

PLINIO CRISTIANO CAMBOIM DE OLIVEIRA

**PRODUÇÃO DE AGREGADO COMO ALTERNATIVA PARA
PRODUTORES DE CORRETIVO DE SOLO DA GRANDE
CURITIBA.**

Dissertação apresentada à
Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo
para obtenção do título de
Mestre em Engenharia.

São Paulo 2000

PLINIO CRISTIANO CAMBOIM DE OLIVEIRA

**PRODUÇÃO DE AGREGADO COMO ALTERNATIVA
PARA PRODUTORES DE CORRETIVO DE SOLO DA
GRANDE CURITIBA.**

**Dissertação apresentada à
Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo
para obtenção do título de
Mestre em Engenharia.**

**Área Concentração:
Engenharia Mineral**

**Orientador:
Prof. Dr. Antônio José Nagle**

São Paulo 2000

À minha mãe Eny, meus irmãos Zé, Tony, Guto, Beka e Paulo. À memória de meu pai Luiz Carlos e da minha querida Vó Alzira. Em reconhecimento a todo apoio e carinho que sempre recebi. DEUS abençoe a todos.

AGRADECIMENTOS.

Ao fim de transpor uma grande e significativa etapa em minha vida, gostaria de registrar alguns agradecimentos.

Ao Prof. Dr. Antônio José Nagle, pela orientação e principalmente pelos ensinamentos que levarei para sempre.

À Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pela oportunidade concedida ao meu programa de mestrado.

A todos os professores, funcionários e colegas do Departamento de Minas da EPUSP, em especial ao Prof. Dr. Eduardo Camilher Damasceno e Prof. Dr. Lindolfo Soares, pelo apoio, incentivo e aprendizado recebido.

À bibliotecária Maria Cristina Martinez Bonesio, por toda atenção dispensada no decorrer dos meus estudos.

Aos senhores Riolando Fransolino e Riolando Fransolino Júnior, da Itacolombo Indústria e Comércio de Minérios Ltda, por permitir e compartilhar desse trabalho.

Ao geólogo Luis Tadeu Cava e bibliotecária Marlene Martelli, da Minerais do Paraná S/A, pelas informações e auxílio prestados.

Ao grande amigo e chefe, engenheiro de minas Renato Cesar Reveles Pereira, pela oportunidade de trabalhar, apoio incondicional e por todos os conhecimentos transmitidos ao longo desses anos na Terra Engenharia em Mineração.

Aos companheiros de Curitiba e da República Sinagoga de Ouro Preto, onde sempre encontrei incentivo e grandes amizades, que para sempre perpetuarão.

À toda minha família, mãe, irmãos, cunhadas, cunhado e sobrinhos, por todo apoio e alegria que sempre me proporcionaram.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para essa realização.

Muito obrigado a todos, sou eternamente grato.

SUMÁRIO

Lista de Tabelas	
Lista de Planilhas	
Lista de Figuras	
Lista de Gráficos	
Lista de Abreviaturas	
Resumo	
“Abstract”	
1. INTRODUÇÃO	01
2. METODOLOGIA	02
3. MERCADO DE ROCHA CALCÁRIA E SEUS DERIVADOS NO ESTADO DO PARANÁ	03
3.1. Usos e Conceitos do Calcário	03
3.2. Ocorrências de Calcário no Paraná	04
3.3. Mercado de Calcário no Estado do Paraná	06
3.3.1. Produção de Rocha Calcária	08
3.4. Mercado do Corretivo de Solo	09
3.4.1. Produção	09
3.4.2. Consumo	10
3.4.3. Preços Praticados	11
4. MERCADO DE AGREGADO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DO PARANÁ	13
5. PROJEÇÃO DO CONSUMO DE CORRETIVO DE SOLO E DE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL NA RMC	17
6. ANÁLISE DE COMPETITIVIDADE	23
6.1. Parâmetros Considerados	24
6.2. Resultados	25
7. USO DO CALCÁRIO PARA AGREGADO	31
8. ESTUDO DE CASO	36
8.1. Descrição das Atividades	36
8.2. Caracterização Mineral	40
8.3. Adaptação de Processo	46
8.4. Receitas e Custos Operacionais Estimados	51
8.5. Despesas de Comercialização	53
8.6. Análise Econômica	55
8.7. Análise de Sensibilidade	61
9. CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA	69

LISTA DE TABELAS.

Tabela 1	Classificação das rochas calcárias em função do conteúdo de MgO (%)	03
Tabela 2	Produção de rochas calcárias - Produção nacional x Produção paranaense (período 89 - 97)	08
Tabela 3	Destino industrial da rochas calcárias no Paraná (período 89-97)	09
Tabela 4	Classificação do porte das empresa de corretivo	10
Tabela 5	Distribuição dos municípios produtores de corretivo (89-98)	10
Tabela 6	Consumo de corretivo produzido no Paraná (89-98)	11
Tabela 7	Preço calcário dolomítico para corretivo – FOB (US\$/t)	12
Tabela 8	Série histórica de preços-corretivo a granel (Balcão US\$/t) (período 89-98)	12
Tabela 9	Consumo de agregado per capita em t/ano.	13
Tabela 10	Classificação do porte das empresas produtoras de agregado	13
Tabela 11	Estimativa da produção oficial de brita no Paraná	14
Tabela 12	Preço do agregado no Paraná, segundo MINEROPAR (FOB)	15
Tabela 13	Preço do agregado no Paraná, segundo DNPM (FOB)	15
Tabela 14	Preço do agregado na RMC, posto obra (CIF)	16
Tabela 15	População total e área em km ² , por município da Grande Curitiba	17
Tabela 16	Evolução demográfica da RMC	19
Tabela 17	Relação entre corretivo consumido e produção de grãos no Paraná (período 92-98)	22
Tabela 18	Comparativo do ensaio de compressão entre agregados de calcário e gnaisse	32
Tabela 19	Divisão da produção de ROM. (t/ano)	38
Tabela 20	Análise química	40
Tabela 21	Resultado da caracterização de agregado miúdo	40
Tabela 22	Caracterização física do agregado graúdo	41
Tabela 23	Ensaio de sanidade pelo sulfato de sódio	41
Tabela 24	Distribuição granulométrica – brita 1	41
Tabela 25	Distribuição granulométrica – brita 2	42
Tabela 26	Resultado dos ensaios de resistência a compressão	42
Tabela 27	Leituras do ensaio de reatividade potencial – brita 1	44
Tabela 28	Leituras do ensaio de reatividade potencial – brita 2	45
Tabela 29	Investimentos para conversão	48
Tabela 30	Reinvestimentos	50
Tabela 31	Custos operacionais de 1999	52
Tabela 32	Custo básico para agregado	53
Tabela 33	Análise de sensibilidade de preço e custo variável	62
Tabela 34	Análise de sensibilidade de preço e investimento	62

LISTA DE PLANILHAS

Planilha 1	Agregado de granito	26
Planilha 2	Corretivo	27
Planilha 3	Agregado de calcário	28
Planilha 4	Comparativo de custos (R\$/m ³)	29
Planilha 5	Margem de lucro bruta (R\$/m ³)	29
Planilha 6	Fluxo de caixa para o agregado	57
Planilha 7	Fluxo de caixa para o corretivo	59
Planilha 8	Comparativo dos resultados das opções	61

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1	Ocorrência de rochas carbonatadas no Paraná	05
Fig. 2	Localização e constituição da RMC	18
Fig. 3	Fluxograma Tratamento – Corretivo de Solo	39
Fig. 4	Fluxograma Tratamento – Agregado	49

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Comparativo de custos	29
Gráfico 2	Resultado do ensaio de reatividade potencial – brita 1	44
Gráfico 3	Resultado do ensaio de reatividade potencial – brita 2	45

LISTA DE ABREVIATURAS

a.a.	ao ano
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPC	Associação Brasileira dos Produtores de Cal
ANEPAC	Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil
ASTM	American Society for Testing and Materials
C.C.U.	Custo de Capital Unitário
C.O.U.	Custo Operacional Unitário
C.P.U.	Custo de Produção Unitário
COMEC	Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
DARF	Documentos de Arrecadação da Receita Federal
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
IAPSM	Informativo Anual sobre Produção de Substâncias Minerais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
ICMS	Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços
INTEC	Instituto de Pesquisa e Assessoria Tecnológica da PUC
IUM	Imposto Único sobre Minerais
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
LAMIR	Laboratório de Análises de Minerais e Rochas da UFPR
LAME	Laboratório de Materiais e Estruturas da UFPR/COPEL
MINEROPAR	Minerais do Paraná S/A.
NBR	Norma Brasileira Regulamentada
PROAGREGADOS	Programa de Desenvolvimento da Indústria de Agregados do Paraná
PRODECAL	Programa de desenvolvimento da Indústria da Rochas Calcárias do Paraná
PUC/PR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
REM	Relação Estéril/Minério
RMC	Região Metropolitana de Curitiba
ROM	Run of Mine
SINDEMCAP	Sindicato da Indústria de Extração de Mármore, Calcário e Pedreiras no Estado do Paraná
SNIC	Sindicato Nacional da Indústria do Cimento
UFPR	Universidade Federal do Paraná

RESUMO

A dinâmica no setor industrial, caracterizada por mudanças constantes em função de variações de mercado dos cenários econômicos, influencia diretamente o desempenho e lucratividade das empresas. Na última década de 1990, tais mudanças se acentuaram devido aos efeitos da globalização e da busca da estabilidade econômica, resultando numa exigente criatividade administrativa para se obter o sucesso almejado.

Para alguns setores, como o de corretivo de solo, que tradicionalmente operaram com uma gerência familiar e voltados exclusivamente as suas atividades originais, essas mudanças acarretaram alguns impactos imediatos negativos, através de uma retração de mercado e uma concorrência baseada somente em preços reduzidos.

Ter uma visão de oportunidades é fundamental para se manter ativo e conquistar uma rentabilidade crescente nos negócios. Diversificar a linha de produtos ofertados, sem abandonar a natureza fim da empresa, no caso mineração, pode trazer muitos benefícios.

Para tanto se faz necessário a análise da viabilidade técnico-econômica do projeto que se deseja desenvolver, no caso em estudo, a conversão da produção de calcário para corretivo de solo para a produção de agregado graúdo de uso na construção civil.

Deve ser analisado todo o contexto em que se insere os mercados de cada produto, como localização da indústria, consumidor final a ser atingido, preços, demanda, capacidade instalada, custos de produção e a difícil tarefa de se projetar esses itens para o futuro, além de verificar possíveis restrições ao uso desse mineral como agregado. Por outro lado, precisa-se avaliar ainda as condições técnicas de realizar essa mudança, iniciando-se pelas características das reservas minerais, pelos sistemas operacionais e os investimentos necessários, traduzindo-se todas essas informações em uma análise econômica da proposta.

Para o setor de corretivo de solo do Paraná que concentra-se na Região Metropolitana de Curitiba, essa alternativa mostra-se com boas perspectivas. Baseando-se em um estudo de caso, os resultados trazem um aumento efetivo da rentabilidade, além de ter maior flexibilidade a variações de preço, custos e investimentos.

ABSTRACT

The dynamics in the industrial sector, characterized by constant changes according to market fluctuation of economic situations, directly influence a company's development and its profitability. Within the last decade, such changes were emphasized due to the effects of globalization and to the search for economic stability, resulting in a demanding administrative creativity to reach the desired success.

In some sectors, such as the soil conditioner sector, which traditionally operated under family management exclusively focused to their original activities, these changes caused some immediate negative impacts, through a market retraction and competition based solely on reduced prices.

It is extremely important to have an opportunistic vision to maintain fundamental business activities and achieve a growing profitability in business. To diversify the line of products offered, without disregarding the purpose of the company, such as in the case of mining, can bring many benefits.

Therefore, a feasibility study of the project to be developed is necessary, as in this case study, the conversion of the calcareous production to soil conditioner for the production of coarse aggregate for construction purposes.

The context in which the products of each market are placed should be analyzed. Areas such as industry location, the final consumer to be reached, prices, demand, installed capacity, production costs and the difficult task to project these items for the future, besides checking for possible restrictions in the use of this mineral as an aggregate. On the other side, the technical capacity of each company to make this change needs to be evaluated, starting by mineral reserves characteristics, the operational systems and necessary investments, then presenting all of this information in a proposed economic analysis.

For Parana's sector of soil conditioner, concentrated in Curitiba's metropolitan area, this alternative shows good prospects. Based on a case study, the results bring an effective profitability increase and greater flexibility of change in terms of price, costs and investments.

1. INTRODUÇÃO.

O sucesso de uma indústria está diretamente ligada a sua administração, a conduta ética comercial e profissional e principalmente a participação no mercado, seja mantendo, aumentando ou na busca de novos nichos ou oportunidades.

No setor mineral não é diferente. A competitividade entre empresas para se manter no negócio é cada vez maior. A partir da abertura de mercado e da queda da inflação, existe cada vez mais a procura de qualidade e diminuição de custos, objetivando o aumento da rentabilidade e a diferenciação do empreendimento.

Particularmente no mercado de calcário para corretivo de solo do Estado do Paraná vem ocorrendo nos últimos anos uma guerra de preços, em virtude da concorrência entre um grande número de empresas. Com isso a margem de lucro tem sido muito pequena, ocorrendo inclusive em alguns casos, a venda abaixo do custo de produção, somente para haver um giro financeiro para o minerador.

A tendência é de sobrevivência somente das empresas mais estruturadas e com maior escala de produção. Uma alternativa para a melhoria desses empreendimentos é agregar mais valor ao seu produto final, enobrecendo suas características ou a busca de outras aplicações da sua matéria-prima.

O objetivo do presente trabalho, é analisar uma alternativa para a exploração de calcário no Paraná, especificamente na Região Metropolitana de Curitiba - RMC, através da conversão da produção atual de corretivo de solo para a produção de agregado graúdo de uso na construção civil.

Esta proposição se justifica pelas características mercadológicas, preços praticados e custos envolvidos de cada produto, levando-se ainda em conta, outras questões de ordem tecnológica, tais como possíveis restrições ao uso de brita de rocha carbonatada.

A análise será corroborada em um estudo de caso, desenvolvido para as reservas minerais de dolomito, pertencentes a Itacolombo Indústria e Comércio de Minérios Ltda.

2. METODOLOGIA.

A análise da viabilidade da proposta exige abordar diversas questões, afim de se obter indicadores e dados que representem da melhor forma, todo o contexto integrante do estudo.

Inicialmente é caracterizado o setor de corretivo de solo no Paraná e de agregado na RMC, buscando-se definir números de suas produções, preços e projeções de demanda.

Posteriormente será feito um comparativo entre projetos de mineração de calcário para corretivo ou agregado e de granito para agregado, visando-se saber previamente da competitividade financeira da opção proposta.

Depois avalia-se a potencialidade de uso de rocha calcária como brita, definindo-se seus pontos favoráveis e suas restrições, visto que na região de Curitiba não há o hábito dessa utilização.

