valor Total dos Estoques de Produtos em Elaboração.

| Modelos    | Estoques de Prod. em Elaboração (R\$ Mil) |               |               |
|------------|---|---------------|---------------|
|            | Alternativa A                             | Alternativa B | Alternativa C |
| Modelo I   | 7   | -             | -             |
| Modelo II  | 12  | 24            | 33            |
| Modelo III | 36  | 71            | 97            |

**c.3) Produtos Finais:** Para os produtos finais dos Modelos considerados, foram adotados estoques equivalentes a 2% da produção anual, ou seja o equivalente a cerca de 5 dias de produção, conforme apresentado no Quadro 11.

Quadro 11 – Estoques de produtos finais.

| Produtos      | Modelo I            |               | Modelo II           |               | Modelo III          |               |
|---------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|
|               | Produção<br>mil t/a | Estoques<br>t | Produção<br>mil t/a | Estoques<br>t | Produção<br>mil t/a | Estoques<br>t |
| Alternativa A | 158,4               | 3.168         | 316,8               | 6.336         | 950,4               | 19.008        |
| Alternativa B | -                   | -             | 633,6               | 12.672        | 1.900,8             | 38.016        |
| Alternativa C | -                   | -             | 871,2               | 17.424        | 2.613,6             | 52.272        |

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

O valor dos estoques de produtos finais encontra-se demonstrado no Quadro 12.

Quadro 12 – Valor dos estoques de produtos finais.

| Modelos de<br>Produção | Custo Unitário     | Valor do Estoques (R\$ mil) |               |               |
|------------------------|--------------------|-----------------------------|---------------|---------------|
|                        | R\$/t <sup>1</sup> | Alternativa A               | Alternativa B | Alternativa C |
| Modelo I               | 10,61              | 34                          | -             | -             |
| Modelo II              | 9,42               | 60                          | 119           | 164           |
| Modelo III             | 5,88               | 112                         | 224           | 307           |

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.; Obs.: <sup>1</sup>Compreende as operações de lavra e de beneficiamento.

**c.4) – Peças e Materiais de Reposição:** Admitiu-se a manutenção de estoques equivalentes a 2% do valor das inversões em máquinas e equipamentos. Ter-se-á, portanto:

R\$ mil

| Modelos    | Inversões em Máquinas e Equipamentos | Estoque de Peças e Mater. de Repos. |               |               |
|------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|
|            |                                      | Alternativa A                       | Alternativa B | Alternativa C |
| Modelo I   | 4.412                                | 88                                  | -             | -             |
| Modelo II  | 9.950                                | 199                                 | 199           | 199           |
| Modelo III | 14.590                               | 292                                 | 292           | 292           |

### 5.3.2. Recursos ou Passivo Circulante

**a) Contas a Pagar:** Admite-se o prazo médio de 15 dias para pagamento das despesas correspondentes ao custo de produção.

R\$ mil

| Modelos    | Alternativa A                |                             | Alternativa B                |                             | Alternativa C                |                             |
|------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|            | Custo total/ano <sup>1</sup> | Contas a pagar <sup>2</sup> | Custo total/ano <sup>1</sup> | Contas a pagar <sup>2</sup> | Custo total/ano <sup>1</sup> | Contas a pagar <sup>2</sup> |
| Modelo I   | 1.680                        | 95                          | -                            | -                           | -                            | -                           |
| Modelo II  | 2.983                        | 170                         | 4.288                        | 244                         | 5.267                        | 299                         |
| Modelo III | 5.586                        | 317                         | 9.039                        | 514                         | 11.629                       | 661                         |

Obs.: (2) = [(1) x 15 dias] / 264 dias/ano.

**b) Impostos a pagar:** Considerou-se o prazo médio de 30 dias para pagamento dos impostos incidentes sobre a receita (ICMS, PIS, COFINS e CFEM), conforme demonstra o Quadro 13.

Quadro 13 – Impostos a pagar.

R\$ mil

| Modelos    | Alternativa A                   |                               | Alternativa B                   |                               | Alternativa C                   |                               |
|------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
|            | Impostos total/ano <sup>1</sup> | Impostos a pagar <sup>2</sup> | Impostos total/ano <sup>1</sup> | Impostos a pagar <sup>2</sup> | Impostos total/ano <sup>1</sup> | Impostos a pagar <sup>2</sup> |
| Modelo I   | 424                             | 48                            | -                               | -                             | -                               | -                             |
| Modelo II  | 848                             | 96                            | 1.697                           | 193                           | 2.333                           | 265                           |
| Modelo III | 2.545                           | 289                           | 5.090                           | 578                           | 6.999                           | 795                           |

Obs.: (2) = [(1) x 30 dias]/264 dias/ano.

