

CAPÍTULO

19

ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE AGREGADOS

Gilberto Dias Calaes

Economista; Pós-graduado em Economia Mineral

Doutor em Geologia Regional e Econômica

Diretor da ConDet Ltda

Bernardo Piquet Carneiro Netto

Engenheiro de Minas; Pós-graduado em

Engenharia Econômica; Especialista em Agregados

para a Construção Civil

Luís Marcelo Tavares

Engenheiro de Minas pela UFRGS

Doutorado em Engenharia Metalúrgica pela

University of Utah, Estados Unidos

Professor Associado COPPE-UFRJ

1. INTRODUÇÃO

Conforme assinalado no Capítulo anterior, o planejamento e gestão de projetos e empreendimentos deve ser fundamentado 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 estimação 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 entulho de construção e demolição (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 capítulo, 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 da competitividade e da 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 & 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 re-processamento de ECD e a produção de areia de brita.

Cenário B: considera o re-processamento 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:

- uma atualização de valores de investimentos, custos operacionais e preços de agregados;
- novos aperfeiçoamentos na modelagem em Microsoft Excel®;
- 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 precusores na utilização e aperfeiçoamento de correspondentes tecnologias.
- 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 E ECD

Experiências que resultam de empreendimentos precusores, tais como os das empresas CONVEM (Magé – RJ) e PEDRASUL (Juiz de Fora – MG), assim como de 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 fíler oriundo da cominuição da rocha. Buscando assegurar que o volume de 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, 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 captação 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 base e sub-base de rodovias e certamente, em futuro próximo, como cobertura intercalada de aterro sanitário cuja existência e boa gestão é compromisso que recai sobre as administrações municipais.

3. PREMISSAS BÁSICAS

A simulação empreendida encontra-se fundamentada nas seguintes premissas:

3.1. Concepção Técnico-Operacional

O estudo considera os seguintes modelos operacionais:

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.

O Quadro 1 sintetiza a concepção dos três modelos de produção considerados.

Quadro 1 – Caracterização dos modelos de produção.

	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 porte médio	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

Fonte: ConDet/MinaServ

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 & TAVARES, 2006a e 2006b):

Contexto geral:

- Elevada produtividade da mão-de-obra e dos equipamentos e consumo mínimo de energia por tonelada de agregado produzido.
- 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:

- 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.
- 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.
- 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 bitagem.

- Dimensionamento de britadores de maneira a garantir a sua operação com câmara cheia (afogado) e com a potência adequada ao material a ser britado.
- Maximização da produtividade e minimização do custo de investimento com a operação da usina em três turnos diários.
- Minimização do consumo de energia e de materiais de desgaste do circuito, pela seleção do tipo de britador mais adequado.
- Racionalização máxima do arranjo físico dos equipamentos, de tal forma a minimizar o comprimento total de transportadores de correia e maximizar 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\$ 30,00 / t;

- *Brita 0:* R\$ 47,00 / t;

- *Brita 1:* R\$ 43,00 / t.

Base de Preços: outubro/2011.

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 manufaturada); 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 1.

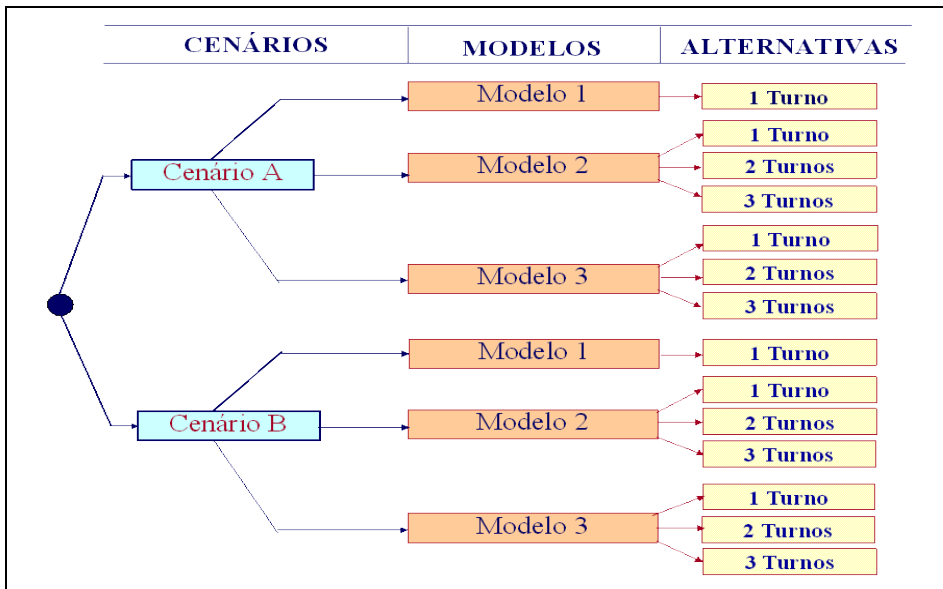


Figura 1 – Árvore de cenários/modelos/alternativas.