Passa-se então ao estudo de caso, descrevendo-se a situação atual da empresa, em relação a sua reserva e caracterização mineral, processos utilizados e produtos finais, além do levantamento de seus custos.

Em seguida analisa-se como é feito a conversão de processo para fabricação de agregado e os investimentos necessários, projetando-se também os custos envolvidos a partir dos atuais.

Com posse de todos os dados, passa-se a avaliar economicamente a alternativa sugerida, concluindo-se por sua viabilidade ou não.

3. MERCADO DE ROCHA CALCÁRIA E SEUS DERIVADOS NO ESTADO DO PARANÁ.

3.1. CONCEITO E USOS DO CALCÁRIO.

Conceitualmente o termo calcário é utilizado para definir as rochas carbonatadas compostas essencialmente por calcita e aragonita (carbonato de cálcio - CaCO_3) e dolomita (carbonato de cálcio e magnésio - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), podendo conter como impurezas, silicatos, sulfetos, sulfatos e óxidos, além de matéria orgânica, OLIVEIRA (1999).

Dependendo dos teores de óxidos de cálcio e magnésio, as rochas assumem características mais cálcicas ou mais magnesianas, sendo bastante raros na natureza os tipos cálcicos ou magnesianos puros. Em sentido amplo, rocha calcária é aquela que contém mais de 50% de carbonatos de cálcio ou cálcio e magnésio.

A presença das impurezas é que motiva a maioria das classificações das rochas carbonatadas. Este tema é fruto de muitos trabalhos realizados, onde os autores utilizam-se de parâmetros diferentes para alcançar tais objetivos. As principais classificações datam de 30 a 40 atrás, destacando-se entre outros autores Pettijohn, Folk, Bigarella, Dunham, Leighton & Pendexter e Wright, ALBRECHT (1996). A mais comum e usual leva em consideração o teor de óxido de magnésio no carbonato, proposta por PETTIJOHN (1957), subdividido em cinco grandes classes (tabela 1).

Tabela 1

Classificação das rochas carbonatadas em função do conteúdo de MgO (em %).

Rochas Carbonatadas	Classificação de PETTIJOHN - % MgO
Calcário Calcítico	0,0 a 1,1
Calcário Magnesiano	1,1 a 2,1
Calcário Dolomítico	2,1 a 10,8
Dolomito Calcítico	10,8 a 19,5
Dolomito	19,5 a 21,6

Fonte: PETTIJOHN (1957)

No presente trabalho, toma-se a liberdade de se referir genericamente às rochas carbonatadas como calcários, rochas calcárias ou dolomitos, procurando-se abranger todas as suas denominações de forma objetiva e compreensiva.

Pode-se dizer que o mineral industrial calcário possui uma das maiores gamas de aplicação tanto na indústria de transformação como em usos mais diretos.

Suas aplicações incluem desde as indústrias cimenteiras, cal, corretivo de solo e construção civil, indo para aplicações nas indústrias de siderurgia, metalurgia, química, petrolífera, cerâmica, saneamento, papel, vidro, tintas, plásticos, explosivos e perfumaria entre outras.

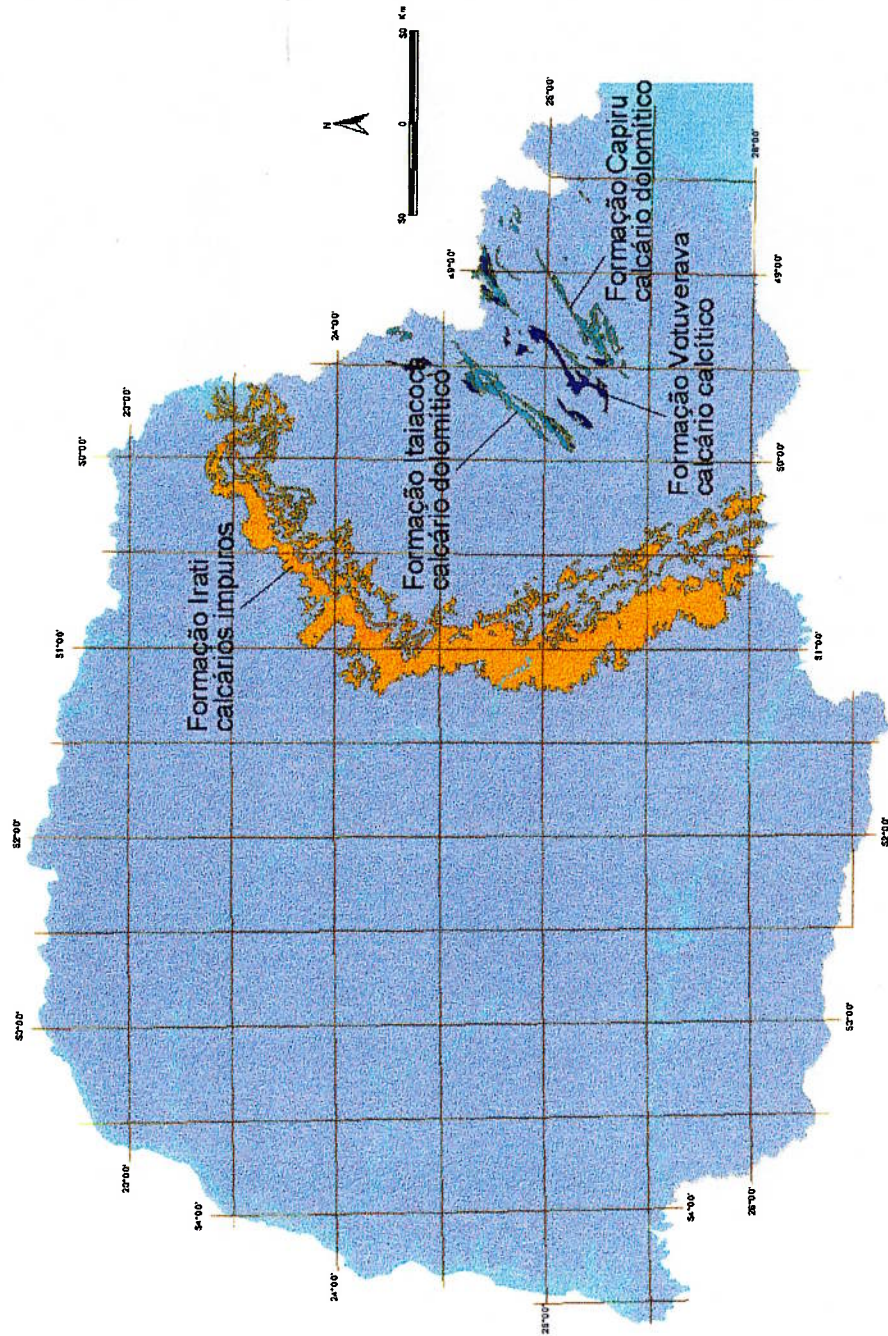
Para cada aplicação, as especificações técnicas são as mais variadas, os pontos fundamentais são em relação a composição química e granulométrica.

3.2. OCORRÊNCIAS DE CALCÁRIO NO PARANÁ.

O Estado do Paraná possui segundo o Anuário Mineral Brasileiro (1997b), a 3ª posição nacional em reservas minerais de rochas calcárias.

Suas características químicas variam desde o calcário calcítico até os dolomitos. São identificadas três faixas de ocorrência distintas em terrenos de baixo grau metamórfico, PELLENZ (1994). A Formação Itaiacoca (faixa noroeste), Formação Votuverava (faixa central) e Formação Capiçu (faixa sudeste), todas pertencentes ao Grupo Açungui do período do Proterozóico Superior.

Ainda pode-se observar uma outra ocorrência de rocha calcária de origem sedimentar, pertencente à Formação Irati constituinte da Bacia do Paraná. A figura 1, mostra a distribuição dessas ocorrências no Estado.



Fonte: OLIVEIRA (1999) **Fig. 1. Ocorrência de rochas carbonatadas no Paraná**

3.3. MERCADO DE CALCÁRIO NO ESTADO DO PARANÁ.

O início da exploração do calcário no Paraná surgiu com o objetivo de fabricação da cal. Nos arquivos do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM¹ o primeiro processo referente a exploração de calcário foi no ano de 1941, com o número 317/41 pertencente a Companhia de Cimento Portland Rio Branco. É comum observar na região os primeiros fornos de barranco, até hoje utilizados. Posteriormente na década de 50, com a intensificação do setor agrícola houve o aumento da produção para uso como corretivo de solo.

Atualmente pode-se dividir o mercado de calcário no Estado do Paraná em dois setores. O primeiro é o setor cimenteiro, com duas grandes indústrias em atividade e reservas abundantes. O outro é para fabricação da cal e principalmente do corretivo agrícola, sendo fornecedor para a região sul e Estados de São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. O setor de corretivo e cal, utilizam basicamente como matéria-prima o calcário dolomítico e dolomitos, com poucas exceções de calcário calcítico.

No setor de corretivo de solos e cal, as empresas são em quase sua maioria absoluta, familiares com forte presença de descendência italiana, que passam de pais para filhos. Atualmente nestas, está na administração a segunda geração e, em alguns casos, a terceira geração está começando a assumir a direção. Os mineradores situam-se na Região Metropolitana de Curitiba em maior número e, ainda, nos municípios de Ponta Grossa e Castro.

Como citado anteriormente, as características mercadológicas dos produtos envolvidos, são a base para o estudo. De um modo geral, existe uma grande dificuldade em se obter dados fidedignos para relatar o mercado mineral e também estimar suas tendências.

A melhor fonte para acompanhamento deste mercado no Estado, é da Minerais do Paraná S.A - MINEROPAR, empresa de economia mista vinculada a Secretaria de Estado da Indústria e do Comércio, Ensino Superior, Ciência e Tecnologia, caracterizando-se por ser uma instituição do governo no setor mineral, cabendo a esta, o papel de levantar e divulgar os dados oficiais relativos a economia mineral do Paraná.

¹ Consulta pessoal no 13º distrito do DNPM.

As dificuldades para obtenção de dados mais apurados é clara. Tanto o setor de corretivo como de agregados, caracterizam-se por inúmeras empresas, que por muitas vezes por receio ou desatenção não respondem questionários estatísticos ou declaram de forma errônea o Relatório Anual de Lavra ao DNPM, importante documento para prestar informações do setor. Além disso surgem casos inclusive de clandestinidade no exercício da atividade.

Sistematicamente a MINEROPAR fazia seus levantamentos através dos Documentos de Arrecadação da Receita Federal - DARF, onde era recolhido o Imposto Único Sobre Minerais - IUM. Com sua extinção, a tributação passou a ser através do Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS, que não permite a obtenção de dados específicos do setor mineral, DIAS (1993).

Para melhorar a coleta dos dados foi lançado mão do Decreto Estadual nº 7589 de 16/01/91 que obrigou os produtores a responder o Informativo Anual Sobre Produção de Substâncias Minerais - IAPSM, mas sem prever sanções, descaracterizando de certa forma a obrigatoriedade, ficando muitos questionários sem respostas, DIAS (1993).

Recentemente a MINEROPAR vem desenvolvendo uma série de trabalhos para diagnosticar o setor mineral paranaense. O objetivo principal é o fortalecimento dos mineradores com a difusão junto a estes, de atitudes para melhorar sua produtividade e agregar mais valor a seus produtos. Entre outros trabalhos estão sendo desenvolvidos o PRODECAL - Programa de Desenvolvimento da Indústria das Rochas Calcárias do Paraná e o PROAGREGADOS - Programa de Desenvolvimento da Indústria de Agregados do Paraná.

Resultante de uma primeira etapa desses projetos, foram elaborados os relatórios² de diagnóstico dos setores por OLIVEIRA et al. (1999) e RIBAS et al. (1999), contendo as informações como produção, consumo e destino industrial. São desses trabalhos, as bases de dados utilizadas para caracterizar o mercado de corretivo de solo e agregado, e suas projeções para o estudo.

² PRODECAL – Perfil da Indústria de Rochas Calcárias e PROAGREGADOS – Perfil da Indústria de Agregados.

3.3.1. PRODUÇÃO DE ROCHA CALCÁRIA.

Segundo as estatísticas do DNPM, o Paraná constitui-se no 3ª maior produtor nacional de rochas calcárias, respondendo em 1996, pela lavra da ordem de 8 milhões de toneladas, correspondendo em torno de 11 % da produção nacional de 75 milhões de toneladas. Os maiores produtores no mesmo ano de minério bruto foram, os Estados de Minas Gerais com 27 milhões de toneladas e São Paulo com 15 milhões de toneladas aproximadamente, OLIVEIRA (1999).

Segundo as estatísticas do DNPM, a produção média do Paraná, no período de 89 a 96 ficou em torno de 9% da produção nacional. Os dados levantados pela Mineropar, revelam que as quantidades de rochas calcárias produzidas no Estado foram sempre superiores em relação aos valores declarados pelo anuário do DNPM, no mesmo período. Essa diferença pode estar relacionada a produção de corretivo de solo que não deve estar computada nas declarações do DNPM, OLIVEIRA (1999).

A tabela 2 mostra a série histórica da produção no período de 1989 a 1997, comparando os dados nacional e estadual considerados nos Anuários Mineraiis do DNPM e do cadastro da MINEROPAR, em seu último levantamento estatístico do setor.

Tabela 2
Produção de rochas calcárias (bruta - t)
Produção nacional x Produção paranaense (Período 89 - 97)

ANO	Anuário DNPM Prod. Nacional	Anuário DNPM Prod. Paranaense	Prodecal- MINEROPAR
89	60.083.757	5.170.540	8.762.881
90	57.810.212	4.789.036	7.970.605
91	62.875.031	5.984.255	8.715.402
92	67.816.986	5.682.493	8.702.214
93	71.522.205	6.913.256	10.142.612
94	76.436.226	6.803.821	10.852.012
95	78.138.739	6.790.372	9.487.304
96	74.490.773	8.020.067	11.134.485
97	-	*9.617.262	12.923.678
Total	549.173.929	59.771.102	88.691.193

Fonte: OLIVEIRA et al. (1999) * produção estimada

A produção de rocha calcária no Estado do Paraná destina-se principalmente para a indústria cimenteira, seguido da utilização para corretivo agrícola, cal e outras aplicações como indústria química, tintas e rações.

No período compreendido entre 1989 e 1997, a participação de cada setor ficou dividida em 46% para o cimento, 39 % para corretivo, 13 % para cal e 3 % para os outros setores.

Pode-se observar assim, que a produção de calcário concentra-se principalmente em setores tradicionalmente conhecidos, deixando-se um grande leque de possíveis mercados para outras aplicações mais elaboradas.

A tabela 3, mostra o destino industrial da produção de calcário no Paraná dos anos de 1989 à 1997.