**c) Desconto de Duplicatas:** Conforme já assinalado, admite-se que 50% das vendas sejam efetuadas a prazo (média de 60 dias), sendo descontadas 50% das duplicatas com antecipação do prazo total de faturamento. Obtém-se, conseqüentemente, a seguinte estimativa de geração de recursos circulantes devido ao desconto de duplicatas:

$$DD = (RB \times 0,25 \times 60) / DP, \text{ onde:}$$

DD = Recursos de Giro oriundo de Desconto de Duplicatas.

| Modelos    | Alternativa A                  |                                     | Alternativa B                  |                                     | Alternativa C                  |                                     |
|------------|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
|            | Receita total/ano <sup>1</sup> | Desconto de duplicatas <sup>2</sup> | Receita total/ano <sup>1</sup> | Desconto de duplicatas <sup>2</sup> | Receita total/ano <sup>1</sup> | Desconto de duplicatas <sup>2</sup> |
| Modelo I   | 2.930                          | 166                                 | -                              | -                                   | -                              | -                                   |
| Modelo II  | 5.860                          | 333                                 | 11.721                         | 666                                 | 16.116                         | 916                                 |
| Modelo III | 17.581                         | 999                                 | 35.163                         | 1.998                               | 48.349                         | 2.747                               |

Obs.: (2) = [(1) x 0,5 x 0,5 x 60 dias] / 264 dias/ano.

## 6. CUSTOS DE PRODUÇÃO

Os custos de produção nos Modelos analisados foram estimados levando-se em conta os regimes de operação considerados e a plena ocupação das capacidades instaladas. Neste item, são descritos os critérios adotados nessa estimativa, bem como a composição dos custos diretos e indiretos e a consolidação do custo total da produção.

A mão-de-obra direta foi dimensionada e orçada segundo operações do processo produtivo e categorias funcionais. Para o regime de um turno de trabalho, a mão-de-obra direta dos Modelos 1 e 2, deve contar com 19 postos de trabalho e a do Modelo 3, com 23. De acordo com as estimativas efetuadas, o custo unitário da mão-de-obra direta será de R\$ 1,59/t, no Modelo 1, de R\$ 0,81/t, no Modelo 2 e de R\$ 0,33/t, no Modelo 3. Para os regimes de dois ou de três turnos, os custos da mão-de-obra direta foram tomados proporcionalmente à produção. Os custos adotados incorporam encargos de 80%.

### 6.1. Custos Diretos

Encontram-se a seguir apresentadas as estimativas dos custos diretos de produção.

### 6.1.1. Desenvolvimento e Preparação da Lavra

Considerou-se, em qualquer dos módulos, a necessidade de remoção de 1 m<sup>3</sup> de estéril escarificável para cada 10 m<sup>3</sup> de produção (relação estéril/material útil de 1/10), utilizando-se pá mecânica na carga e transporte para o “bota-fora” localizado a uma distância inferior a 500 m, a um custo unitário de R\$ 0,011/m<sup>3</sup> de estéril, resultando em um custo sobre a produção de brita de R\$ 0,17/t.

### 6.1.2. Lavra

O Quadro 14 apresenta a composição do custo direto de produção nas operações de lavra.

Quadro 14 – Composição do custo direto de lavra.

R\$ mil

| Itens de Custos     | Modelo I | Modelo II |        |        | Modelo III |        |        |
|---------------------|----------|-----------|--------|--------|------------|--------|--------|
|                     | Alt. A   | Alt. A    | Alt. B | Alt. A | Alt. A     | Alt. B | Alt. A |
| Desmorte Primário   | 94       | 149       | 298    | 409    | 445        | 890    | 1.225  |
| Desmorte Secundário | 8        | 16        | 32     | 44     | 48         | 96     | 132    |
| Carga               | 135      | 258       | 518    | 713    | 775        | 1.551  | 2.132  |
| Transporte          | 58       | 111       | 222    | 304    | 333        | 666    | 914    |
| Diversos            | 43       | 79        | 158    | 217    | 238        | 476    | 654    |
| TOTAL               | 338      | 613       | 1.228  | 1.687  | 1.839      | 3.679  | 5.057  |

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

### 6.1.3. Beneficiamento

O Quadro 15 apresenta a composição do custo direto de produção nas operações de beneficiamento.

Quadro 15 – Composição do custo direto de beneficiamento.

R\$ mil

| Itens de Custos   | Modelo I | Modelo II |        |        | Modelo III |        |        |
|-------------------|----------|-----------|--------|--------|------------|--------|--------|
|                   | Alt. A   | Alt. A    | Alt. B | Alt. A | Alt. A     | Alt. B | Alt. A |
| Britagem Primária | 32       | 63        | 126    | 173    | 190        | 380    | 522    |
| Rebritagem        | 103      | 206       | 412    | 567    | 614        | 1.230  | 1.694  |
| Classificação     | 27       | 54        | 108    | 149    | 162        | 324    | 445    |
| Diversos          | 5        | 10        | 20     | 28     | 29         | 58     | 80     |
| TOTAL             | 167      | 333       | 666    | 917    | 995        | 1.992  | 2.741  |

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

#### 6.1.4. Expedição

Estimou-se, para qualquer das alternativas, um custo direto unitário de R\$ 0,15/t.

#### 6.1.5. Sumário do Custo Direto

O Quadro 16 resume os custos diretos estimados para cada um dos Modelos e Alternativas consideradas.

Quadro 16 – Composição do custo direto de produção.