Fonte: ConDet/MinaServ

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. Para o Cenário A, a Tabela 1 apresenta as estimativas de receita anual de vendas em cada um dos Modelos de produção e Alternativas consideradas.

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

Produtos	Preço de Venda R\$/t	Modelo I		Modelo II		Modelo III	
		Produção Mil t/a	Receita R\$ Mil	Produção Mil t/a	Receita R\$ Mil	Produção Mil t/a	Receita R\$ Mil
- Pó	30,00	47,5	1.425	95,0	2.850	285,0	8.550
- Brita 0	47,00	31,7	1.490	63,4	2.980	190,1	8.935
- Brita 1	43,00	79,2	3.406	158,4	6.811	475,2	20.434
• Alternativa A	39,90	158,4	6.321	316,8	12.641	950,4	37.921
• Alternativa B	39,90	-	-	633,6	25.281	1.900,8	75.842
• Alternativa C	39,90	-	-	871,2	34.761	2.613,6	104.283

Fonte: ConDet/MinaServ

4.2. Cenário B

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

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

Produtos	Preço de Venda R\$/t	Modelo I		Modelo II		Modelo III	
		Produção Mil t/a	Receita R\$ Mil	Produção Mil t/a	Receita R\$ Mil	Produção Mil t/a	Receita R\$ Mil
-Agregado Convencional	39,90	110,9	4.424	221,8	8.851	665,3	26.546
- Pó	30,00	33,3	999	66,5	1.995	199,6	5.988
- Brita 0	47,00	22,2	1.043	44,4	2.087	133,1	6.256
- Brita 1	43,00	55,4	2.382	110,9	4.769	332,6	14.302
- Brita de Entulho	30,00 ^a	11,1	333	22,2	666	66,5	1.995
- Areia Manufaturada	43,00 ^b	31,7	1.363	63,4	2.726	190,1	8.174
• Alternativa A	39,82	153,7	6.120	307,4	12.242	921,9	36.715
• Alternativa B	39,82	-	-	614,8	24.484	1.843,8	73.430
• Alternativa C	39,82	-	-	845,4	33.666	2.535,2	100.966

Fonte: ConDet/MinaServ ^a30% inferior ao preço da Brita 1; ^b preço equivalente ao da Brita 1

5. INVESTIMENTOS

Para o Cenário A, os investimentos necessários à implantação dos Modelos de produção concebidos, encontram-se sumariados na Tabela 3.

Tabela 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	11.672	26.442	26.442	26.442	42.365	42.365	42.365
Aquisição de Terrenos/DMs	1.929	4.369	4.369	4.369	7.000	7.000	7.000
Obras Civas	523	1.186	1.186	1.186	1.900	1.900	1.900
Equipamentos	8.807	19.951	19.951	19.951	31.965	31.965	31.965
Instalação e Montagem	413	936	936	936	1.500	1.500	1.500
2. Despesa Pré-Operacion.	986	2.214	2.214	2.214	3.573	3.573	3.573
Pesquisas Minerais	110	230	230	230	397	397	397
Estudos e Projetos	292	661	661	661	1.058	1.058	1.058
Gerência de Implantação	584	1.323	1.323	1.323	2.118	2.118	2.118
3. Capital de Giro	707	1.359	2.551	3.464	3.589	6.973	9.530
4. Compensação Ambiental^a	468	1.061	1.061	1.061	1.700	1.700	1.700
TOTAL	13.833	31.076	32.268	33.181	51.227	54.611	57.168

Fonte: ConDet/MinaServ; ^a4% sobre o valor das Inversões Fixas

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

Tabela 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	13.365	30.015	31.207	32.120	49.527	52.911	55.468
Inversões Fixas	11.672	26.442	26.442	26.442	42.365	42.365	42.365
Despesas pré-operacionais	986	2.214	2.214	2.214	3.573	3.573	3.573
Capital de Giro	707	1.359	2.551	3.464	3.589	6.973	9.530
2. Unid. Reproces. de Entulho	199	199	199	199	199	199	199
Fixas adicionais	181	181	181	181	181	181	181
Pré-operacionais adicionais	18	18	18	18	18	18	18
3. Unid. Areia Maufaturada	1.590	1.686	1.686	1.686	2.167	2.167	2.167
Fixas adicionais	1.445	1.533	1.533	1.533	1.970	1.970	1.970
Pré-operacionais adicionais	145	153	153	153	197	197	197
4. Compensação Ambiental^a	532	1.126	1.126	1.126	1.781	1.781	1.781
TOTAL	15.686	33.026	34.218	35.131	53.674	57.058	59.615

Fonte: ConDet/MinaSer; ^a4% sobre o valor das Inversões Fixas

O detalhamento das estimativas de investimentos é apresentado nos itens sub-sequentes.