Tabela 3
Destino industrial das rochas calcárias no Paraná (Período 89-97)

ANO	Cimento (t)	Corretivo (t)	Cal (t)	Outros (t)	Total (t)
89	3.976.657	3.583.987	883.924	318.313	8.762.881
90	3.837.779	2.790.887	1.071.835	270.104	7.970.605
91	3.972.029	2.954.744	1.224.416	564.213	8.715.402
92	3.454.412	3.964.395	961.852	321.555	8.702.214
93	4.203.720	4.719.141	936.208	283.543	10.142.612
94	4.078.352	5.296.481	1.287.883	189.296	10.852.012
95	4.737.782	3.238.759	1.398.641	112.122	9.487.304
96	5.491.190	3.976.381	1.560.742	106.172	11.134.485
97	6.196.225	4.887.768	1.735.545	104.140	12.923.678
Total	39.948.146	35.412.543	11.061.046	2.269.458	88.691.193

Fonte: OLIVEIRA et al. (1999)

3.4. MERCADO DO CORRETIVO DE SOLO.

3.4.1. PRODUÇÃO.

O mercado produtor de calcário para corretivo de solo, conta com aproximadamente 64 empresas, sendo que 30 destas também atuam na produção da cal. A produção é muito variada entre as empresas. Segundo o Sindicato da Indústria de Extração de Mármore, Calcário e Pedreiras no Estado do Paraná - SINDEMCA, a atual capacidade instalada de produção é da ordem de 9.000.000 de t/ano, OLIVEIRA

(1999). Propondo uma forma de caracterizar a capacidade de produção do setor DIAS (1993), classificou as empresas segundo a tabela 4:

Tabela 4
Classificação do porte das empresas de corretivo.

EMPRESA	PRODUÇÃO t/ano
Grande Porte	> 100.000
Médio Porte	20.000 < e < 100.000
Pequeno Porte	< 20.000

Fonte: DIAS (1993).

A produção de corretivo de solo, é concentrada na RMC com destaque para Almirante Tamandaré e nos municípios de Ponta Grossa e Castro. Historicamente a produção de corretivo se distribuiu no período de 1989 à 1998, conforme apresentado na tabela 5.

Tabela 5
Distribuição dos municípios produtores de corretivo. (89-98)

Ano	Almirante Tamandaré	Castro	R. Branco Sul	Colombo	Campo Largo	Ponta Grossa	Total
89	1.249.140	703.576	652.349	637.181	292.770	48.971	3.583.987
90	972.718	547.882	507.990	496.180	227.983	38.134	2.790.887
91	1.029.828	580.049	537.815	525.311	241.368	40.373	2.954.744
92	1.381.725	778.255	721.589	704.812	323.846	54.168	3.964.395
93	1.611.440	946.696	876.312	837.561	388.657	58.475	4.719.141
94	1.752.560	1.077.143	946.912	1.016.010	438.119	65.737	5.296.481
95	1.126.859	703.948	674.406	539.955	157.591	36.000	3.238.759
96	1.232.346	1.095.992	769.529	648.413	211.591	18.510	3.976.381
97	1.433.782	1.233.231	1.204.668	666.407	296.638	53.042	4.887.768
98	1.159.345	1.113.430	798.946	586.833	208.032	21.088	3.887.674
Total	12.949.743	8.780.202	7.690.516	6.658.663	2.786.595	434.498	39.300.217

Fonte: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária no Paraná apud Oliveira et al. (1999)
SINDEMCA - apud Oliveira et al. (1999)
Produção em toneladas.

3.4.2. CONSUMO.

Em relação ao consumo, 60 % do corretivo de solo produzido é consumido dentro do Paraná e 40% abastecem outros Estados. A tabela 6 mostra o consumo do corretivo agrícola produzido no Paraná, por unidade da federação no período de 1989 à 1998. Com isso, conclui-se que o mercado de corretivo agrícola não se restringe a uma região, sendo que o consumidor final está distante do produtor a centenas de

quilômetros, ao contrário do que acontece com os agregados. Logicamente existe um valor do frete a ser pago.

Tabela 6
Consumo de corretivo produzido no Paraná (89-98)

Ano	PR	SC	SP	RS	MT	MS	Outros	TOTAL
89	1.868.848	719.441	279.402	455.530	110.993	149.773		3.583.987
90	1.522.879	542.097	285.509	235.795	71.232	133.375		2.790.887
91	1.832.008	432.295	276.687	195.650	33.701	184.403		2.954.744
92	2.073.497	844.906	292.117	432.113	109.186	212.576		3.964.395
93	2.812.442	633.904	342.227	526.243	78.143	326.182		4.719.141
94	3.481.415	617.303	371.552	353.728	84.452	293.976	94.055	5.296.481
95	1.840.307	603.658	341.967	234.710	28.904	189.213		3.238.759
96	2.422.240	454.859	476.671	211.985	77.906	271.894	60.826	3.976.381
97	2.895.100	610.938	413.811	446.844	41.726	381.228	98.121	4.887.768
98	2.405.872	460.425	292.218	260.135	33.308	299.640	136.076	3.887.674
Total	23.154.608	5.919.826	3.372.161	3.352.733	669.551	2.442.260	389.078	39.300.217

Fonte: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária no Paraná (apud) Oliveira et al. (1999)
SINDEMCA (apud) Oliveira et al. (1999)
Consumo em toneladas.

3.4.3. PREÇOS PRATICADOS.

Uma das maiores dificuldades que os produtores de corretivo encontram é em relação ao preço de venda e a sazonalidade das vendas.

Em relação ao preço, acontecem dois fatores básicos. Primeiro existem empresas informais e outras com falta de profissionalização, o que torna a concorrência destrutiva, aliado ainda a algumas empresas de grande porte dominantes no mercado. Segundo, como o consumidor fica distante, existe a incidência do frete no preço final. Assim ocorre pressão para a diminuição do valor do corretivo posto mina/usina.

A sazonalidade concentrando as vendas entre os meses de abril a outubro, também é um fator prejudicial a formação dos preços de venda e ao melhor planejamento da mina e da capacidade instalada das indústrias.

Historicamente como observa-se na tabela 7, a queda nos preços do corretivo agrícola de calcário dolomítico pela cotação do dólar da época é constante, sendo praticado atualmente com uma margem de lucro muito pequena, ou em alguns casos igualando-se ao custo de produção.

Tabela 7
 Calcário dolomítico para corretivo - FOB (*US\$/t)

Ano	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
Média	8,53	8,07	7,99	7,72	7,23	6,45	6,41	5,77	5,47	5,21

Fonte: Secretaria da Agricultura do Paraná, apud Oliveira et al. (1999)

* US\$ do ano

Para o ano de 1999, o preço oscilou na faixa de R\$ 6,00 a R\$ 7,00 por tonelada, acompanhando a evolução dos últimos anos, segundo informações de produtores³.

Em contrapartida, o preço para o consumidor final tem um comportamento diferente, principalmente pelo custo do transporte, que é basicamente o rodoviário, com algumas pequenas exceções de uso ferroviário. Na tabela 8, acompanha-se a evolução dos preços entregue na propriedade praticados no período de 1989 a 1998.

Tabela 8
 Série histórica de preços - corretivo a granel (Balcão US\$/t)
 (Período 89 - 98)

ano	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
média	18,26	18,26	21,91	16,24	19,19	20,77	23,41	21,37	20,55	20,01

Fonte: Secretaria da Agricultura do Paraná, apud Oliveira et al. (1999)

Preço Balcão: custo do produto beneficiado, incluindo frete e transporte

³ Pesquisa verbal com produtores da RMC.

4. MERCADO DE AGREGADO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DO PARANÁ.

Como no restante do país, o consumo de agregados para construção civil no Estado do Paraná está bem defasado das médias mundiais de consumo. Informações do Instituto Brasileiro de Mineração-IBRAM, apud FABIANOVICZ (1998), apontam que para um padrão de conforto, cada indivíduo necessita de cerca de 10 t/ano de bens minerais, sendo que 4,2 toneladas de brita e 3,9 toneladas de areia e cascalho.

Os dados conhecidos do Paraná, colocam-no em patamares bem inferiores, como observar-se na tabela 9.

Tabela 9
Consumo de agregado per capita em t/ano.

Substância	Brasil	Paraná	Países Industrializados
Areia/Cascalho	0,6	0,34	3,9
Brita	0,6	0,45	4,2
Total	1,2	0,79	8,1

Fonte: Associação Nacional da Indústria Cerâmica apud RIBAS et al. (1999)

Partindo da classificação feita pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, DIAS (1993) também classificou as empresas produtoras de agregado no Paraná, fazendo algumas adaptações principalmente em relação ao porte das grandes empresas. Resultado desta classificação mostra-se na tabela 10.

Tabela 10
Classificação do porte das empresas produtoras de agregado

Bem Mineral	Micro	Pequena	Média	Grande
AREIA (m ³ / ano)	< 500	500<e<10.000	10.000<e<50.000	> 50.000
BRITA (m ³ / ano)	< 5.000	5.000<e<30.000	30.000<e<100.000	> 100.000

Fonte: DIAS (1993)

A produção de agregado graúdo no Estado do Paraná, é feito em grande parte a partir dos maciços graníticos, granodioríticos, gnaisses e migmatitos do Litoral e Primeiro Planalto, onde está inserida a RMC, os diques de diorito e diabásio que cortam os sedimentos da Bacia do Paraná no Segundo Planalto e basaltos e diabásios do grande vulcanismo fissural no Terceiro Planalto.

Resultante dos dados históricos aferidos pela MINEROPAR, RIBAS (1999), estima a produção oficial de brita no Paraná, ponderando as médias produtivas das 74 empresas cadastradas no Estado, obtendo o número de 1.625.274 m³ por ano, apresentado na tabela 11.

Tabela 11
Estimativa da produção oficial de brita no Paraná

	Porte das Empresas				TOTAL
	Grande	Médio	Pequeno	Micro	
% no número total de empresas	3	21	43	33	100
Número de produtores estimados	2	16	32	24	74
Produção média por empresa - m ³ /ano	175.305	47.835	14.553	1.817	19.217
Produção estimada m³/ano	350.610	765.360	465.696	43.608	1.625.274

Fonte: RIBAS (1999)

DIAS (1993), no levantamento do perfil mineral do Estado, tabulou os 12 principais municípios produtores de brita, entre os quais, 6 pertencem a RMC. Em 1990, o volume gerado desses 6 municípios correspondeu a 40% do total produzido no Paraná.

Baseando-se na estimativa oficial do Estado, com 1.625.274 m³/ano e considerando-se que a RMC participa com 40% desse total, calcula-se que a produção dessa região, situa-se por volta de 650.000 m³/ano ou **54.000 m³/mês**.

Porém, na publicação da Areia & Brita (1997), a produção na RMC é da ordem de **250.000 m³** por mês, dividida por 16 empresas. Se considerarmos que a concentração urbana e de renda da região é umas das maiores do Paraná, seu consumo certamente está acima da média estadual quanto nacional, RIBAS (1999). A falta de dados disponíveis

mais apurados ou fontes com critérios diferentes, dificultam uma estatística real, assim podem surgir disparidades de informações como neste caso.

A respeito dos preços praticados, os dados históricos disponíveis para a brita, posto mina, esbarram nas diversas mudanças cambiais ocorridas durante a década de 80 até meados da década de 90. Trabalhando-se com dados da MINEROPAR⁴, a partir do ano de 1995, já com a moeda do real em circulação plena, levanta-se os preços praticados como mostra a tabela 12.

Tabela 12
Preço do agregado no Paraná, segundo MINEROPAR (FOB).

Ano	Valor Prod. (R\$)	Valor ICMS (R\$)	Produção (m ³)	Valor Unitário (R\$/ m ³) * icms incluso
95	12.562.457	1.668.420	1.228.571	11,61
96	8.833.470	1.237.988	790.246	13,10
97	7.545.265	841.086	624.703	12,62
Total	28.941.192	3.747.494	2.643.520	12,44

Fonte: MINEROPAR – arquivos internos.

Outra fonte é o Anuário Mineral Brasileiro (1997a e 1996), onde encontra-se os dados referentes ao valor da produção de 1995 e 1996, como apresenta-se na tabela 13.

Tabela 13
Preço do agregado no Paraná, segundo DNPM (FOB).

Ano	VALOR DA PRODUÇÃO					
	Produção Bruta		Produção Beneficiada		Total Geral	
	Unit. R\$/m ³	Total R\$	Unit. R\$/m ³	Total R\$	R\$	US\$
1995	6,28	548.571	10,07	30.512.100	31.060.671	33.909.029
1996	9,67	1.007.556	11,18	21.535.497	22.543.053	22.453.240

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro - DNPM (1997a e 1996)

Especificamente para a RMC, a tabela 14 apresenta dados sobre preços praticados posto na obra.

⁴ Consulta a arquivos internos sem publicação.

Tabela 14
Preço do agregado na RMC, posto obra (CIF).

Tipo	Setembro 98 (R\$/m³)	Setembro 99 (R\$/m³)	Média 98/99 (R\$/m³)
Brita n ^o 0	17,50	17,50	17,50
Brita n ^o 1	21,80	18,80	20,30
Brita n ^o 2	21,30	18,30	19,80
Brita n ^o 3	21,80	18,80	20,30
Brita n ^o 4	21,60	18,60	20,10
Pó de Pedra	17,70	17,70	17,70
Pedrisco Grosso/Fino	21,90	17,90	19,90
Rachão/Pedra de Mão	18,20	17,20	17,70
Média	20,22	18,10	19,16

Fonte: Engenharia e Construção (1999 e 1998).

Portanto pode-se estimar um preço de venda médio do agregado de aproximadamente R\$ 18,00 à R\$ 19,00 por m³ posto obra e aproximadamente R\$ 11,00 à R\$ 13,00 por m³ posto mina, confirmado por produtores⁵.

⁵ Consulta verbal a produtores da RMC.

5. PROJEÇÃO DO CONSUMO DE CORRETIVO DE SOLO E DE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL NA RMC.

A Região Metropolitana de Curitiba foi criada em 1973 pela Lei Complementar nº 14, originalmente com quatorze municípios. Atualmente conta com 25 municípios ocupando uma área de 13.230 km². Localizada no Primeiro Planalto Paranaense, ela se estende desde a divisa com o Estado de Santa Catarina ao sul até a divisa com o Estado de São Paulo ao norte, como observa-se na figura 2.