R\$ mil

| Itens de Custos                       | Modelo I    | Modelo II    |              |              | Modelo III   |              |              |
|---------------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                       | Alt. A      | Alt. A       | Alt. B       | Alt. C       | Alt. A       | Alt. B       | Alt. C       |
| Mão-de-obra                           | 252         | 257          | 513          | 706          | 314          | 627          | 862          |
| Decapeamento                          | 27          | 54           | 108          | 148          | 162          | 323          | 444          |
| Lavra                                 | 338         | 613          | 1.228        | 1.687        | 1.839        | 3.679        | 5.057        |
| Beneficiamento                        | 167         | 333          | 666          | 917          | 995          | 1.992        | 2.741        |
| Expedição                             | 24          | 48           | 95           | 131          | 143          | 285          | 392          |
| <b>Custo Direto Anual</b>             | <b>808</b>  | <b>1.305</b> | <b>2.610</b> | <b>3.589</b> | <b>3.453</b> | <b>6.906</b> | <b>9.496</b> |
| Produção (mil t/ ano)                 | 158,4       | 316,8        | 633,6        | 871,2        | 950,4        | 1.900,8      | 2.613,6      |
| <b>Custo direto unitário (R\$/ t)</b> | <b>5,10</b> | <b>4,12</b>  | <b>4,12</b>  | <b>4,12</b>  | <b>3,63</b>  | <b>3,63</b>  | <b>3,63</b>  |

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

## 6.2. Custos Indiretos

A composição dos custos indiretos de produção encontra-se apresentada no Quadro 17.

Quadro 17 – Composição do custo indireto de produção.

R\$ mil

| Itens de Custos                 | Modelo I    | Modelo II    |              |              | Modelo III   |              |              |
|---------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                 | Alt. A      | Alt. A       | Alt. B       | Alt. C       | Alt. A       | Alt. B       | Alt. C       |
| <b>Mão-de-Obra</b>              | <b>408</b>  | <b>818</b>   | <b>1.063</b> | <b>1.309</b> | <b>886</b>   | <b>1.152</b> | <b>1.418</b> |
| – Administração                 | 154         | 412          | 536          | 659          | 412          | 536          | 659          |
| – Manutenção                    | 139         | 139          | 181          | 222          | 178          | 231          | 285          |
| – Serviços Gerais               | 12          | 59           | 77           | 94           | 68           | 88           | 109          |
| – Almoxarifado                  | 18          | 68           | 88           | 109          | 68           | 88           | 109          |
| – Segurança                     | 53          | 53           | 69           | 85           | 53           | 69           | 85           |
| – Expedição                     | 11          | 11           | 14           | 18           | 11           | 14           | 18           |
| – Vendas                        | 21          | 76           | 99           | 122          | 96           | 125          | 154          |
| <b>Custos Administ.</b>         | <b>443</b>  | <b>818</b>   | <b>1.063</b> | <b>1.309</b> | <b>1.121</b> | <b>1.457</b> | <b>1.794</b> |
| <b>Manutenção</b>               | <b>21</b>   | <b>42</b>    | <b>84</b>    | <b>115</b>   | <b>126</b>   | <b>252</b>   | <b>347</b>   |
| <b>Total (R\$ Mil/ano)</b>      | <b>872</b>  | <b>1.678</b> | <b>2.211</b> | <b>2.733</b> | <b>2.133</b> | <b>2.861</b> | <b>3.559</b> |
| <b>Produção (Mil t/ano)</b>     | 158,4       | 316,8        | 633,6        | 871,2        | 950,4        | 1.900,8      | 2.613,6      |
| <b>Custo Ind. Unit. (R\$/t)</b> | <b>5,51</b> | <b>5,30</b>  | <b>3,49</b>  | <b>3,14</b>  | <b>2,24</b>  | <b>1,51</b>  | <b>1,36</b>  |

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

A mão-de-obra indireta foi dimensionada e orçada segundo setores e categorias funcionais. Para o regime de um turno de trabalho, a mão-de-obra indireta do Modelo I deve contar com 23 postos de trabalho, a do Modelo II, com 37 e a do Modelo III, com 41. De acordo com as estimativas efetuadas, o custo anual com a mão-de-obra indireta (inclusive encargos) será de R\$ 408 mil, no Modelo I, de R\$ 818, no Modelo II e de R\$ 886 mil, no Modelo III.

### 6.3. Custo Total de Produção

O Quadro 18 consolida os custos totais de produção.

Quadro 18 – Consolidação do Custo de Produção.

R\$ mil/ano

| Custos                              | Modelo I     | Modelo II    |              |              | Modelo III   |              |               |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
|                                     | Alt. A       | Alt. A       | Alt. B       | Alt. C       | Alt. A       | Alt. B       | Alt. C        |
| Custo Direto                        | 808          | 1.305        | 2.610        | 3.589        | 3.453        | 6.906        | 9.496         |
| Custo Indireto                      | 872          | 1.678        | 2.211        | 2.733        | 2.133        | 2.861        | 3.559         |
| <b>Custo Total</b>                  | <b>1.680</b> | <b>2.983</b> | <b>4.821</b> | <b>6.322</b> | <b>5.586</b> | <b>9.767</b> | <b>13.055</b> |
| <b>Produção (Mil t/ano)</b>         | 158,4        | 316,8        | 633,6        | 871,2        | 950,4        | 1.900,8      | 2.613,6       |
| <b>Custo total unitário (R\$/t)</b> | <b>10,61</b> | <b>9,42</b>  | <b>7,61</b>  | <b>7,26</b>  | <b>5,88</b>  | <b>5,14</b>  | <b>4,99</b>   |

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

## 7. ANÁLISE DE RENTABILIDADE E GERAÇÃO DE VALOR

Para cada uma das combinações expressas na Figura 2 (Item 3.2.), foram determinados os seguintes indicadores de decisão:

TIR - Taxa Interna de Retorno (*IRR - Internal Rate of Return*): evidencia a rentabilidade efetiva do empreendimento.