5.1. Inversões Fixas

5.1.1. Aquisição de Terrenos e Direitos Minerais

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

Modelos de Produção	Área Necessária (Mil m ²)	Valor do Terreno e Direito Mineral (R\$ Mil)
Modelo I	150	1.929
Modelo II	400	4.369
Modelo III	1.000	7.000

Fonte: ConDet/MinaServ

5.1.2. Obras Civis

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

Tabela 5 – Investimentos em obras civis.

Discriminação	R\$ Mil		
	Modelo I	Modelo II	Modelo III
Área Industrial	275	624	1.000
Escritório e Apoios	165	375	600
Infra-estrutura	83	187	300
TOTAL	523	1.186	1.900

Fonte: ConDet/MinaServ

5.1.3. Máquinas e Equipamentos

A Tabela 6 apresenta a síntese dos investimentos com máquinas e equipamentos.

Tabela 6 – Investimentos em máquinas e equipamentos.

Discriminação	R\$ Mil		
	Modelo I	Modelo II	Modelo III
Lavra	2.104	4.766	7.636
Beneficiamento	6.057	13.721	21.984
Expedição	481	1.090	1.746
Serviços de Apoio	165	374	599
TOTAL	8.807	19.951	31.965

Fonte: ConDet/MinaServ

5.1.4. 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 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.

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

5.2. Despesas Pré-Operacionais

Compreendendo os dispêndios necessários à realização de pesquisas minerais complementares, estudos e projetos de engenharia e gerência de implantação, as estimativas de inversões em gastos pré-operacionais, comuns às três alternativas, encontram-se sumarizadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Despesas pré-operacionais – Cenário A.

Discriminação	R\$ Mil		
	Modelo I	Modelo II	Modelo III
1. Pesquisas Minerais	110	230	397
Topografia	9	22	54
Sondagens	11	27	71
- Capeamento	2	5	15
- Rocha	9	22	56
Análises/Ensaio de Beneficiamento	90	181	272
2. Estudos e Projetos	292	661	1.058
3. Gerência de Implantação	584	1.323	2.118
TOTAL	986	2.214	3.573

Fonte: ConDet/MinaServ

5.2.1. Pesquisas Minerais

a) Topografia: Levantamento em escala de 1:1.000 com altimetria:

Modelos de Produção	Área 1.000 m ²	Custo R\$ Mil
Modelo I	150	9
Modelo II	400	22
Modelo III	1.000	54

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.

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.

Modelos de Produção	Metragem de Sondagem		Custo (R\$ Mil)		
	Capeamento	Rocha	Capeamento	Rocha	Total
Modelo I	120	300	2	9	11
Modelo II	320	800	5	22	27
Modelo III	800	2.000	15	56	71

c) Análises e Ensaio: A fim 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”

Ensaio de fragmentação de partículas individuais e britabilidade

Índice de trabalho de impacto

Índice de abrasividade de Bond

Densidade “in situ”.

Para realização destes ensaios, considera-se o número de 10 amostras no Modelo I, 20 no Modelo II e 30 no Modelo III:

Modelos de Produção	Análises e Ensaio (R\$ Mil)
Modelo I	90
Modelo II	181
Modelo III	272

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	11.672	292
Modelo II	26.442	661
Modelo III	42.365	1.059

5.2.3. Gerência de Implantação

Dispêndios estimados em 5% das inversões fixas:

Modelos de Produção	Gerência de Implantação (R\$ Mil)
Modelo I	584
Modelo II	1.322
Modelo III	2.118

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 na Tabela 8 a seguir:

Tabela 8 – 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
Necessidades ou Ativo Circulante	1.213	2.401	4.241	5.611	6.131	11.414	15.377
Caixa Mínimo	162	288	414	498	541	875	1.125
Contas a Receber	718	1.436	2.873	3.950	4.309	8.618	11.850
Estoques	333	677	954	1.163	1.281	1.921	2.402
Materiais de Consumo	56	95	189	260	266	531	730
Produtos em Elaboração	15	31	61	85	91	181	249
Produtos Finais	86	152	305	419	285	570	784
Peças e Materiais de Reposição	176	399	399	399	639	639	639
Recursos ou Passivo Circulante	707	1.359	2.551	3.464	3.589	6.973	9.530
Contas a Pagar	244	433	699	917	810	1.416	1.890
Impostos a Pagar	104	208	416	572	624	1.248	1.715
Desconto de Duplicatas	359	718	1.436	1.975	2.155	4.309	5.925
Capital de Giro Próprio	506	1.042	1.690	2.147	2.542	4.441	5.847

Fonte: ConDet/MinaServ

A descrição das estimativas do capital de giro encontra-se apresentada nos itens seguintes.

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 ¹	Caixa mínimo ²	Custo anual ¹	Caixa mínimo ²	Custo anual*	Caixa mínimo
Modelo I	4.286	162	-	-	-	-
Modelo II	7.610	288	10.940	414	13.437	498
Modelo III	14.275	541	23.093	875	29.707	1.125

Obs.: (2) = $[(1) / 264 \text{ dias/ano}] \times 10 \text{ dias}$

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

R\$ Mil

Modelos	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
	Receita anual ¹	Contas a receber ²	Receita anual ¹	Contas a receber ²	Receita anual ¹	Contas a receber ²
Modelo I	6.321	718	-	-	-	-
Modelo II	12.641	1.436	25.281	2.873	34.761	3.950
Modelo III	37.921	4.309	75.842	8.618	104.283	11.850

Obs.: (2) = $[(1) \times 0,5 \times 60 \text{ dias}] / 264 \text{ dias/ano}$

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 ¹ direto/ano	Materiais ² de consumo	Custo ¹ direto/ano	Materiais ² de consumo	Custo ¹ direto/ano	Materiais ² de consumo
Modelo I	2.062	56	-	-	-	-
Modelo II	3.330	95	6.659	189	9.156	260
Modelo III	8.818	266	17.637	531	24.250	730

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 t/mês ¹	Estoque R\$ mil ²	Produção t/mês ¹	Estoque R\$ mil ²	Produção t/mês ¹	Estoque R\$ mil ²
Modelo I	13.200	12	-	-	-	-
Modelo II	26.400	26	52.800	52	72.600	72
Modelo III	79.200	78	158.400	156	217.800	215

Obs.: (2) = (1) x 0,2 x CUL, onde CUL = Custo unitário de lavra – Modelo I: R\$ 5,45; II: R\$ 4,94; III: R\$ 4,94.

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

Modelos	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
	Produção t/hora ¹	Estoque R\$ mil ²	Produção t/hora ¹	Estoque R\$ mil ²	Produção t/hora ¹	Estoque R\$ mil ²
Modelo I	75	3	-	-	-	-
Modelo II	150	5	300	9	413	13
Modelo III	450	13	900	25	1.238	34

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\$ 13,02/t; II: R\$ 10,51/t; III: R\$ 9,26/t

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

Modelos	Estoques de Produtos em Elaboração (R\$ Mil)		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Modelo I	15	-	-
Modelo II	31	61	85
Modelo III	91	181	249

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 na Tabela 9.

Tabela 9 – Estoques de produtos finais.

Produtos	Modelo I		Modelo II		Modelo III	
	Produção	Estoques	Produção	Estoques	Produção	Estoques
	Mil t/a	t	Mil t/a	t	Mil t/a	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: ConDet/MinaServ

O valor dos estoques de produtos finais encontra-se demonstrado na Tabela 10.

Tabela 10 – Valor dos estoques de produtos finais.

Modelos de Produção	Custo Unitário	Valor do Estoques (R\$ mil)		
	R\$/t ¹	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Modelo I	27,07	86	-	-
Modelo II	24,03	152	305	419
Modelo III	15,00	285	570	784

Fonte: ConDet/MinaServ; Obs.: ¹Compreende 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:

Modelos	Inversões em Máquinas e Equipamentos	R\$ Mil Estoque de Peças e Materiais de Reposição		
		Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Modelo I	8.807	176	-	-
Modelo II	19.951	399	399	399
Modelo III	31.965	639	639	639

5.3.2. Recursos ou Passivo Circulante

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

R\$ Mil

Modelos	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
	Custo total/ ano ¹	Contas a pagar ²	Custo total/ ano ¹	Contas a pagar ²	Custo total/ ano ¹	Contas a pagar ²
Modelo I	4.288	244	-	-	-	-
Modelo II	7.613	433	12.298	699	16.135	917
Modelo III	14.256	810	24.919	1.416	33.271	1.890

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 a Tabela 11.