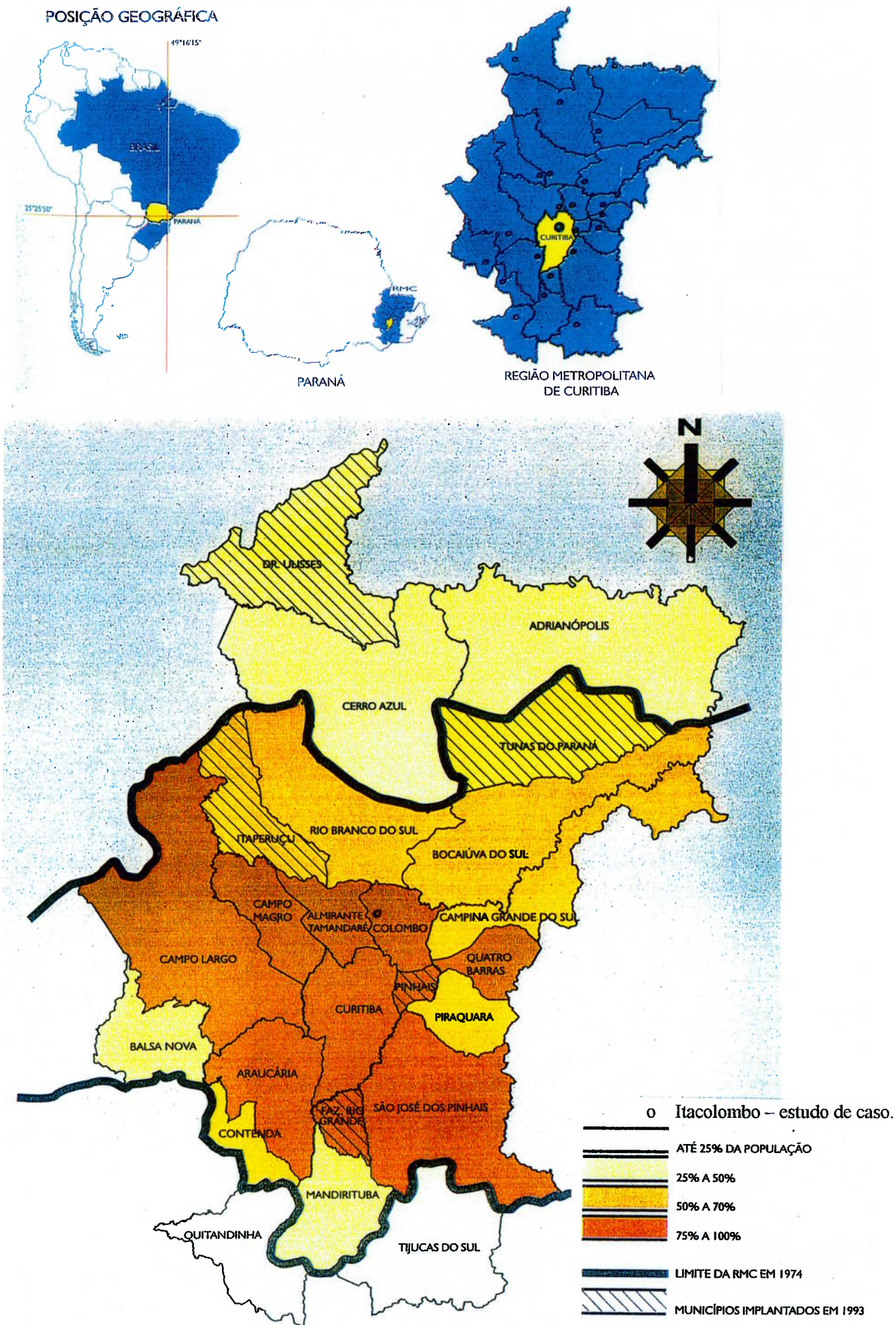
A maior parte do território, cerca de 70%, é considerada como zona de mananciais ou de preservação ambiental, o que torna as questões ambientais parâmetros fundamentais no planejamento da região.

Dados do Censo Demográfico do IBGE, relativos ao ano de 1996, indicam que a RMC concentra cerca de 27% da população total do Estado do Paraná; sendo que 91% da população total da RMC pertence à cidade de Curitiba e aos municípios limítrofes (tabela 15), formando uma concentração urbana contínua, FABIANOVICZ (1998).

Tabela 15
População total e área em km², por município da Grande Curitiba

Município	Área km ²	População	% da RCM	Dens. Dem.
Almirante Tamandaré	523	71.782	2,97	137,25
Araucária	461	74.976	3,10	162,63
Campo Largo	1.192	82.443	3,41	69,16
Colombo	199	153.583	6,36	771,77
Curitiba	432	1.465.698	60,68	3.392,81
Fazenda Rio Grande	127	45.009	1,86	354,40
Pinhais	66	89.272	3,70	1.352,60
Piraquara	224,85	52.462	2,17	238,46
São José dos Pinhais	899	167.286	6,93	186,08
Total	4.123,85	2.202.511	91,17	534,09
Total RMC	13.528,46	2.415.565	-	185,28
Estado do Paraná	198.156	8.985.981	-	45,34

Fonte: IBGE 1996, apud FABIANOVICZ (1998)



Fonte: COMEC **Fig. 2. Localização e constituição da RMC**

A Região Metropolitana de Curitiba e o Estado do Paraná apresentaram um crescimento bastante acentuado na década de 90, impulsionado principalmente pela grande industrialização, caracterizado pela vinda de três grandes montadoras de automóveis (Renault, Volkswagen/Audi e Chrysler). A previsão até 1999 era ter 15 bilhões de dólares investidos no Estado, segundo FURTADO (1998) e estão programados mais 23,2 bilhões de dólares em investimentos entre 1998 a 2005, sendo 258,80 milhões de dólares em construção civil, segundo ALVES; ORICOLLI (1999).

Logicamente este desenvolvimento é acompanhado pela evolução demográfica da RMC, que no período de 1991-1996, cresceu a uma taxa média anual de 3,4%, com destaque para o município de Fazenda Rio Grande, com taxa de 12,6%, METRÓPOLIS EM REVISTA (1999). Mantendo-se este crescimento, estima-se a população urbana em 2010, na faixa de 3.070.000 habitantes, COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA (1997). Na tabela 16, pode-se observar a evolução demográfica da Grande Curitiba.

Tabela 16
Evolução demográfica da RMC

Município	Distância a Curitiba	POPULAÇÃO				
		1960	1970	1980	1991	1996
Almirante Tamandaré	17 km	10.102	15.299	34.168	66.034	71.782
Araucária	27 km	16.526	17.117	34.799	62.581	74.976
Campo Largo	32 km	7.964	34.405	54.839	72.067	82.443
Colombo	19 km	32.071	19.258	62.881	117.937	153.583
Curitiba	-	356.830	609.026	1.024.975	1.315.035	1.465.698
Faz. Rio Grande	19 km	-	4.500	6.302	25.065	45.009
Pinhais	7 km	-	7.972	35.406	75.536	89.272
Piraquara	22 km	11.554	13.281	35.234	31.346	52.462
S. J. Pinhais	15 km	28.735	34.124	70.634	127.413	167.286
Total	-	473.541	754.982	1.359.238	1.893.014	2.202.511

Fonte: COMEC, apud FABIANOVICZ (1998)

- Consumo de agregados para construção civil na RMC.

Verificando-se este crescimento, a necessidade de consumo de bens minerais, principalmente de agregados, é indiscutível e, como acontece em outras metrópoles, a questão do desenvolvimento urbano com a exploração mineral também gera conflitos, podendo ser agravado se não houver um bom planejamento de uso e ocupação do solo.

Projetar consumo e preços é uma tarefa bastante difícil, principalmente no país que mesmo com uma certa estabilidade econômica, está sempre envolto em crises ou dificuldades administrativas, refletindo sempre na economia geral da nação.

Para o mercado de brita, não há nenhuma projeção publicada para a RMC. Como estimativas pode-se usar algumas relações de consumo conciliadas com alguns parâmetros conhecidos, como descreve-se a seguir:

a) Relação Brita x Cimento.

Segundo MINAS GERIAS (1999), para quantificar o consumo de brita, utiliza-se duas relações básicas:

$$1. \text{ edificações} - 2,17 \text{ m}^3 / \text{ tonelada de cimento consumido; e (1)}$$

$$2. \text{ rodovias} - 5.500 \text{ m}^3 / \text{ km pavimentado} \quad (2)$$

Se observarmos o consumo de cimento do Estado do Paraná, nos anos de 1996 e 1997, segundo dados do SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO (1998), a média é de **2.405.430** toneladas anuais. Considerando ainda que a população da RMC é de 27% do total do Estado, ter-se-á então que o consumo na RMC é da ordem de **650.000** toneladas anuais. Assim, para o caso de edificações, haveria um consumo de brita aproximado de:

$$2,17 \times 650.000 = \mathbf{1.410.500 \text{ m}^3} \text{ de brita/ano, ou} \quad (3)$$

$$1.410.500 : 12 = \mathbf{117.542 \text{ m}^3} \text{ de brita/mês} \quad (4)$$

Somando a esta demanda, pode-se ainda considerar que um dos programas de governo municipal é a pavimentação de 1.000 km entre asfalto e anti-pó, assim em um período de governo há a demanda de mais:

$$5.500 \times 1.000 = \mathbf{5.500.000 \text{ m}^3} \text{ de brita} \quad (5)$$

$$5.500.000 : 4 = \mathbf{1.375.000 \text{ m}^3} \text{ de brita/ano} \quad (6)$$

Chega-se a um consumo total aproximado de **232.125 m³** de brita/mês.

b) Segundo FABIANOVICZ (1998), a projeção do consumo de areia na RMC é da ordem de 180.000 toneladas por mês. Considerando-se o consumo médio⁶ de aproximadamente 1,08 t de brita para 1 tonelada de areia, tem-se para edificações:

$$1,08 \times 180.000 = \mathbf{194.400 \text{ t brita/mês}} \quad (7)$$

ou, considerando a densidade aparente do material britado (tanto de calcário ou granito), como 1,6 t/m³, ter-se-á:

$$194.400 : 1,6 = \mathbf{121.500 \text{ m}^3 \text{ brita/mês}} \quad (8)$$

c) Em Minérios & Minerales (1999), indica-se que o consumo na Grande São Paulo é de 4 t de agregado/ano/hab. Igualando-se este consumo para Curitiba, então sua produção necessitaria ser de 9.662.260 toneladas de agregados. Considerando-se que a proporção de brita e areia⁶ é de 52% e 48%, haveria então o consumo de **5.024.375 t** de brita/ano ou **3.140.235 m³** de brita/ano ou **261.686 m³** de brita/mês.

Apesar da variação dos índices de consumo, conforme as relações usadas, pode-se acreditar que existe um mercado seguro para a comercialização de agregado graúdo na RMC, visto sua evolução demográfica, aliada principalmente a investimentos de industrialização e bem estar social. Este consumo deve situar-se em primeiro instante na faixa de 250.000 m³/mês, devendo ter um acréscimo conforme o desenvolvimento da região, cujos indicadores são bastante otimistas.

- Consumo de corretivo de solo no Paraná.

Já para o corretivo de solo, um bom indicador do mercado é a produção agrícola, obedecendo praticamente um ciclo, com picos de produção a cada três anos no Paraná. Na tabela 17 observa-se esta correlação, que projeta consumo expressivo no ano 2000 e 2003, com valores acima da média dos últimos anos, devendo-se situar na faixa de 3.000.000 de toneladas anuais. Segundo MINERAIS do PARANÁ S/A (1994), a demanda efetiva de corretivo no Paraná é de 1,08 t/ha/ano, enquanto a necessidade média é de 2 t/ha/ano. LOPES (1990), calcula para cultura de soja um valor de 3,3 t/ha. Por estes dados e considerando-se que a área de lavoura no Estado é de 5,5 milhões de

⁶ Relação entre dados do IBRAM, apresentados no capítulo 4 – consumo de 4,2 t de brita e 3,9 t de areia.

hectares, PARANÁ (1999), observa-se que existe um mercado ainda a ser suprido, de pelo menos o dobro do consumido nos últimos anos.

Tabela 17
Relação entre corretivo consumido e produção de grãos no Paraná (Período 92 - 98)

Ano	Corretivo Consumido (t)	Produção de Grãos (t)
92	2.073.497	
92/93		15.928.000
93	2.812.442	
93/94		17.089.000
94	3.481.415	
94/95		17.769.000
95	1.840.307	
95/96		17.236.000
96	2.422.240	
96/97		17.990.000
97	2.895.100	
97/98		19.117.000
98	2.405.872	
Média	2.561.553	17.521.500

Fonte: Secretaria da Agricultura do Paraná, apud Oliveira et al. (1999)

6. ANÁLISE DE COMPETITIVIDADE.

A partir dos dados básicos de mercado apresentados anteriormente, com relação a produção, consumo e preços, pode-se tirar as seguintes conclusões:

a) O mercado de corretivo de solo no Paraná e de agregado na RMC tem bom potencial para crescer. Se considerarmos as necessidades de uso de cada um (2 t/ha/ano de corretivo e 4,2 t/ano/hab. de brita) existe uma grande demanda reprimida, visto que são consumidos nos níveis de 1,08 t/ha/ano de corretivo e 1,9 t/ano/hab de brita⁷, ou seja, abaixo dos indicados para consumo;

b) O preço de corretivo de solo posto mina tem se mantido ligeiramente estável nos últimos anos, entre R\$ 6,00 a R\$ 7,00 por tonelada. Não existe previsão de um aumento de preço, devendo-se manter estes valores, com algumas correções pertinentes ao aumento de custo de produção;

c) O preço do agregado posto mina também tem se mantido estável nos últimos anos, na faixa entre R\$ 11,00 a R\$ 13,00 por m³ e também não mostrando sinais de aumento a curto prazo;

d) Em um primeiro instante, pode-se acreditar que o desenvolvimento do mercado de agregado possui uma tendência a ser absorvida mais rapidamente, isto em função de sua aplicação ser imediata, dependendo somente do setor da construção civil, o qual encontra-se em expansão na RMC. Já para o corretivo, além de incentivos gerais para a agricultura, viabilizando a compra pelo agricultor deste insumo, ainda existe todo um ciclo para sua aplicação, obedecendo safras e culturas, caracterizando sua utilização em prazos anuais.

Aliado a estes fatores, tem-se o custo de produção, que a princípio, difere principalmente no beneficiamento de cada produto. Para a produção do corretivo, existe as fases de lavra, britagem, classificação e moagem. Em relação ao agregado ocorre somente a lavra, britagem e classificação, não existindo a moagem, que consome muita energia elétrica, havendo neste ponto uma diferença básica no custo de produção.

⁷ Considerando projeção de consumo de brita calculada no capítulo 5 – (250.000 m³/mês)

Deste modo, pode-se esperar uma melhor margem de lucro para a produção de agregados em relação a produção de corretivo de solo.

Neste capítulo irá tentar-se aprofundar esta avaliação dos resultados obtidos pela produção de agregados (à partir de granito e também calcário) e pela produção de corretivo de solo, através da estimativa dos custos de produção, incluindo custo de capital e custo operacional.

Nesta simulação irá se estimar os investimentos e custos operacionais, para as três opções. Toma-se como base casos hipotéticos de um empreendimento para produção de agregado (granito e calcário) com capacidade de 15.000 m³ por mês e outro de corretivo agrícola com capacidade de 20.000 toneladas por mês. Ambos os casos enquadram-se com volume de produção proporcional a metade do produzido pelas maiores empresas da região, que situam-se na faixa de 30.000 m³/mês para brita e 50.000 t/mês para corretivo.