PDR - Prazo de Retorno (*Payback*): evidencia o tempo necessário para recuperação do investimento inicial

PDE - Ponto de Equilíbrio (*Break Even Point*): evidencia o índice de ocupação da capacidade instalada necessário para equilibrar receitas e despesas.

VPL – Valor Atual Líquido (*Net Present Value - NPV*): evidencia a capacidade de geração de valor do empreendimento.

### 7.1. Indicadores de Decisão para o Cenário A

O Quadro 19 apresenta os principais parâmetros considerados na simulação do Cenário A.



Quadro 19 – Parâmetros Adotados e Indicadores de Decisão – Cenário A.

| Discriminação   | Modelos/Alternativas – Cenário A |           |        |        |           |         |         |
|---|----------------------------------|-----------|--------|--------|-----------|---------|---------|
|   | Modelo I                         | Modelo II |        |        | Modelo II |         |         |
|   | Alt. A                           | Alt. A    | Alt. B | Alt. C | Alt. A    | Alt. B  | Alt. C  |
| Capacidade de Produção (mil t/ano)                          | 158,4                            | 316,8     | 633,6  | 871,2  | 950,4     | 1.900,8 | 2.613,6 |
| Investimentos Totais (R\$ 10 <sup>6</sup> )                 | 7,2                              | 16,3      | 16,6   | 16,9   | 26,5      | 27,4    | 28,1    |
| Inversões Fixas   | 6,4                              | 14,6      | 14,6   | 14,6   | 23,4      | 23,4    | 23,4    |
| Despesas Pré-Operacionais                                   | 0,5                              | 1,2       | 1,2    | 1,2    | 2,0       | 2,0     | 2,0     |
| Capital de Giro   | 0,2                              | 0,5       | 0,8    | 1,0    | 1,1       | 2,0     | 2,7     |
| Investimento/t de capacidade instalada (R\$)                | 45,61                            | 51,46     | 26,23  | 19,36  | 27,88     | 14,41   | 10,74   |
| Receita Bruta (R\$ 10 <sup>6</sup> /ano) <sup>1</sup>       | 2,9                              | 5,9       | 11,7   | 16,1   | 17,6      | 35,1    | 48,4    |
| Custo dos Prod. Vendidos (R\$ 10 <sup>6</sup> /ano)         | 1,7                              | 3,0       | 4,8    | 6,3    | 5,6       | 9,8     | 13,1    |
| Custo Direto  | 0,8                              | 1,3       | 2,6    | 3,6    | 3,5       | 6,9     | 9,5     |
| Custo Indireto  | 0,9                              | 1,7       | 2,2    | 2,7    | 2,1       | 2,9     | 3,6     |
| Custo Unitário de Produção (R\$/t)                          | 10,61                            | 9,42      | 7,61   | 7,26   | 5,88      | 5,14    | 4,99    |
| Depreciação e Amortização                                   | 0,6                              | 1,5       | 1,5    | 1,5    | 2,3       | 2,3     | 2,3     |
| Lucro Líquido/Receita Líquida                               | 6,4                              | 8,6       | 27,7   | 32,4   | 30,3      | 38,9    | 41,5    |
| Lucro Líquido/Investimento Total (%)                        | 2,2                              | 2,7       | 16,9   | 26,6   | 17,4      | 43,1    | 61,6    |
| Taxa Interna de Retorno (% a.a.)                            | 3,7                              | 4,4       | 16,8   | 24,0   | 17,5      | 34,3    | 44,3    |
| Prazo de Retorno “Pay back” (anos)                          | 16,0                             | 14,6      | 5,2    | 3,7    | 5,0       | 2,7     | 2,2     |
| Ponto de Equilíbrio (%) <sup>a</sup>                        | 96,5                             | 92,8      | 56,7   | 44,4   | 52,7      | 30,6    | 23,9    |
| Geração de valor privado-VPL <sup>b</sup> a 12,5% aa.(R\$M) | -3,1                             | -6,5      | 6,2    | 16,3   | 11,3      | 53,5    | 85,2    |
| Geração de valor privado-VPL a 60% aa.(R\$M)                | -0,7                             | 1,2       | 51,9   | 89,8   | 87,9      | 246,6   | 365,6   |

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.; <sup>a</sup>Ocupação da Capacidade Instalada; <sup>b</sup>VPL = Valor Presente Líquido.

Para cada combinação Modelo/Alternativa, o Quadro 19 evidencia os indicadores de decisão a seguir comentados:

**TIR:** Tanto a escala de produção (Modelo produtivo) quanto o regime de operação (Alternativa de número de turnos) exercem sensíveis efeitos sobre a rentabilidade dos empreendimentos em análise. Verifica-se, conforme demonstrado no Quadro 20, que o Modelo I/Alternativa A (75 t/hora, em turno único) e o Modelo II/Alternativa A (150 t/hora, em turno único) apresentam-se antieconômicos. Portanto - diante aos padrões de competitividade e de sustentabilidade adotados na presente simulação - conclui-se pela inviabilidade de se iniciar, hoje, novos empreendimentos, em tais condições. Assinale-se também que a variação da rentabilidade encontra-se condicionada não apenas à escala de produção e ao regime de trabalho, como também à diferenciação do perfil tecnológico considerado nos modelos de produção submetidos à análise econômica.