Tabela 11 – Impostos a pagar.

R\$ Mil

Modelos	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
	Impostos total/ano ¹	Impostos a pagar ²	Impostos total/ano ¹	Impostos a pagar ²	Impostos total/ano ¹	Impostos a pagar ²
Modelo I	915	104	-	-	-	-
Modelo II	1.830	208	3.659	416	5.032	572
Modelo III	5.489	624	10.978	1.248	15.095	1.715

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 em face ao desconto de duplicatas:

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

DD = Recursos de Giro oriundo de Desconto de Duplicatas

R\$ Mil

Modelos	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
	Receita total/ano ¹	Desconto de duplicatas ²	Receita total/ano ¹	Desconto de duplicatas ²	Receita total/ano ¹	Desconto de duplicatas ²
Modelo I	6.321	359	-	-	-	-
Modelo II	12.641	718	25.281	1.436	34.761	1.975
Modelo III	37.921	2.155	75.842	4.309	104.283	5.925

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 os regimes de dois ou de três turnos, os custos da mão-de-obra direta foram tomados proporcionalmente à produção, levando-se em consideração os acréscimos previstos na legislação trabalhista. 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 m³ de estéril escarificável para cada 10 m³ 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.

6.1.2. Lavra

A Tabela 12 apresenta a composição do custo direto de produção nas operações de lavra.

Tabela 12 – 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
Desmonte Primário	240	380	760	1044	1.136	2.271	3.122
Desmonte Secundário	20	41	82	112	122	245	336
Carga	345	658	1322	1820	1.978	3.957	5.434
Transporte	148	283	566	776	850	1.699	2.329
Diversos	110	202	403	554	607	1.215	1.667
Total	863	1.564	3.133	4.306	4.693	9.387	12.888

Fonte: ConDet/MinaServ

6.1.3. Beneficiamento

A Tabela 13 apresenta a composição do custo direto de produção nas operações de beneficiamento.

Tabela 13 – 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	81	161	321	442	485	969	1.330
Rebritagem	263	526	1.051	1.447	1.567	3.138	4.318
Classificação	69	138	276	380	413	827	1.134
Diversos	13	25	51	71	74	148	204
Total	426	850	1.699	2.340	2.539	5.082	6.986

Fonte: ConDet/MinaServ

6.1.4. Sumário do Custo Direto

A Tabela 14 apresenta a consolidação dos custos diretos estimados para cada um dos Modelos e Alternativas consideradas.

Tabela 14 – 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	643	656	1.309	1.802	801	1.600	2.197
Decapeamento	69	138	275	378	414	824	1.131
Lavra	863	1.564	3.133	4.306	4.693	9.387	12.888
Beneficiamento	426	850	1.699	2.340	2.539	5.082	6.986
Expedição	61	123	242	334	365	727	999
Custo Direto Anual	2.062	3.331	6.658	9.160	8.812	17.620	24.201
Produção (mil t/ano)	158,4	316,8	633,6	871,2	950,4	1.900,8	2.613,6
Custo direto unitário (R\$/ t)	13,02	10,51	10,51	10,51	9,27	9,27	9,26

Fonte: ConDet/MinaServ

6.2. Custos Indiretos

A composição dos custos indiretos de produção encontra-se apresentada na Tabela 15.

Tabela 15 – Composição do custo indireto de produção.

Itens de Custos	R\$ Mil/ano						
	Modelo I	Modelo II			Modelo III		
	Alt. A	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. A	Alt. B	Alt. C
Mão-de-Obra	1.042	2.087	2.713	3.341	2.261	2.939	3.614
Administração	393	1.051	1.368	1.682	1.051	1.368	1.679
Manutenção	355	355	462	567	454	590	726
Serviços Gerais	31	151	196	240	174	225	277
Almoxarifado	46	173	224	278	174	225	278
Segurança	135	135	176	217	135	176	216
Expedição	28	28	35	46	28	36	46
Vendas	54	194	252	311	245	319	392
Custos Administrativos	1.131	2.088	2.713	3.341	2.861	3.717	4.572
Manutenção	53	107	214	293	322	643	884
Total (R\$ Mil/ano)	2.226	4.282	5.640	6.975	5.444	7.299	9.070
Produção (Mil t/ano)	158,4	316,8	633,6	871,2	950,4	1.900,8	2.613,6
Custo Ind. Unit. (R\$/t)	14,05	13,52	8,90	8,01	5,73	3,84	3,47

Fonte: ConDet/MinaServ

6.3. Custo Total de Produção

A Tabela 16 consolida os custos totais de produção.