Para efeito desta comparação, a vida útil será considerada igual para os três casos, sendo de 15 anos. Os valores praticados de investimento e custos, foram estimados através de informações de revendedores de equipamentos, prestadores de serviços, trabalhos de planejamento de lavra e planos de aproveitamento econômico na região.

O parâmetro comparativo de competitividade utilizado é o Custo de Produção Unitário - C.P.U., que será melhor quanto menor o valor. O C.P.U. é o resultado do somatório do custo operacional unitário e o custo de capital unitário. O custo de capital unitário leva em consideração as anuidades do investimento durante a vida útil, dividido pela produção anual. Em todos os casos a medida unitária é o m³.

A estimativa do custo de produção de agregado de rocha calcária foi feito considerando os mesmos investimentos da produção de agregado de granito, mas os custos de exploração característicos do calcário.

6.1. PARÂMETROS CONSIDERADOS.

Para efeito deste estudo, considerou-se:

a) Para as devidas transformações as densidades “in situ” e aparente, conforme FABRICA DE AÇO PAULISTA (1994), para granito, calcário, pedra britada e calcário moído;

b) Os investimentos de equipamentos cotados em revendedores e revistas do ramo;

c) Os custos de lavra foram levantados a partir de serviços de terceirização e de beneficiamento a partir de dados de projetos similares;

d) A relação de porcentagem de instalação e projetos foi obtido segundo MACHADO (1997);

e) A relação estéril/minério - REM, considerou-se maior no calcário, por suas características cársticas, onde é comum a presença de “bolsões” de material argiloso entre as dissoluções da formação, ALBRECHT (1996).

6.2. RESULTADOS.

Nas planilhas 1; 2; 3 e 4 pode-se acompanhar as estimativas das três alternativas e a comparação entre si. Verifica-se que o empreendimento para corretivo, possui um C.P.U. maior de todos, seguido do empreendimento de granito para agregado e calcário para agregado.

Planilha 1 - Agregado de granito

MINERAL	GRANITO	Uso	Agregado
		Produção	
Câmbio R\$/US\$ (nov/99)	1,95	m ³ /mês	15.000
Vida Útil (anos)	15	m ³ /ano	180.000
Taxa Atratividade (%a.a.)	12%	t/mês	24.000
Fator Empolamento	1,69	t/ano	288.000
REM (m ³ /m ³)	0,25	D. Ap. moído t/m ³	1,4
Decapeam. (R\$/m ³ in situ)	2,00	D. in situ t/m ³	2,7
Perf./Desm. (R\$/m ³ in situ)	2,40	D. Ap t/m ³	1,6
	R\$	R\$/m³	R\$/t
INVESTIMENTO			
Carregadeiras (2)	400.000		
Caminhões (2)	330.000		
Perfuratriz (1)	50.000		
Compressor (1)	90.000		
Sist. Britagem (1)	700.000		
Sist. Moagem	-		
sub-total	1.570.000		
Instalação (20%)	140.000		
Projeto/Gerenciam. (6%)	235.500		
TOTAL	1.945.500		
Invest. Anual Equivalente	285.647		
Custo Capital Unitário – CCU		1,59	0,99
Custo Operacional Unitário – COU			
Mina			
Decapeamento		0,30	
Perf./Desmonte		1,42	
Carga/Transporte		2,80	
sub-total 1		4,52	
Usina			
Britagem		1,00	
Moagem		00,0	
sub-total 2		1,00	
Total - Custo Operacional Unitário		5,52	3,45
CUSTO DE PRODUÇÃO UNITÁRIO		7,11	4,44

Planilha 2 - Corretivo

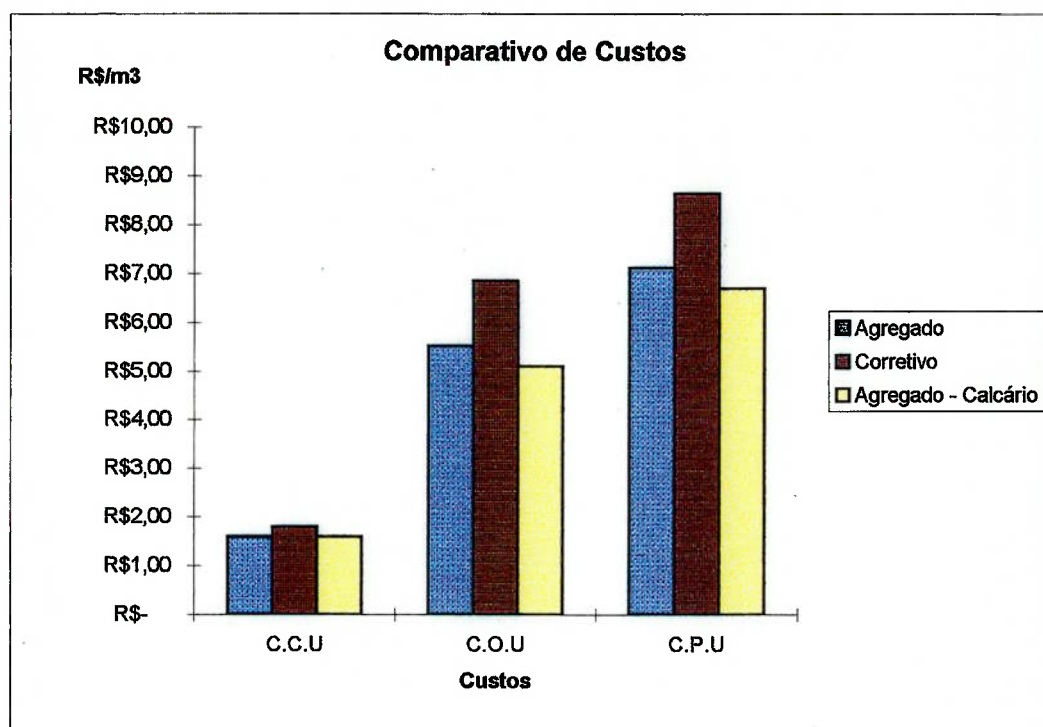
MINERAL	CALCÁRIO	Uso	Corretivo Solo
		Produção	
Câmbio R\$/US\$ (nov/99)	1,95	t/mês	20.000
Vida Útil (anos)	15	t/ano	240.000
Taxa Atratividade (%a.a.)	12%	m ³ /mês	14.286
Fator Empolamento	1,69	m ³ /ano	171.429
REM (m ³ /m ³)	0,45	D.Ap.moído t/m ³	1,4
Decapeam.(R\$/m ³ in situ)	2,00	D. in situ t/m ³	2,7
Perf./Desm. (R\$/m ³ in situ)	1,80	D.Ap t/m ³	1,6
	R\$	R\$/m³	R\$/t
INVESTIMENTO			
Carregadeiras (2)	400.000		
Caminhões (2)	330.000		
Perfuratriz (1)	50.000		
Compressor (1)	90.000		
Sist. Britagem (1)	640.000		
Sist. Moagem (1)	170.000		
sub-total	1.680.000		
Instalação (20%)	162.000		
Projeto/Gerenciam. (6%)	252.000		
TOTAL	2.094.000		
Inv. Anual Equivalente	307.450		
CustoCapital Unitário – CCU		1,79	1,28
Custo Operacional Unitário – COU			
Mina			
Decapeamento		0,53	
Perf./Desmonte		1,07	
Carga/Transporte		2,70	
sub-total 1		4,30	
Usina			
Britagem		0,80	
Moagem		1,75	
sub-total 2		2,55	
Total - Custo Operacional Unitário		6,85	4,43
CUSTO DE PRODUÇÃO UNITÁRIO		8,64	5,71

Planilha 3 - Agregado de calcário

MINERAL	CALCÁRIO	Uso	Agregado
		Produção	
Câmbio R\$/US\$ (nov/99)	1,95	t/mês	24000
Vida Útil (anos)	15	t/ano	288000
Taxa Atratividade (a.a.)	12%	m ³ /mês	15.000
Fator Empolamento	1,69	m ³ /ano	180.000
REM (m ³ /m ³)	0,45	D. Ap. moído t/m ³	1,4
Decapeam. (R\$/m ³ in situ)	2,00	D. in situ t/m ³	2,7
Perf./Desm. (R\$/m ³ in situ)	1,80	D. Ap t/m ³	1,6
	R\$	R\$/m³	R\$/t
INVESTIMENTO			
Carregadeiras (2)	400.000		
Caminhões (2)	330.000		
Perfuratriz (1)	50.000		
Compressor (1)	90.000		
Sist. Britagem (1)	700.000		
Sist. Moagem (1)	-		
sub-total	1.570.000		
Instalação (20%)	140.000		
Projeto/Gerenciam. (6%)	235.500		
TOTAL	1.945.500		
Inv. Anual Equivalente	285.647		
Custo Capital Unitário - CCU		1,59	0,99
Custo Operacional Unitário - COU			
Mina			
Decapeamento		0,53	
Perf./Desmonte		1,07	
Carga/Transporte		2,70	
sub-total 1		4,30	
Usina			
Britagem		0,80	
Moagem		00,0	
sub-total 2		0,80	
Total - Custo Operacional Unitário		5,10	3,18
CUSTO DE PRODUÇÃO UNITÁRIO		6,69	4,18

Planilha 4 - Comparativo de custos (R\$/m³)

	C. C. U.	C. O.U.	C. P. U.
Agregado – Granito	1,59	5,52	7,11
Corretivo	1,79	6,85	8,64
Agregado – Calcário	1,59	5,10	6,69

Gráfico 1 – Comparativo de custos

Considerando-se os preços de venda dos produtos iguais aos apresentados anteriormente, com a devida transformação para R\$/m³ para o corretivo, pode-se calcular a margem de lucro bruta, ou seja, a diferença entre custo de produção unitário e preço de venda de cada alternativa, como apresentado na planilha 5.

Planilha 5 - Margem de lucro bruta (R\$/m³)

	Preço Venda	C.P.U	Margem Bruta
Agregado – Granito	12,00	7,11	4,89
Corretivo	9,80	8,64	1,16
Agregado – Calcário	12,00	6,69	5,31

Nota-se que para o cálculo da margem bruta, não são levados em consideração as despesas administrativas e comerciais. Pode-se também presumir que os valores dessas despesas entre as três alternativas, não devem ter uma diferenciação acentuada, conseqüentemente não tendo grande influência na comparação do resultado da margem bruta entre elas.

Analisando-se tanto o custo de produção unitário, quanto a margem de lucro bruta, verifica-se que a alternativa de produção de agregado de calcário, a princípio é a mais atraente entre as três. Posteriormente aparece a produção de agregado de granito, seguindo pela produção de corretivo de solo.

7. USO DO CALCÁRIO PARA AGREGADO.

O objetivo deste capítulo é analisar as possíveis restrições tecnológicas à utilização do calcário como agregado. Nota-se que em muitos casos estas restrições são muito mais de natureza cultural do que tecnológica.

O termo agregado cobre uma variedade de materiais usados na indústria de construção. Podem ser definidos como materiais granulares de forma e volume variados, relativamente inertes que podem ser usados com agentes aglomerantes, geralmente cimentos e asfaltos, para formar materiais de construção como concretos, concretos asfálticos ou argamassas. Também podem ser usados em construção em estado não-ligado, podendo serem constituídos de materiais naturais ou artificiais, BROWN (1995) e FRAZÃO; PARAGUASSU (1998). Para apresentar um bom desempenho, os agregados devem atender a alguns requisitos de qualidade. Em algumas regiões o uso do calcário para brita é bem aceito e bastante difundido.

Especificamente na RMC não se verifica o uso de rochas calcárias como brita, principalmente por uma descrença do consumidor sobre sua qualidade e desempenho no seu uso. Os materiais aceitos normalmente são provenientes de granitos, gnaisses, migmatitos e basaltos, este último também não muito comum na região.

Porém técnicos da MINEROPAR, Areia & Brita (1998a), acreditam no uso do calcário como agregado, principalmente para viabilizar a sua produção pelos produtores de corretivo, que devido ao mercado sazonal poderiam manter a atividade durante todo o ano. Para isso realizou testes em seus laboratórios que atestam que o concreto feito com brita de calcário é tão bom quanto concreto feito com granito ou gnaisse.

Já na região de Belo Horizonte, segundo Areia & Brita (1998b), está havendo um aumento do uso do calcário para a construção civil, pois existem várias minerações para fabricação de cimento e cal. Conseqüentemente o uso para agregado vem como subproduto, pois nem toda reserva possui especificações para a industrialização do cimento e cal. Com um consumo estimado de 5 milhões de toneladas anuais, existem 16 pedreiras na região de Belo Horizonte e Sete Lagoas, sendo que 12 produzem a partir do calcário, participando com aproximadamente 70% do mercado.

GRAVES et al. apud Jornal da Cal (1994), afirmam que agregados de granito tratados com hidróxido de cálcio melhoram as propriedades de cimentação. Basicamente este tratamento seria um banho de solução de hidróxido de cálcio nas britas, seguido de sua secagem. Os pesquisadores esclarecem que nos concretos de cimento portland, quando os agregados são rochas carbonatadas parece haver um ambiente químico propício ao aparecimento de uma interface para ligações entre os produtos de hidratação do cimento e as britas. Este princípio é transferido aos agregados de granito através do tratamento.

A idéia do uso de calcário como agregado já existe a tempos. Em 1972, a ICAL - Indústria de Calcinação S/A, já publicava seus estudos a respeito, conforme DRUMMOND (1972). Afirmava-se que o emprego de britas de calcário para concreto é perfeitamente aceitável, porém ressaltava que como qualquer outro material é importante que os agregados estejam isentos de pó, rocha decomposta e outros elementos estranhos. Os resultados dos ensaios de compressão realizados conforme o método MB-2 da ABNT e rompidos segundo o método MB-3, com britas de calcário e gnaiss aos 28 dias, mostravam em média os seguintes valores da tabela 18, DRUMMOND (1972).

Outra característica apresentada neste estudo mostra que a ruptura em tensões altas, nos concretos com calcário passam pela brita, partindo-a e nos com gnaiss a ruptura acontece entre as britas. Isto é devido ao fato de que o calcário tem uma absorção maior do que o gnaiss. Assim, a aderência da argamassa aos elementos de brita de calcário é maior.

Tabela 18

Comparativo do ensaio de compressão entre agregados de calcário e gnaiss.