Quadro 20 – Taxa interna de retorno.

% a.a.

| Modelos    | Cenário A     |               |               |
|------------|---------------|---------------|---------------|
|            | Alternativa A | Alternativa B | Alternativa C |
| Modelo I   | 3,7           | -             | -             |
| Modelo II  | 4,4           | 16,8          | 24,0          |
| Modelo III | 17,5          | 34,3          | 44,3          |

**PDR:** o Quadro 19 evidencia que os PDRs situam-se em patamares superiores a 14 anos nas situações relativas ao Modelo I/Alternativa A e Modelo II/Alternativa A. Nos demais casos, o PDR apresenta-se inferior a 6 anos.

**PDE:** o Quadro 19 expressa os níveis mínimos de ocupação de capacidade instalada requeridos para igualar a receita bruta à soma de impostos sobre vendas, custos diretos, custos indiretos, depreciação e despesas gerais e administrativas. Verifica-se que os Modelos I e II/alternativa A apresentam PDEs em patamares críticos. Situações com escalas mais elevadas oferecem condições favoráveis à redução da produção em períodos de retração de demanda.

**VPL (à taxa de desconto de 12,5% a.a.):** Da análise dos resultados apresentados no Quadro 21 verifica-se um comportamento de sensíveis variações de VPL à medida em que se desloca entre as Alternativas ou entre os Modelos considerados.

Quadro 21 – Cenário A: Valor presente líquido a 12,5% a.a.

R\$ 10<sup>6</sup>

| Modelos    | Cenário A     |               |               |
|------------|---------------|---------------|---------------|
|            | Alternativa A | Alternativa B | Alternativa C |
| Modelo I   | - 3,1         | -             | -             |
| Modelo II  | - 6,6         | 4,6           | 13,5          |
| Modelo III | 8,6           | 46,0          | 74,0          |

## 7.2. Indicadores de Decisão para o Cenário B

Os principais parâmetros considerados na simulação do Cenário B, encontram-se apresentados no Quadro 22.

Quadro 22 – Cenário B: Valor presente líquido a 12,5% a.a.

R\$ 10<sup>6</sup>

| Modelos    | Cenário B     |               |               |
|------------|---------------|---------------|---------------|
|            | Alternativa A | Alternativa B | Alternativa C |
| Modelo I   | - 4,1         | -             | -             |
| Modelo II  | - 8,1         | 2,0           | 10,3          |
| Modelo III | 5,0           | 39,8          | 65,9          |

Para cada combinação Modelo/Alternativa, o Quadro 22 demonstra também os indicadores de decisão a seguir comentados:

**TIR:** Nas condições de Cenário B, verifica-se que, para cada combinação Modelo/Alternativa, a TIR apresenta-se inferior à correspondente situação do Cenário A, conforme demonstrado no Quadro 23.

Quadro 23 – Cenário B: Taxa Interna de Retorno (% a.a.).

| Modelos    | Cenário B     |               |               |
|------------|---------------|---------------|---------------|
|            | Alternativa A | Alternativa B | Alternativa C |
| Modelo I   | 1,3           | -             | -             |
| Modelo II  | 2,7           | 14,3          | 21,1          |
| Modelo III | 15,4          | 31,1          | 40,4          |

**PDR:** Nas condições do Cenário B, os PDRs situam-se em patamares superiores a 17 anos nas situações relativas ao Modelo I/Alternativa A e Modelo II/Alternativa A. Nos demais casos, o PDR apresenta-se inferior a 7 anos, conforme evidenciado no Quadro 22.

**PDE:** Da análise do Quadro 23 verifica-se que cada combinação Modelo/Alternativa de Cenário B apresenta PDEs mais severos do que as correspondentes situações de Cenário A.

**VPL (à taxa de desconto de 12,5% a.a.):** Para as condições do Cenário B, os resultados das variações de VPL encontram-se apresentadas no Quadro 24.

Quadro 24 – Cenário B: Valor Presente Líquido a 12,5% a.a.

R\$ 10<sup>6</sup>

| Modelos    | Cenário B     |               |               |
|------------|---------------|---------------|---------------|
|            | Alternativa A | Alternativa B | Alternativa C |
| Modelo I   | - 4,1         | -             | -             |
| Modelo II  | - 8,1         | 2,0           | 10,3          |
| Modelo III | 5,0           | 39,8          | 65,9          |

## 8. COMPARAÇÃO DOS INDICADORES DE CENÁRIOS A E B

Ao se comparar os resultados dos dois Cenários analisados, verifica-se que os valores do Cenário B (com processamento de ECD e produção de areia de brita) apresentam-se inferiores aos do Cenário A, evidenciando uma perda de valor de 32% (Modelo I/Alternativa A), de 57% (Modelo II/Alternativa B) ou de 11% (Modelo III/Alternativa C). Tal perda encontra-se associada ao fato de que, no Cenário B, cada situação considerada possui receitas inferiores e investimentos e custos operacionais superiores aos de correspondentes situações do Cenário A.

As Figuras 3 e 4 evidenciam o comportamento da TIR e do VPL sob efeito das variações consideradas de Cenários, Modelos e Alternativas consideradas.