Custos	R\$ Mil/ano						
	Modelo I	Modelo II			Modelo III		
	Alt. A	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. A	Alt. B	Alt. C
Custo Direto	2.062	3.331	6.658	9.160	8.812	17.620	24.201
Custo Indireto	2.226	4.282	5.640	6.975	5.444	7.299	9.070
Custo Total	4.288	7.613	12.298	16.135	14.256	24.919	33.271
Produção (Mil t/ ano)	158,4	316,8	633,6	871,2	950,4	1.900,8	2.613,6
Custo total unitário (R\$/t)	27,07	24,03	19,41	18,52	15,00	13,11	12,73

Fonte: ConDet/MinaServ

7. ANÁLISE DE RENTABILIDADE E GERAÇÃO DE VALOR

Para cada uma das combinações expressas na Figura 1 (Item 3.2, pág. 350), 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

A Tabela 17 apresenta os principais parâmetros considerados na simulação do Cenário A.

Tabela 17 – Parâmetros adotados e indicadores de decisão – Cenário A.

Discriminação	Modelo I	Modelos/Alternativas - Cenário A					
		Modelo II			Modelo III		
	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 ⁶)	13,7	30,7	31,3	31,7	50,1	51,8	53,1
- Inversões Fixas	11,7	26,4	26,4	26,4	42,4	42,4	42,4
- Despesas Pré-Operacionais	1,0	2,2	2,2	2,2	3,6	3,6	3,6
- Capital de Giro	0,5	1,0	1,6	2,0	2,4	4,1	5,4
- Compensação Ambiental	0,5	1,1	1,1	1,1	1,7	1,7	1,7
Investimento/t de capacidade instalada (R\$/t)	86,49	96,91	49,40	36,39	52,71	27,25	20,32
Receita Bruta (R\$ 10 ⁶ /ano) ¹	6,3	12,6	25,3	34,8	37,9	75,8	104,3
Custo dos Prod. Vendidos (R\$10 ⁶ /ano)	4,3	7,6	10,9	13,4	14,3	23,1	29,7
- Custo Direto	2,1	3,3	6,6	9,1	8,8	17,6	24,3
- Custo Indireto	2,2	4,3	4,3	4,3	5,5	5,5	5,5
- Custo Unitário de Produção (R\$/t)	27,15	23,99	17,20	15,38	15,05	12,15	11,36
Depreciação e Amortização	1,2	2,8	2,8	2,8	4,4	4,4	4,4
Lucro Líquido/Receita líquida (%)	0	3,9	23,2	28,85	27,1	36,0	38,4
Lucro Líquido/Investimento total (%)	0	1,4	16,2	26,9	17,7	45,5	65,2
Taxa Interna de Retorno (% a.a.)	1,2	2,7	16,5	24,3	17,8	35,8	46,5
Prazo de Retorno " <i>Pay Back</i> " (anos)	19,3	17,2	5,3	3,7	4,9	2,6	2,1
Ponto de Equilíbrio (%) ^a	110,3	100,3	61,8	48,5	56,4	32,9	25,7
Geração de valor privado-VPL ^b a 12,5% a.a. (R\$M)	-6,7	-13,9	7,9	25,9	17,0	93,0	150,0
Geração de valor social-VPL a 6,0% a.a. (R\$M)	-7,8	-10,2	57,2	107,7	120,7	355,7	531,9

Fonte: ConDet/MinaServ; ^aOcupação da Capacidade Instalada; ^bVPL = Valor Presente Líquido

Para cada combinação Modelo/Alternativa, a Tabela 17 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 na Tabela 18, 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.

Tabela 18 – Taxa interna de retorno – Cenário A.

(% a.a.)

Modelos	Cenário A		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Modelo I	1,2	-	-
Modelo II	2,7	16,5	24,3
Modelo III	17,8	35,8	46,5

PDR: a Tabela 17 evidencia que 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 6 anos.

PDE: a Tabela 17 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 na Tabela 19 verifica-se um comportamento de sensíveis variações de VPL à medida em que se desloca entre as Alternativas ou entre os Modelos considerados.

Tabela 19 – Valor presente líquido a 12,5% a.a. – Cenário A.

(R\$ 10⁶)

Modelos	Cenário A		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Modelo I	-6,7	-	-
Modelo II	-13,9	7,9	25,9
Modelo III	17,0	93,0	150,1

7.2. Indicadores de Decisão para o Cenário B

Os principais parâmetros considerados na simulação do Cenário B, encontram-se apresentados na Tabela 20.

Tabela 20 – Parâmetros adotados e indicadores de decisão – Cenário B.