Rel. água/cimento (l/kg)	Brita de Calcário (kg/cm ²)	Brita de Gnaiss (kg/cm ²)
0,4	426	420
0,5	310	320
0,6	210	205
0,7	175	182

Fonte: DRUMMOND (1972)

JUNQUEIRA et al. (1995), caracterizaram os calcários do Distrito Federal para uso em pavimentação, destacando-se o dolomito, satisfazendo todas as propriedades de

resistência à compressão uniaxial, porosidade, expansibilidade, resistência ao atrito e esmagamento, abrasão “Los Angeles”, adesividade, densidade e granulometria. As ressalvas feitas são de agregados oriundos dos tipos laminados para uso em revestimento. Mas de modo geral, esta restrição é aplicável a todos os tipos de calcário, pois na capa asfáltica existe uma tendência mesmo a minerais não lamelares a desenvolverem este aspecto devido ao desgaste ocasionado pelo rolamento de veículos, prejudicando o revestimento da pavimentação. Nas demais camadas do pavimento podem ser usados sem preocupação.

COELHO et al. (1995), também concluiu pelo uso de calcário na Paraíba para obras rodoviárias, principalmente na estabilização de bases e indicando que o uso no concreto betuminoso à quente pode ter resultados satisfatórios, mas que necessitam trechos experimentais para avaliar o comportamento sob a ação de cargas e intempéries.

Da mesma forma que no pavimento, o uso como lastro pode ter restrições devido a potencialidade da criação de formas lamelares. Já em construções de maior porte, como barragens e pontes, exigem-se rigorosas especificações, seja para agregado de qualquer rocha.

Outro uso comprovado do calcário como agregado, foi através dos estudos da TECMIX – TECNOLOGIA de CONCRETO E ARGAMASSA (1998) para a Só Galpão - Comércio e Construção Civil, objetivando a determinação de dosagens de traços de concreto. A matéria prima de agregado graúdo foi proveniente de rocha calcária da Indústria e Comércio de Extração de Areia Khouri, de Cajamar, São Paulo e concluiu-se da viabilidade de sua aplicação.

Em termos mundiais, já observa-se muito mais difundido o uso de calcário como agregado. Países como Inglaterra, França e Estados Unidos tem comumente o uso deste bem mineral como uma ótima fonte de agregado. Na Inglaterra, segundo BROWN (1995), o uso de calcário como brita responde por aproximadamente 28% de toda a produção de agregado entre brita, areia, cascalho e rejeito industrial; já PRENTICE (1990), cita que o agregado a partir do calcário perfaz 60% do total produzido na Ilha Britânica.

Não existe nenhuma norma específica sobre as características do calcário para uso como agregado. Suas especificações são iguais a qualquer outro mineral usado para este fim. O órgão brasileiro pela normalização dos agregados é a Associação Brasileira

de Normas Técnicas – ABNT, onde existe aproximadamente 34 normas para avaliação das propriedades do agregado no uso de concreto e pavimentos.

De um modo geral, em um agregado a composição química das rochas é menos importante do que suas propriedades físicas, BROWN (1995).

Mas quimicamente uma das questões que mais preocupa o uso de agregados é em relação a reação álcali-agregado, as quais provocam danos a estrutura do concreto.

A deteriorização do concreto pela reação álcali-agregado é manifestada por fenômenos expansivos, acompanhados de fissuração, deslocamentos e quedas de resistência mecânica do concreto, provocados por reações complexas entre os álcalis disponíveis (ativos) no concreto, representados por Na_2O e K_2O e alguns tipos de agregados contendo fases mineralógicas reativas. A reação ocorre somente quando há uma interação entre o agregado reativo, os álcalis disponíveis do cimento e o meio ambiente. A sua manifestação pode ser rápida (alguns meses), mas na maioria das vezes é lenta, podendo ocorrer depois de mais de 30 anos, KIHARA (1986).

Numerosos são os agregados que podem ter componentes mineralógicos reativos e segundo a sua natureza, as reações podem ser classificadas em 4 tipos, VAIDERGORIN (1986):

1) reação álcali-sílica - Inclui a reação entre os álcalis e formas amorfas (opala) ou metaestáveis (tridimita e cristobalita) de sílica, bem como a reação com certos tipos de vidros ácidos, neutros ou de origem vulcânica. Essa reação é rápida e expansiva. A expansão é causada pela absorção de água pelo gel álcali-sílica.

2) reação álcali-carbonato - Envolve a reação entre os álcalis e certas rochas que contém carbonatos, tais como dolomitos argilosos. A expansão varia de lenta para rápida e é causada pela absorção de água pelos minerais argilosos secos expostos pela dedolomitização.

3) reação álcali-silicato - Atualmente tem aparecido uma série de agregados silicáticos taxados de reativos tais como os filitos, grauvacas, argilitos e até mesmo rochas graníticas. Esses agregados apresentam uma quantidade significativa de quartzo tensionado ou uma matriz intersticial de composição tipicamente argilosa além de uma porcentagem sempre significativa de filossilicatos. A reação de expansão parece ser consequência da esfoliação dos filossilicatos quando em presença de álcalis ou de uma

reação de quartzo tensionado com os álcalis. Esses silicatos reagem de maneira muito mais lenta e contínua que nos outros tipos de reação entre os álcalis e os agregados.

4) reação em ambiente especial (água do mar) com agregados contendo feldspato alterado.

Não obrigatoriamente um agregado é deixado de ser usado pela possibilidade de reação. Inicialmente é indicado a realização de ensaios conforme a ABNT, para verificar a tendência do agregado à reação álcali-agregado.

Na suspeita da presença de agregados potencialmente reativos, recomenda-se para a minimização das reações de expansão o controle do conteúdo de álcalis por m³ de concreto, através do uso de pozolanas (argilas calcinadas, cinzas volantes, microssílica, etc.) ou escórias siderúrgicas granuladas de alto-forno, práticas de diluição dos agregados reativos, limitação da circulação de água no concreto e execução de um concreto denso e impermeável, KIHARA (1986).

Conclui-se assim, que é grande a potencialidade do uso de rochas calcárias como agregado. Além de satisfazer exigências normativas, sua aplicação é uma realidade em vários lugares do País e do mundo. Alguma restrição tecnológica dependerá para qual uso específico e com que outros elementos estará reagindo, ainda podendo-se corrigir antecipadamente qualquer alteração prevista. Com isso, pode-se esperar que não deve haver maiores dificuldades para difundir seu uso na RMC.

8. ESTUDO DE CASO.

O estudo de caso foi desenvolvido com base nos dados fornecidos pela Itacolombo Indústria e Comércio de Minérios Ltda., que atua no ramo de produção de corretivo de solo e cal.

Suas atividades iniciaram-se em 1968, sendo a primeira empresa a fabricar a cal hidratada no Estado do Paraná. A mina onde se encontra já foi alvo de trabalhos pretéritos na década de 50, ou seja, a exploração do local já perfaz 50 anos. Localizada no município de Colombo, região norte da RMC, distante aproximadamente a 17 km de Curitiba, seu acesso é todo asfaltado até o complexo industrial da mina/usina.

A jazida é formada por rochas do Grupo Açungui, representadas por litotipos da Formação Capirú, que compreendem mármores dolomíticos, metarenitos, metassiltitos e quartzitos cortados por dique de diabásio do Mesozóico.

Atualmente sua reserva mineral medida tem um total aproximado de 740.000 m³ ou 2.072.000 toneladas. Assim, com a produção atual ao nível de 16.000 toneladas/mês de ROM - *Run of Mine*⁸, sua vida útil gira em torno de 10 anos. A relação estéril/minério global é de 0,09. Ainda existem reservas indicadas da ordem de 590.000 m³ ou 1.652.000 toneladas, mas com um volume de capeamento mais elevado e próximas ao limite da área, dificultando a lavra.

8.1. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES.

- Lavra.

A lavra é efetuada a céu aberto, por desenvolvimento de bancadas em encosta e em cava. As etapas da lavra compreendem o decapeamento, desmonte, carregamento e transporte. O decapeamento é realizado com pá-carregadeira ou por vezes terceirizado

⁸ *Run of Mine* – expressão para definir minério bruto da lavra.

com retro-escavadeira e transportado por caminhões. O desmonte primário é feito com explosivos convencionais e o secundário com rompedor hidráulico terceirizado. A etapa de carregamento ocorre com pá-carregadeira e o transporte por caminhões basculantes.

Neste serviço, a empresa dispõe atualmente dos seguintes equipamentos:

- 2 Compressores de Ar;
- 1 Perfuratriz pneumática, Wagon-Drill de 2”;
- 3 Marteletoes pneumáticos de 1”;
- 2 Pás-Carregadeiras, Caterpillar 966;
- 3 Caminhões basculantes Mercedes-Benz de 6 m³.

- Beneficiamento.

A unidade de beneficiamento da empresa é constituído de dois circuitos. O primeiro processo é para a fabricação do corretivo de solo e o segundo para a fabricação das cales virgem e hidratada, como descreve-se a seguir.

a) Circuito de corretivo de solo.

O circuito de corretivo de solo é composto dos seguintes equipamentos:

- Alimentador Vibratório - AV-1,
- Britador Primário de Mandíbula – BP-1, FAÇO 10060;
- Grelha Vibratória – GV-1, ENKA 4”;
- Peneira Vibratória – PV-1, ENKA 1,5”;
- 2 Silos Alimentadores - SI-1 e SI-2;
- 2 Rebritadores de Mandíbulas - BS-2 e BS-3, FAÇO 9026;
- 2 Calhas Vibratórias - CV-1 e CV-2;
- 2 Moinhos de Martelo - MM-1 e MM-2, IMETEC C120B;
- 7 Transportadores de Correia de vários tamanhos.

O circuito de produção se desenvolve a partir do material bruto da mina, “R.O.M.” alimentando em blocos menores que 25" o britador primário – BP-1, com abertura de saída em 8", indo por gravidade até a grelha vibratória – GV-1, que processa a separação do material em 4".

O produto retido na GV-1 vai a um divisor de fluxo que, conforme a natureza química e visual do material selecionado a partir do desmonte primário, dirige-o por

transportador de correia para o silo alimentador - SI-1 da britagem secundária ou para a pilha pulmão de material para cal – PC-1.

O passante da GV-1 vai por correia até a peneira vibratória – PV-1, de 1 deck com malha de 1,5”, cujos finos constituídos principalmente de mistura de calcário com argila ou rochas encaixantes vão por correia formar a pilha de “Pedrisco Sujo”, sub-produto da “limpeza” da britagem primária e que é utilizado na região como material de aterro e base de estradas não pavimentadas. O retido na PV-1 vai por transportador de correia ao silo alimentador da britagem secundária – SI-1.

O minério recolhido no SI-1, alimenta por gravidade dois rebitadores de mandíbulas BS-2 e BS-3 da britagem secundária. O material britado forma um pequeno estoque que é esgotado pela calha vibratória - CV-1 e por transportador de correia em subsolo até uma pilha pulmão. Através da calha vibratória - CV-2 e por transportador de correia o material dessa pilha é levado para o silo de alimentação - SI-2 dos moinhos.

A moagem é composta por 2 moinhos de martelo, MM-1 e MM-2, que em circuito aberto reduz o material até a granulometria desejada, indo por correia formar a pilha do corretivo de solo. A pilha cônica é esgotada por pá carregadeira, que alimenta os caminhões transportadores do produto final. Para visualizar o tratamento mineral apresenta-se a figura 3.

b) Circuito da cal.

No presente estudo a fabricação da cal é mantida, por isso não se fará a descrição detalhada de seu circuito. Seu conjunto de processo é composto de fornos de calcinação tipo Azbe, britadores, moinhos, hidratadores e ensacadeiras, com fluxograma clássico da fabricação de cal virgem e cal hidratada.

Resultante desses dois circuitos de tratamento, a divisão da produção do ROM em 1999, teve como destino aproximado a seguinte relação, constante na tabela 19.

Tabela 19
Divisão da produção de ROM. (t/ano)

Produto	Característica	Uso	Quantidade.
Corretivo de Solo	Calcário moído abaixo de 10#	Agricultura	96.000 t/ano
Cales Hidratadas e Virgem	Calcário calcinado moído e hidratado	Construção civil	106.000 t/ano
Sub-Produtos			
Pedrisco Sujo	Calcário com impurezas e com contaminações de capeamento e encaixantes.	Aterros	Incluso na produção acima.

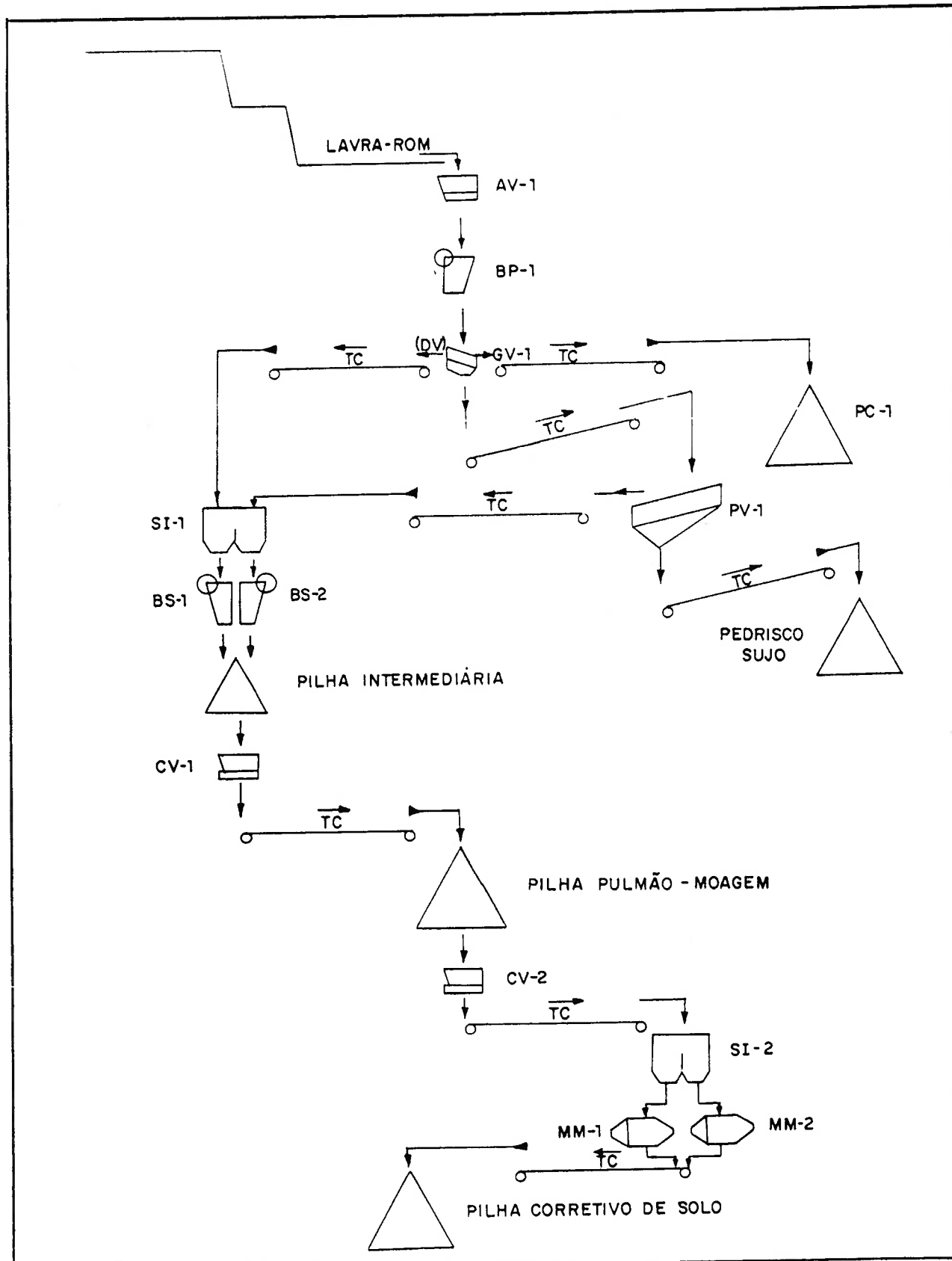


FIGURA 3 FLUXOGRAMA TRATAMENTO-CORRETIVO DE SOLO

AV-1 - ALIMENTADOR VIBRATÓRIO	SI-1, SI-2 - SILO ALIMENTADOR
BP-1 - BRITAGEM PRIMÁRIA	CV-1, CV-2 - CALHA VIBRATÓRIA
BS-1, BS-2 - BRITAGEM SECUNDÁRIA	MM-1, MM-2 - MOINHOS DE MARTELO
GV-1 - GRELHA VIBRATÓRIA	TC - TRANSPORTADOR DE CORREIA
(DV) - DIVISOR DE FLUXO	PC-1 - PILHA MINÉRIO PARA CAL
PV-1 - PENEIRA VIBRATÓRIA	

8.2. CARACTERIZAÇÃO MINERAL.

O minério em estudo pode ser caracterizado pelas várias análises feitas pela empresa nos laboratórios do LAMIR - Laboratório de Análises de Minerais e Rochas da Universidade Federal do Paraná; LAME - Laboratório de Materiais e Estruturas da UFPR/COPEL e INTEC - Instituto de Pesquisa e Assessoria Tecnológica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. O material usado para esses ensaios foram provenientes da mina, da britagem secundária e do próprio corretivo em uma fração granulométrica compatível com a da areia. Os resultados são os seguintes:

a) Análise química.