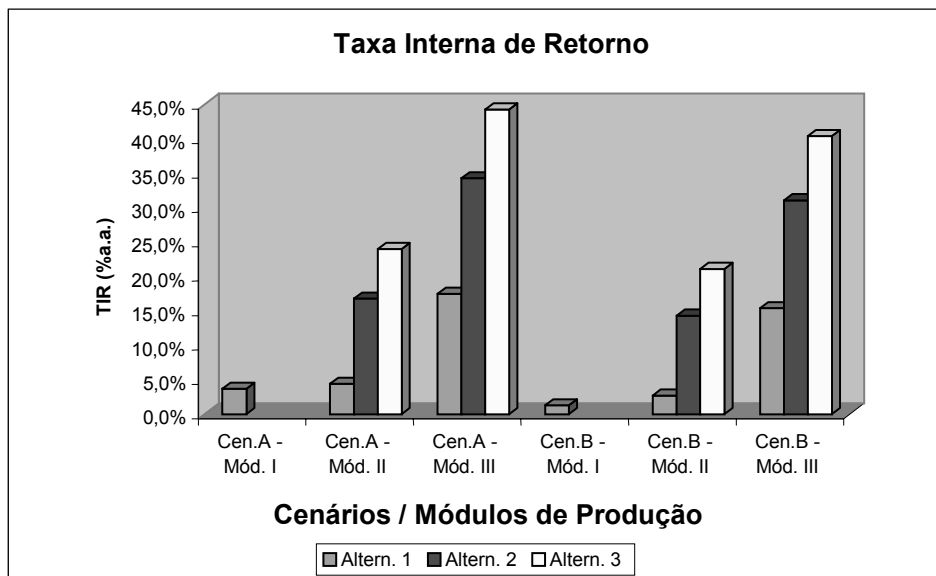


Figura 3 – Taxa Interna de Retorno.

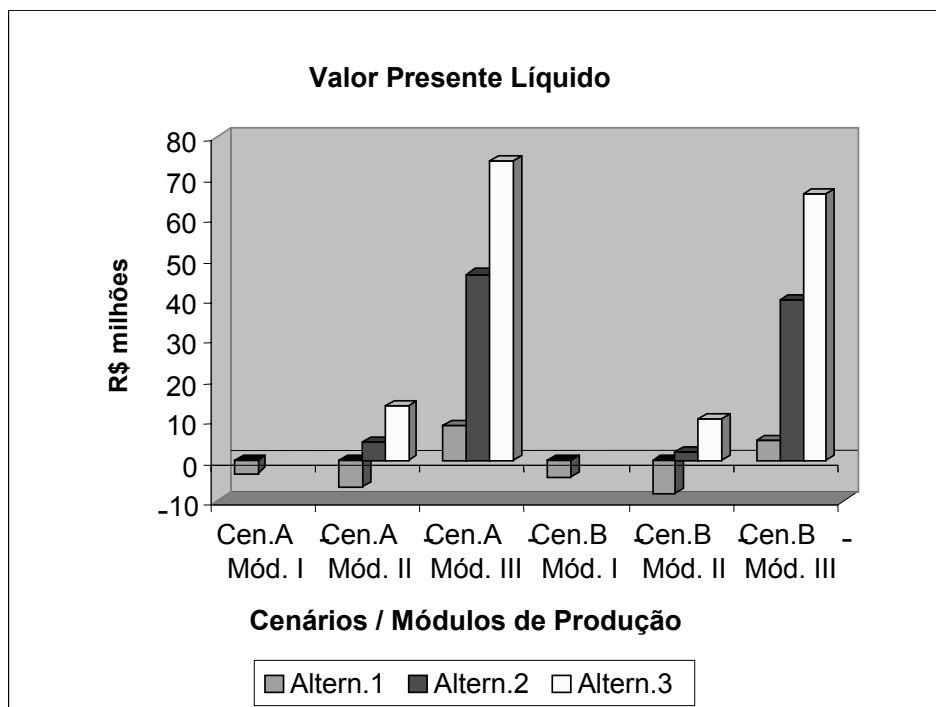


Figura 4 – Valor Presente Líquido – VPL.

Por sua vez, a Figura 5 apresenta a análise da variação da TIR segundo os Cenários, Modelos produtivos e Alternativas consideradas na simulação empreendida.

| CENÁRIOS  | MODELOS   | ALTERNATIVAS | TIR (% a.a.) |     |
|-----------|-----------|--------------|--------------|-----|
| Cenário A | Modelo 1  | 1 Turno      | 3,7          |     |
|           | Modelo 2  | 1 Turno      | 4,4          |     |
|           |           | 2 Turnos     | 16,8         |     |
|           |           | 3 Turnos     | 24,0         |     |
|           | Modelo 3  | 1 Turno      | 17,5         |     |
|           |           | 2 Turnos     | 34,3         |     |
|           |           | 3 Turnos     | 44,3         |     |
|           | Cenário B | Modelo 1     | 1 Turno      | 1,3 |
|           |           | Modelo 2     | 1 Turno      | 2,7 |
| 2 Turnos  |           |              | 14,3         |     |
| 3 Turnos  |           |              | 21,1         |     |
| Modelo 3  |           | 1 Turno      | 15,4         |     |
|           |           | 2 Turnos     | 31,1         |     |
|           |           | 3 Turnos     | 40,4         |     |