Discriminação	Modelo I	Modelos/Alternativas – Cenário B					
		Modelo II			Modelo III		
	Alt. A	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. A	Alt. B	Alt. C
Capacidade de Produção (Mil t ³ /ano)	153,7	307,4	614,8	845,4	921,9	1.843,8	2.535,2
Investimentos Totais (R\$ 10 ⁶)	15,4	32,6	33,3	33,7	52,6	54,5	55,9
- Inversões Fixas	13,3	28,1	28,1	28,1	44,5	44,5	44,5
- Despesas Pré-Operacionais	1,1	2,4	2,4	2,4	3,8	3,8	3,8
- Capital de Giro	0,5	1,0	1,7	2,1	2,5	4,4	5,8
- Compensação Ambiental	0,5	1,1	1,1	1,1	1,8	1,8	1,8
Investimento/t de capacidade instalada (R\$/t)	100,20	106,05	54,16	39,86	57,06	29,56	22,05
Receita Bruta (R\$ 10 ⁶ /ano) ¹	6,1	12,2	24,5	33,7	36,7	73,4	101,0
Custo dos Prod. Vendidos (R\$10 ⁶ /ano)	4,3	7,7	11,2	13,8	14,6	23,8	30,7
- Custo Direto	2,1	3,4	6,9	7,5	9,1	18,3	25,2
- Custo Indireto	2,2	4,3	4,3	4,3	5,5	5,5	5,5
- Custo Unitário de Produção (R\$/t)	27,98	25,05	18,22	16,32	15,84	12,91	12,11
Depreciação e Amortização	1,4	2,9	2,9	2,9	4,7	4,7	4,7
Lucro líquido/Receita líquida (%)	0	0,3	20,8	26,3	24,8	34,2	36,8
Lucro Líquido/Investimento total (%)	0	0,1	13,5	23,5	15,0	41,3	61,1
Taxa Interna de Retorno (% a.a.)	1,1	1,2	14,4	21,8	15,7	33,2	43,6
Prazo de Retorno "Pay Back" (anos)	19,2	19,2	6,0	4,1	5,5	2,8	2,2
Ponto de Equilíbrio (%) ^a	113,7	36,8	21,1	15,9	58,9	34,5	26,9
Geração de valor privado-VPL ^b a 12,5% a.a. (R\$M)	-7,4	-16,0	3,9	20,7	10,4	82,8	137,1
Geração de valor social-VPL a 6,0% a.a. (R\$M)	-11,7	-16,8	46,6	94,1	87,4	288,8	439,9

Fonte: ConDet/MinaServ; ^aOcupação da Capacidade Instalada; ^bVPL = Valor Presente Líquido.

Para cada combinação Modelo/Alternativa, a Tabela 20 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 na Tabela 21.

Tabela 21 – Taxa interna de retorno – Cenário B.

(% a.a.)

Modelos	Cenário B		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Modelo I	1,4	-	-
Modelo II	1,2	14,4	21,8
Modelo III	15,7	33,2	43,6

PDR: Nas condições do Cenário B, os PDRs situam-se em patamares superiores a 19 anos nas situações relativas ao Modelo I/Alternativa A e Modelo II/Alternativa A. Nos demais casos, o PDR apresenta-se igual ou inferior a 6 anos, conforme evidenciado na Tabela 20.

PDE: Da análise da Tabela 20 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 na Tabela 22.

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

(R\$ 10⁶)

Modelos	Cenário B		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Modelo I	7,4	-	-
Modelo II	-16,0	3,9	20,7
Modelo III	10,4	82,8	137,1

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

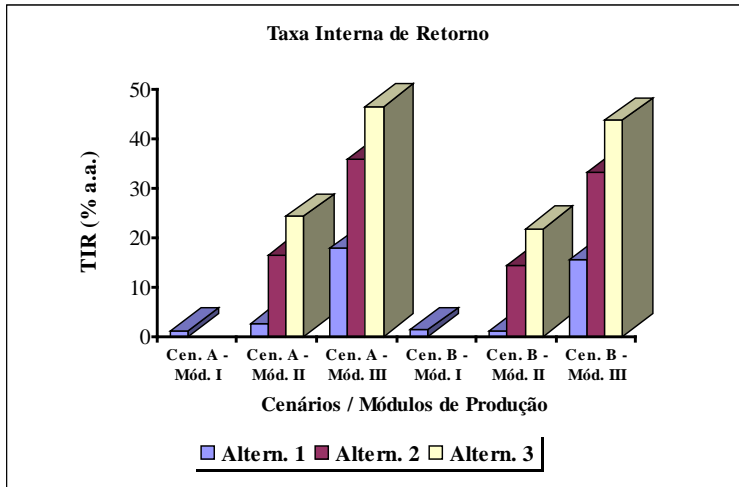


Figura 2 – Taxa interna de retorno.