Realizado no LAMIR, pelo método de fluorescência de raio X em pastilha de pó, analisando-se 10 óxidos, resultando: (tabela 20)

Tabela 20
Análise química.

Análise Química em % de óxidos										
SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Total
1,11	0,31	00,0	0,25	0,01	21,29	30,18	0,00	0,12	0,05	53,32

b) Caracterização de agregado miúdo.

Realizado no INTEC, através das normas NBR 7217 e NBR 7219, resultando: (tabela 21)

Tabela 21
Resultado da caracterização de agregado miúdo.

ANÁLISE	RESULTADO	PARÂMETROS
Massa específica	2,8 t/m ³	n.e
Massa unitária	1,5 t/m ³	n.e
Torrões de argila	0,11%	1,50% NBR7218
Material pulverulento	1,12%	≤3% - especial NBR 7219
Impureza orgânica	Menor	< 300 p.p.m NBR 7220

n.e – não especificado

O resultado da composição granulométrica, mostrou um módulo de finura de 3,56, com dimensão máxima característica de 2,4 mm.

c) Caracterização de agregado graúdo para uso em concreto.

Realizado no LAME, com os seguintes resultados:

Tabela 22
Caracterização física do agregado graúdo

ANÁLISE	RESULTADO	PARÂMETRO	MÉTODO
Massa específica	2,8 t/m ³	n.e	NBR 9937/87
Massa solta	*1,6 t/m ³	n.e	NBR 9937/87
Absorção	0,3%	n.e	NBR 9937/87
Índice de forma	2,6 brita 1 2,8 brita 2	<3 NBR 7211	NBR 7809/93
Abrasão "Los Angeles"	17%	<50% NBR 7211	NBR 6465/84

* informado verbalmente pelo técnico responsável pelos ensaios de uso no concreto.
n.e – não especificado

Para o ensaio de sanidade ao ataque pelo sulfato de sódio, utilizou-se o método da ASTM C88, chegando-se ao seguinte resultado: (tabela 23)

Tabela 23
Ensaio de sanidade pelo sulfato de sódio

Sanidade ao ataque pelo sulfato de sódio – ASTM C88								
Peneiras		Granulometria original		Massa da amostra (g)	Soma das massas (g)	Perda de massa	Perda de massa em relação à granulometria original	Parâmetros
passando	Retido	(g)	% retido					
½"	3/8"	730,5	8,1	302,7	976,4	0,25 %	0,20 %	n.e
¾"	½"	6510,0	72,4	673,7				
1"	¾"	1750,0	19,5	498,5				
1 ½"	1"	0,0	0,0	0,0				

n.e – não especificado

Os ensaios granulométricos apresentaram as seguintes distribuições:

Tabela 24
Distribuição granulométrica – brita 1

Brita 1 – NBR 7211/83			
Peneiras		% peso	
Número	Mm	Retidas	Acumuladas
¾"	19	-	-
½"	12,5	6	6
3/8"	9,5	33	39
¼"	6,3	42	82
4	4,8	-	100
Fundo		18	100
Total		100	100
Módulo de Finura		6,39	

Tabela 25
Distribuição granulométrica – brita 2

Brita 2 – NBR 7211/83			
Peneiras		% peso	
Número	Mm	Retidas	Acumuladas
1 ¼"	32	-	-
1"	25	0	0
¾"	19	19	19
½"	12,5	72	91
3/8"	9,5	8	99
¼"	6,3	-	100
Fundo		1	100
Total		100	100
Módulo de Finura		7,18	

Realizou-se também ensaios de compressão conforme NBR 5739/94. Para esses ensaios utilizou-se cimento portland CPIIZ-32 e areia natural de leito de rio e traço objetivando alcançar resistência de 20 MPa aos 28 dias. Como pode se observar, os resultados só são apresentados até aos 14 dias, em virtude de atraso na realização dos ensaios (tabela 26).

Tabela 26
Resultado dos ensaios de resistência a compressão

Amostra	Slump cm	Resistência – Mpa			Traço em kg				
		4 dias	7 dias	14 dias	Água	Cimento	Areia	Brita 1	Brita 2
625	15	17,4	20,1	23,8	6,64	12,56	17,08	16,58	16,58
623	15	13,5	15,8	17,7	7,62	11,69	24,43	19,99	19,99
628	15	8,7	10,1	12,2	6,68	8,36	23,41	17,56	17,56
626	8	24,7	25,9	30,7	6,22	13,22	17,98	17,45	17,45
624	8	19,9	22,0	25,7	6,47	12,10	25,29	20,69	20,69
629	8	13,0	15,9	19,3	5,99	8,38	23,46	17,60	17,60

Um dos pontos principais analisados diz respeito a reação álcali-agregado. Através do procedimento LAME. 1.02.01.11-R1, que se baseia na norma ASTM C1260/94, realizou-se o teste para Ensaio de Reatividade Potencial, que visa classificar o material em não deletério (expansibilidade até 0,100%), potencialmente deletério (expansibilidade entre 0,100% e 0,200%) e deletério (expansibilidade acima de 0,200%). Esses ensaios foram feitos tanto para a brita 1 quanto para a brita 2. Em virtude de

atrasos nos ensaios, os dados disponíveis para a brita 2 é até o 13º dia e para a brita 1 até o 17º dia. Este teste é realizado com 16 dias, sendo confirmado até o 28º dia. Neste ensaio, para a modelagem do corpo de prova, também foi utilizado o cimento portland CPIIZ-32, que segundo informações de técnicos do LAME, tem grande reatividade com agregado de basalto da região paranaense.

Os resultados são apresentados a seguir nas tabelas 27 e 28, bem como pelos gráficos 2 e 3.

Os vários testes realizados e os resultados obtidos, mostram que o mineral em questão possui todas as propriedades para o uso em concreto. Único ponto a ser melhorado é quanto a classificação granulométrica do agregado, que para amostrar o material para os ensaios foi selecionado com peneiras não normatizadas. Assim se faz necessário, adequar sua classificação as normas pertinentes, quanto da sua produção efetiva.

Os ensaios de compressão, mesmo faltando a idade de 28 dias, indica um bom desempenho para o concreto. Aos 14 dias, a metade das amostras já havia passado da resistência planejada de 20 MPa, enquanto outras estavam próximas. Somente a amostra 628, apresentava uma resistência menor as demais, podendo ser devido ao traço usado, com uma relação menor de cimento.

Os ensaios para verificar a reatividade potencial de álcali-agregado tiveram até o momento bons resultados, indicando que o material não é reativo e apresentando tendência a manter o desempenho, nas condições dos testes realizados.

Conclui-se assim, da potencialidade do uso do material como agregado de uso na construção civil.

Tabela 27
Leituras do ensaio de reatividade potencial – brita 1

BRITA 1 (1.0209.00)		
Data	Leitura	Expansibilidade %
20/05/2000	0	0,000
22/05/2000	2	0,002
23/05/2000	3	0,004
24/05/2000	4	-0,001
25/05/2000	5	0,013
26/05/2000	6	0,036
29/05/2000	9	0,024
30/05/2000	10	0,022
31/05/2000	11	0,036
01/06/2000	12	0,034
02/06/2000	13	0,051
05/06/2000	16	0,029
06/06/2000	17	0,021

Gráfico 2 – Resultado do ensaio de reatividade potencial – brita 1

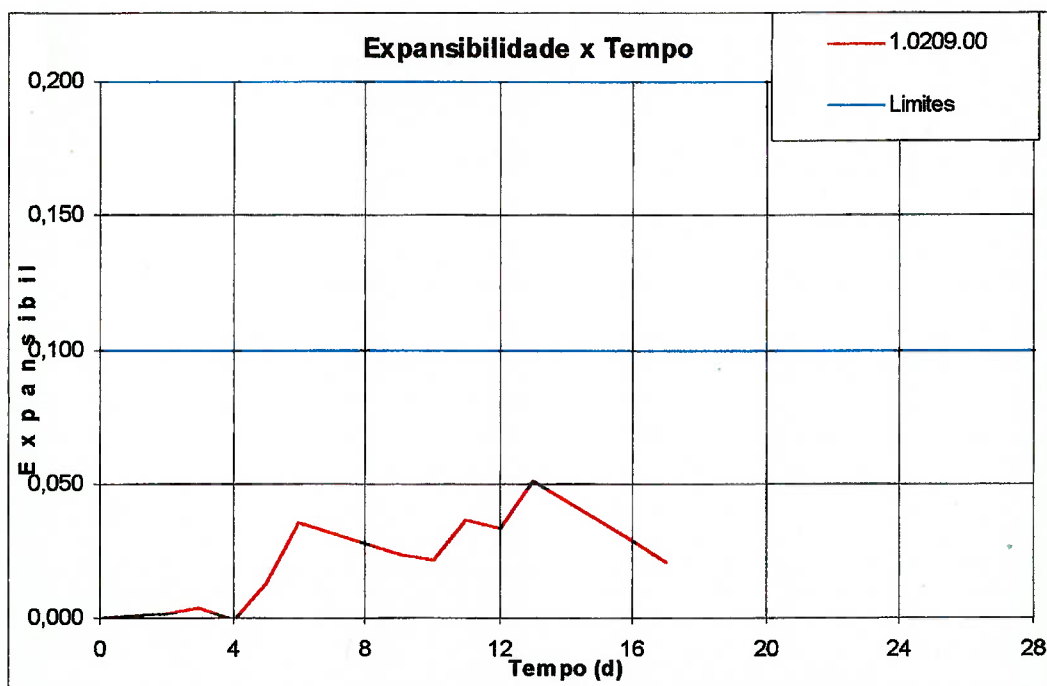
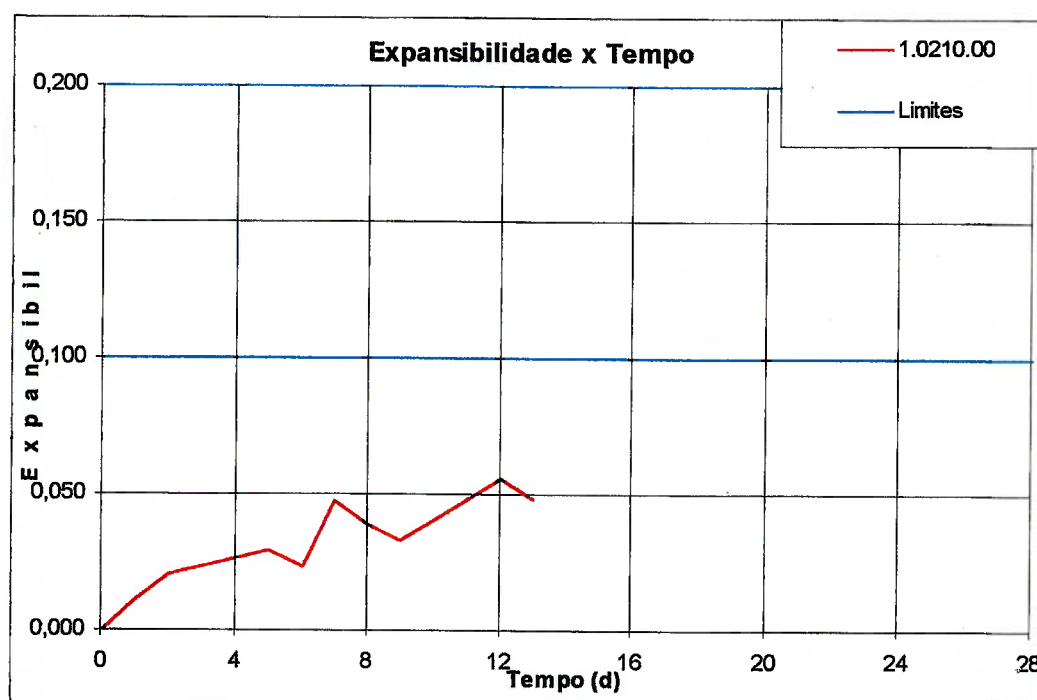


Tabela 28
Leituras do ensaio de reatividade potencial – brita 2

BRITA 2 (1.0210.00)		
Data	Leitura	Expansibilidade %
24/05/2000	0	0,000
25/05/2000	1	0,011
26/05/2000	2	0,021
29/05/2000	5	0,029
30/05/2000	6	0,024
31/05/2000	7	0,048
01/06/2000	8	0,039
02/06/2000	9	0,033
05/06/2000	12	0,056
06/06/2000	13	0,048

Gráfico 3 – Resultado do ensaio de reatividade potencial – brita 2



8.3. ADAPTAÇÃO DE PROCESSO.

Uma variedade de opções poderiam ser avaliadas para um incremento no aproveitamento econômico do dolomito, entre elas a indústria química e saneamento, que de antemão necessitam de especificações mais rigorosas, bem como investimentos monetários maiores.