| CENÁRIOS  | MODELOS   | ALTERNATIVAS | TIR (% a.a.) |     |
|-----------|-----------|--------------|--------------|-----|
| Cenário A | Modelo 1  | 1 Turno      | 6,8          |     |
|           | Modelo 2  | 1 Turno      | 7,8          |     |
|           |           | 2 Turnos     | 23,6         |     |
|           |           | 3 Turnos     | 32,7         |     |
|           | Modelo 3  | 1 Turno      | 24,0         |     |
|           |           | 2 Turnos     | 44,8         |     |
|           |           | 3 Turnos     | 57,2         |     |
|           | Cenário B | Modelo 1     | 1 Turno      | 3,2 |
|           |           | Modelo 2     | 1 Turno      | 5,2 |
| 2 Turnos  |           |              | 20,1         |     |
| 3 Turnos  |           |              | 27,5         |     |
| Modelo 3  |           | 1 Turno      | 20,6         |     |
|           |           | 2 Turnos     | 40,4         |     |
|           |           | 3 Turnos     | 50,8         |     |

Figura 5 – Variação da TIR nas Situações Analisadas.

Os resultados obtidos, através de modelo automatizado de simulação e análise econômica, especialmente desenvolvido, evidenciaram a importância das decisões relativas à linha de produtos, escala de produção e número de turnos de trabalho, no planejamento de investimentos no setor de agregados para construção.

No item subsequente serão indicados alguns dos mecanismos compensatórios de que se pode lançar mão para neutralizar a perda de valor associada ao virtuoso Cenário B, buscando-se também investigar as bases de conciliação de interesses privados com as diretrizes de políticas públicas associadas ao ordenamento do território e ao desenvolvimento sustentável.

## **9. POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR**

O presente item apresenta subsídios para formulação e implementação de programas para o desenvolvimento competitivo e sustentável do setor de agregados, nos principais centros urbanos do país.

### **9.1. Reversão Tecnológica e Econômica dos Pólos de Agregados**

Na reversão dos atuais conflitos locais e ambientais que envolvem a produção de agregados nas regiões metropolitanas (RMs), ações mitigadoras pontuais devem ser complementadas por medidas de *zoneamento de uso e ocupação do solo*, seja para garantir a segurança e a estabilidade institucional aos produtores, em suas atuais localizações, ou para direcionar consistentes processos de relocação, nos casos de difícil reversão.

Combinadamente com esforços de ordenamento do território, a reversão dos atuais conflitos deverá também ser sustentada por importantes saltos tecnológicos, seja nos processos de lavra e beneficiamento, ou em tecnologia de produto, onde se destacam as oportunidades de produção de areia de brita e de reprocessamento de entulho de construção e demolição (ECD).

É importante ressaltar que diante à inexistência de programas de zoneamento que estabeleçam áreas reservadas para a produção de agregados nas RMs, os agentes de produção sujeitam-se a diferentes percepções de riscos, optando, conseqüentemente, por soluções que minimizem investimentos, mediante o comprometimento de áreas mais reduzidas do que as que seriam requeridas para viabilizar uma lavra por bancadas.

Condicionam-se, portanto, a sítios comprimidos e, conseqüentemente, à adoção de técnicas rudimentares (lavra em paredão e marteletes) associadas a piores condições de trabalho, do que decorrem custos mais acentuados de produção com sérios prejuízos seja sob o ponto de vista da posição competitiva da empresa ou dos impactos ambientais associados à sua operação.

A simulação e análise econômica apresentadas no item 7 evidenciaram a importância das decisões relativas à escala de produção, estilo tecnológico e número de turnos de trabalho, na geração de valor e na rentabilidade de modelos alternativos de produção de brita e, portanto, no planejamento de investimentos no setor de agregados para construção.

Por outro lado, o item 8 estabeleceu a comparação dos indicadores de decisão, obtidos em cada um dos dois cenários considerados, evidenciando que as atividades de produção de areia de brita e de processamento de ECD são redutoras de valor.

Tendo em vista que, nas condições dominantes em grandes centros urbanos, a difusão de tais atividades possui um caráter altamente virtuoso - em termos de ordenamento territorial e de conseqüentes contribuições para o desenvolvimento sustentável – torna-se necessário neutralizar a perda de valor e a conseqüente diferença de atratividade entre os dois cenários, mediante a adoção de mecanismos compensatórios que estimulem as empresas produtoras de agregados a adotarem as práticas de produção de areia de brita e de processamento de ECD. Neste sentido, os seguintes mecanismos de estímulo podem ser considerados, dentre outros:

**Estímulo Fiscal:** Uma das possíveis medidas para estimular o produtor de brita a migrar do Cenário A para o Cenário B é a redução de carga fiscal, de tal forma a equiparar a geração de valor de cada empreendimento nas condições de Cenário B à do correspondente empreendimento nas condições de Cenário A.

**Estímulo à captação e transporte de ECD:** Benefícios que equiparem as empresas que ingressem no Cenário B às suas correspondentes situações atuais no Cenário A podem também ser estabelecidos através de um processo de captação e transporte de ECD, a ser empreendido mediante serviços a serem prestados por tais empresas.



**Estímulo à formação de áreas de proteção das unidades de produção de brita:** Tanto o deslocamento entre modelos de produção do Cenário A quanto a migração do Cenário A para o Cenário B podem ser estimulados mediante a concessão de terrenos necessários à formação de áreas de proteção das unidades de produção. O estímulo concebido corresponderá à transferência para produtores, em processo de reconversão, de áreas pertencentes ao poder público ou por este desapropriadas.