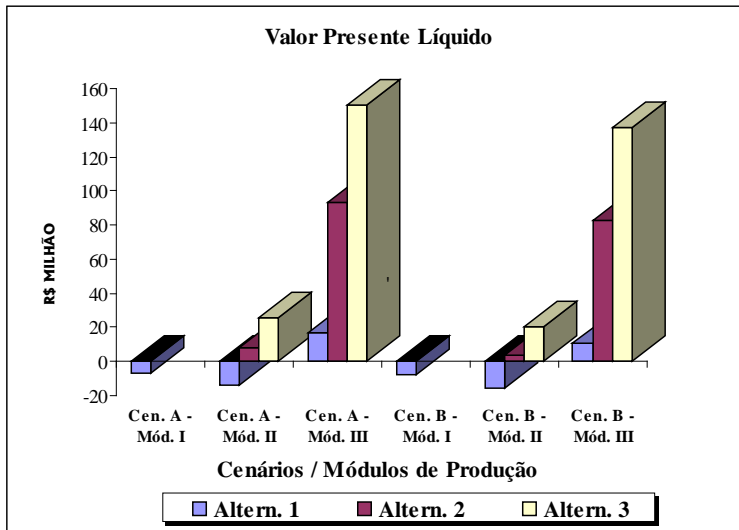


Figura 3 – Valor presente líquido – VPL.

Por sua vez, a Figura 4 apresenta a análise da variação da TIR segundo os Cenários, Modelos produtivos e Alternativas consideradas na simulação empreendida.

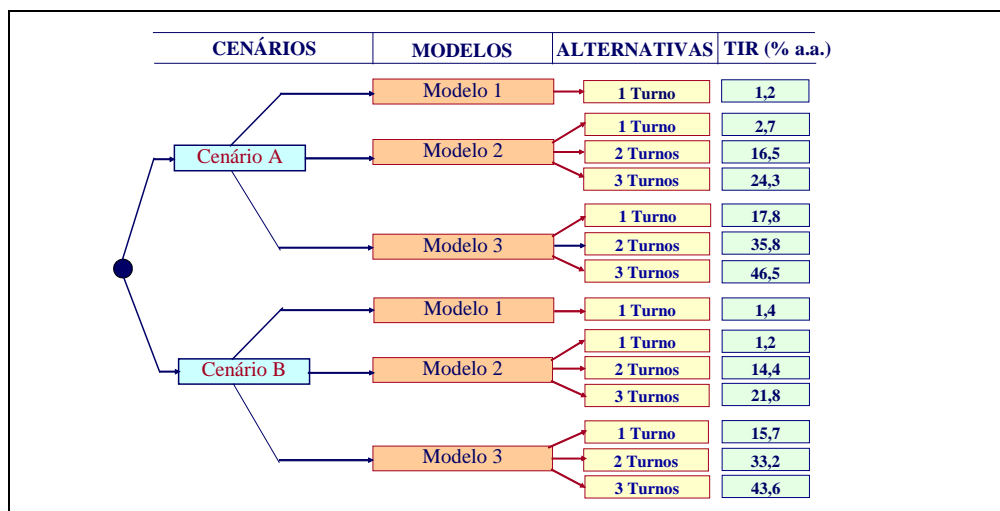


Figura 4 – Variação da TIR nas situações analisadas.

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 decorre 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 apresentada no item 6 evidenciou 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 7 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: A equiparação de 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.

Conforme já assinalado no Capítulo 20 deste Manual, cumpre 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:

- pólos produtores de agregados para construção civil devem ser enfocados como arranjos produtivos regionais compreendidos pelas respectivas cadeias industriais, envolvendo não apenas as operações de lavra, beneficiamento e comercialização de brita e areia (natural e manufaturada), como também os segmentos de consumo e comercialização intermediária, bem como o de produção secundária (reciclagem de ECD, além de outros possíveis rejeitos).

- 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.
- 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.
- 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, nº 32, outubro e novembro, 2005, p. 15-19.

CALAES, G., MARGUERON, C., PIQUET CARNEIRO, B. e GURGEL DO AMARAL, J. A. - Reversão Técnico-Econômica de Pólos Produtores de Agregados, Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano Sustentável. Areia & Brita, São Paulo, nº 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, nº 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, nº 35, setembro, p. 20-27.

REVISTA Areia & Brita, 1997/2007.