## 9.2. Subsídios para Instrumentação de Políticas Públicas

Tendo em vista a magnitude das questões envolvidas com o suprimento de agregados, bem como os correspondentes impactos e consequências, políticas públicas de desenvolvimento, de âmbito nacional, estadual e municipal, devem ser formuladas e implementadas, com ênfase nas RMs. Tais políticas devem adotar uma metodologia de planejamento estratégico participativo que assegure pré-requisitos para o desenvolvimento sustentável, a partir de soluções negociadas com os diferentes atores envolvidos.

Cumprido ressaltar que o sentido prioritário de uma política de desenvolvimento dos parques produtores de agregados das RMs deve ser o de assegurar o suprimento do produto com um desempenho competitivo que concilie a atividade produtiva com o meio ambiente e o processo de uso e ocupação do solo. A implementação de tal processo impõe a realização de mudanças nos ordenamentos territoriais, de forma a propiciar a localização de empreendimentos em áreas protegidas da ocorrência de conflitos, possibilitando, conseqüentemente, a adoção de tecnologias, escalas e regime de operação sintonizados com os atuais paradigmas de eficiência e produtividade da indústria de agregados.

As políticas públicas aqui sugeridas deverão prever, para cada RM, a definição de programas, sub-programas e projetos alicerçados nos seguintes princípios comuns:

- (i) O setor de agregados para construção civil deve ser focado como um arranjo produtivo regional compreendido pela respectiva cadeia industrial, envolvendo não apenas as operações de lavra, beneficiamento e comercialização de brita e areia (natural e processado a partir da rocha dura), como também os segmentos de consumo e comercialização intermediária, bem como o de produção secundária (reciclagem de ECD, além de outros possíveis rejeitos).

- (ii) Os referidos arranjos produtivos devem também compreender a cadeia de apoio constituída por fornecedores de bens e serviços, além dos demais agentes envolvidos, tais como entidades estaduais e federais, prefeituras, representações empresariais (ex.: ANEPAC, IBRAM, sindicatos e federações de indústrias), Centros de Pesquisas, Universidades e Escolas Técnicas.
- (iii) Cada RM deve ser submetida a estudo de análise ambiental estratégica, que permita conceber e implementar um processo de zoneamento de uso e ocupação do solo, que concilie os interesses dos diferentes atores envolvidos.
- (iv) Para assegurar a reconversão tecnológica e econômica dos correspondentes parques produtores de agregados, os programas e sub-programas que venham a ser concebidos e implementados nas RMs deverão estabelecer mecanismos de estímulo ao aprimoramento de tecnologias de processo e de produto, envolvendo a desejável produção de areia de brita e o processamento de ECD, além de mudanças de escala de produção e de possíveis relocações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CALAES, G. Avaliação Econômica de Propriedades Minerais. 1995. Apostila para Seminário com a equipe da Gerência de Avaliação de Garantias Reais e de Mineração e Metalurgia do BNDES, Rio de Janeiro, 1995.
- CALAES, G. Gestão do Negócio de Agregados. In: TANNÚS, M. e CARMO, J.C. (eds.) Agregados para a Construção Civil no Brasil: Contribuições para Formulação de Políticas Públicas. Belo Horizonte, CETEC. 2007, 234 p.
- CALAES, G. O Planejamento Estratégico do Desenvolvimento Mineral Sustentável e Competitivo – Dois Caso de Não Metálicos no Rio de Janeiro. 298f. Tese de Doutorado. Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.
- CALAES, G. Competitividade e Sustentabilidade na Indústria Mineral. Palestra apresentada na VII Conferência Internacional sobre Tecnologias Limpas para a Indústria Mineral, Búzios, outubro, 2006.

- CALAES, G., PIQUET CARNEIRO, B. e GURGEL DO AMARAL, J. A. Estudo do Parque Produtor de Brita da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. 2002. 245 f. Trabalho realizado para o DG/IGEO/CCMN/UFRJ com apoio do CT-Mineral, Rio de Janeiro, 2002.
- CALAES, G., MARGUERON, C., PIQUET CARNEIRO, B. e GURGEL DO AMARAL, J. A. Simulação e Análise Econômica de Unidades Produtoras de Agregados para Construção. *Areia & Brita*, São Paulo, n° 32, outubro e novembro, 2005, p. 15-19.
- CALAES, G., MARGUERON, C., PIQUET CARNEIRO, B. e GURGEL DO AMARAL, J. A. Reconversão Técnico-Econômica de Pólos Produtores de Agregados, Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano Sustentável. *Areia & Brita*, São Paulo, n° 35, julho e setembro, 2006, p. 28-34.
- MINASERV - Simulação e Análise de Módulos Alternativos de Produção de Brita, In: Estudo do Parque Produtor de Brita da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, UFRJ/ConDet, 2002, 245 f.
- PIQUET CARNEIRO, B., TAVARES, L. M. (2006a). Produção de agregado graúdo para a construção civil. Parte 1: Uma nova concepção de lavra. *Areia & Brita*, São Paulo, n° 34, junho, p. 8-14.
- PIQUET CARNEIRO, B., TAVARES, L. M. (2006b). Produção de agregado graúdo para a construção civil. Parte 2: Novos conceitos no projeto de usinas de beneficiamento. *Areia & Brita*, São Paulo, n° 35, setembro, p. 20-27.
- REVISTA *Areia & Brita*, 1997/2007.