Procura-se aqui avaliar, uma adaptação simples de processo, com mínimo de investimento e mantendo-se as características gerais da empresa como um todo, buscando-se um incremento da rentabilidade desta. Assim, a conversão da produção de corretivo para agregado se torna interessante, pois essa mudança se faz apenas na fase de tratamento mineral. A fase de lavra continua sendo executada no mesmo método e com os mesmos equipamentos.

Além da adaptação para um fluxograma tradicional de agregado graúdo, pode-se ainda adequar o processo para obtenção de brita mantendo-se o sistema atual, retirando-se somente a brita 1 do circuito, através de classificação antes da moagem ou fazer através da moagem, areia artificial. Outra possibilidade é ter a produção de agregado nos meses onde não há comercialização do corretivo, entre novembro a abril, tentando-se evitar o impacto da sazonalidade deste mercado. Não irão ser abordados esses casos no presente trabalho, para não haver uma divagação excessiva de possibilidades, a qual tornaria o estudo muito extenso.

- Investimentos Necessários.

Baseando-se no circuito atual do beneficiamento de calcário para corretivo de solo, verifica-se que as adaptações necessárias para esta conversão não são muito acentuadas.

Duas opções básicas poderiam ser analisadas. Uma onde a produção mensal de agregado fosse na faixa de 15.000 m³ por mês, compatível com o mercado da RMC, na qual o investimento é maior e não se pode comparar economicamente com o projeto atual, visto terem escalas diferentes na produção. Para essa comparação necessitaria-se ampliar também a produção atual de corretivo, demandando-se outros investimentos, alterando o panorama atual da empresa.

A outra hipótese, a qual será abordada, é manter a proporcionalidade da produção no ROM, resultando em um investimento menor e não alterando a situação operacional e administrativa da companhia.

Assim, tem-se uma produção prevista da ordem de 5.000 m³ por mês de agregado, operando-se em turno único de 8 horas diárias em 22 dias por mês com uma efetividade de 90%. Considerando-se os equipamentos atuais, resulta que para a adaptação é necessário investir somente em uma peneira vibratória de 4 decks de malhas 1 1/4"; 3/4"; 3/8" e 1/8" e quatro transportadores de correia.

Dessa forma o fluxograma passa a ter a seguinte seqüência. Até a britagem secundária se conserva o processo, passando pela britagem primária, classificação da grelha vibratória e limpeza na peneira PV-1. Mudando-se a partir da britagem secundária, o material resultante desta é transportado para a peneira de 4 decks, onde o classifica para brita 2; brita 1; pedrisco limpo e pó. O retido na peneira de 1 1/4" entra em circuito fechado com a britagem secundária, onde o material é novamente britado e classificado. A brita dentro das especificações é transportada para as pilhas de estoque pelos 4 transportadores de correia novos. Na figura 4 pode-se compreender visualmente o processo.

Com isso elimina-se do circuito atual a fase de moagem do tratamento, reduzindo-se os custos no consumo de energia, a princípio em uma relação da ordem de 10,0 kwh/t, segundo dados da empresa.

Tem-se no mercado, diversas fábricas dos equipamentos necessários para suprir essa colocação, sendo que seus preços também devem sofrer alguma variação. Na tabela 29 coloca-se valores fornecidos por um desses fabricantes⁹, resultando no investimento de máquinas fixas para a adaptação do processo.

⁹ Cotações junto a fornecedor de equipamentos.

Tabela 29
Investimentos para conversão.

Equipamentos	Valores - R\$
01 Peneira Vibratória de 4 decks	32.000,00
04 Transportadores de Correia 20 ¹⁰	83.000,00
Total	115.000,00

Ainda tem-se o investimento em projetos e instalação dos equipamentos, que pela experiência de fornecedores situa-se em 20%¹⁰ do valor, no caso, um montante de R\$ 23.000,00.

Desse modo, é necessário um investimento da ordem de R\$ 138.000,00 para se realizar a conversão da produção de corretivo de solo para agregado da construção civil.

Caso se definisse por ampliar a produção de agregado ainda seriam necessários investimentos em britador cônico, transportadores de correia adicionais e caminhão para a lavra, tendo um montante aproximado de R\$ 400.000,00. Na hipótese do corretivo também ampliar a produção atual, o valor a investir em aquisição de moinhos, transportadores de correia e caminhão somaria em torno de R\$ 510.000,00.

Os principais equipamentos envolvidos no processo de lavra e beneficiamento do calcário para corretivo de solo anteriormente descritos, somam um valor imobilizado da ordem de R\$ 425.000,00, já totalmente depreciado. Desse modo não se leva em consideração esse montante na elaboração do fluxo de caixa.

¹⁰ Número informado pelo fornecedor de equipamento.

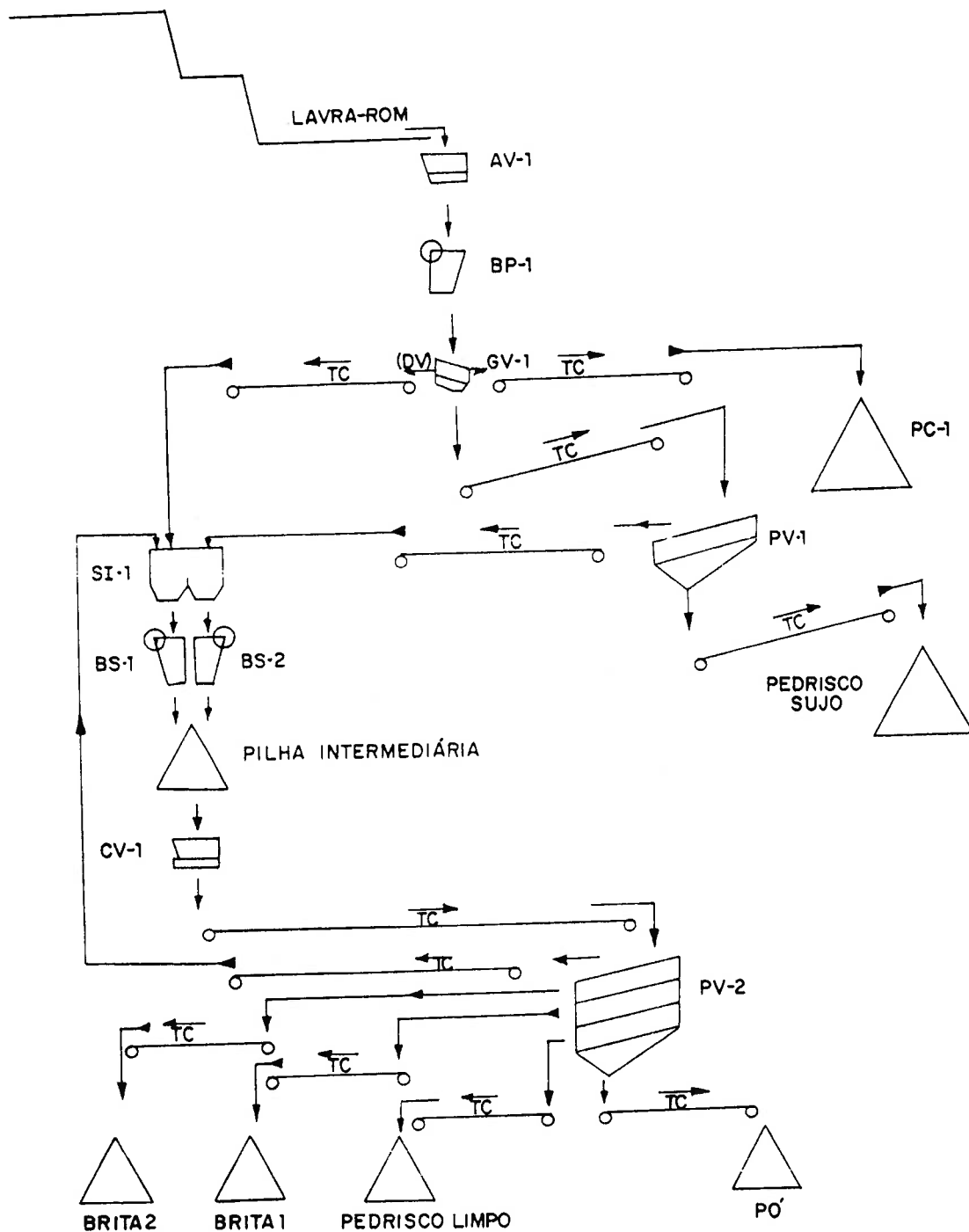


FIGURA 4

FLUXOGRAMA - TRATAMENTO - AGREGADO

AV-1 - ALIMENTADOR VIBRATÓRIO	SI-1 - SILO ALIMENTADOR
BP-1 - BRITAGEM PRIMÁRIA.	CV-1 - CALHA VIBRATÓRIA
BS-1, BS-2 - BRITAGEM SECUNDÁRIA	PV-2 - PENEIRA VIBRATÓRIA 4 DECKS P/ CLASSIFICAÇÃO
GV-1 - GRELHA VIBRATÓRIA	TC - TRANSPORTADOR DE CORREIA
(DV) - DIVISOR DE FLUXO	PC-1 - PILHA MINÉRIO PARA CAL
PV-1 - PENEIRA VIBRATÓRIA	

- Reinvestimentos.

Para o presente caso, leva-se em conta a necessidade da renovação de equipamentos da lavra. Esse reinvestimento aplica-se tanto para a continuidade da operação de corretivo quanto para o projeto de agregado, visto que esta etapa não se altera na conversão.

As máquinas substituídas são o conjunto de perfuratriz e compressor, caminhões e pá-carregadeira, que em pesquisa¹¹ chega-se a valores médios conforme a tabela 30.

Tabela 30.
Reinvestimentos

Equipamentos	Valor	Ano de Substituição
3 caminhões basculantes	210.000,00	1 ^o
1 perfuratriz/compressor	136.000,00	2 ^o
1 pá-carregadeira	230.000,00	3 ^o
Total	576.000,00	

Importante ressaltar que esse reinvestimento é dividido com a linha de produção da cal, pois a lavra acontece para ambos os circuitos e proporcionalmente o ROM extraído é de 50% para cada. Assim, o montante exigido é de R\$ 288.000,00.

Os equipamentos de tratamento não precisam de troca, encontrando-se em boas condições e tendo no seu custo de manutenção, verba apropriada visando alguma necessidade futura.

¹¹ Consulta a publicações especializadas.

8.4. RECEITAS E CUSTOS OPERACIONAIS ESTIMADOS.

Como o estudo proposto visa avaliar somente a conversão da produção de corretivo para agregado, os custos aqui considerados são referentes somente a estes. Não é feita menção aos custos e receitas provenientes da fabricação de cal e dos subprodutos.

- Corretivo de Solo.

O levantamento de custos da empresa tem periodicidade mensal e dividido por 7 setores, a saber:

- 1) Lavra - envolve os trabalhos de extração do minério bruto tanto para o corretivo como para cal, incluindo gastos com decapeamento;
- 2) Britagem - relacionado ao setor de britagem primária e secundária;
- 3) Moagem - referente a moagem do calcário para corretivo;
- 4) Forno 1 - fase de calcinação do calcário;
- 5) Forno 2 - fase de calcinação do calcário;
- 6) Cal Virgem - envolve o sistema de fabricação da cal virgem;
- 7) Cal Hidratada - envolve o sistema de fabricação da cal hidratada;

Os itens comuns a todos os setores são a mão de obra, manutenção, energia, administração e transporte. Para a cal e corretivo tem-se ainda as despesas de comercialização, relativas ao escritório central. Os custos fixos como mão de obra e administração participam desse levantamento mensal, variando sua participação final no custo unitário, observando-se assim claramente os efeitos da sazonalidade do mercado, aumentando os custos proporcionais entre novembro a abril.

Para a fabricação de corretivo de solo, no último ano de 1999, tem-se como média os seguintes valores da tabela 31.

Em termos de receita do corretivo, tem-se que o preço no ano de 1999, variou em torno de R\$ 6,00 a R\$ 7,00 a tonelada, resultando numa média de R\$ 9,75 o m³. Este valor, como citado anteriormente tem se mantido neste patamar nos últimos anos.

Tabela 31
Custos operacionais de 1999.

Custos Fixos	RS/ano	Custos Variáveis	RS/t	RS/m³
Lavra		Lavra		
mão de obra	40.300	manutenção	0,05	0,08
administração	43.100	compressores	0,12	0,19
		explosivos	0,23	0,37
		carregadeiras	0,24	0,38
		transporte	0,37	0,59
total setor	83.400	Total setor	1,01	1,61
Britagem		Britagem		
mão de obra	14.100	manutenção	0,13	0,21
administração	37.600	energia	0,08	0,13
total setor	51.700	Total setor	0,21	0,34
sub-total 1	135.100	Sub-total 1	1,22	1,95
Moagem		Moagem		
mão de obra	18.400	manutenção	0,88	1,32
administração	39.900	energia	1,11	1,67
		sub-total	1,99	2,99
		Carregamento final	0,43	0,65
total setor	58.300	Total setor	2,42	3,64
sub-total 2	193.400			
Despesa Comercial	39.000			
Total Mão de Obra	72.800			
Total Adm./Com.	159.600			
TOTAL	232.400	Custo Total	3,64	5,59

- Agregado.

Estima-se que, para a produção e comercialização de agregado, a principal diferença será no custo de tratamento mineral. Para compor esses valores é admitido que as despesas de lavra permanecem iguais; o custo de britagem será dobrado por inserir a rebritagem e classificação, a moagem será eliminada, matendo-se o custo de carregamento final.

O custo fixo da administração e comercialização são os mesmos. O custo de mão de obra será igual na lavra e na britagem e, em relação a moagem é eliminada. Resulta assim uma composição de valores mostrados na tabela 32.

Tabela 32
Custo básico para agregado

Custos Fixos	RS/ano	Custos Variáveis	RS/t	RS/m³
Lavra		Lavra		
mão de obra	40.300	Manutenção	0,05	0,08
		Compressores	0,12	0,19
		explosivos	0,23	0,37
		Carregadeiras	0,24	0,38
		transporte	0,37	0,59
		total setor	1,01	1,61
Britagem		Britagem		
mão de obra	14.100	Manutenção	0,26	0,42
Despesa Comercial	39.000	energia	0,16	0,26
Total Mão de Obra	54.400	Carregamento final	0,43	0,65
Total Adm./Comercial.	159.600	total setor	0,85	1,33
TOTAL	214.000	Custo Total	1,86	2,94

A previsão de receita para o agregado é baseada em um valor de venda de R\$11,00 o m³ já com o ICMS incluso, ou seja, 15% a menos da média de R\$13,00 o m³ como é vendido atualmente no município de Colombo¹². Esse desconto é considerado somente como um artifício na disputa de mercado.

Poderia-se ainda optar por montar um serviço de entrega do material, o qual exigiria investimentos em caminhões e o preço de venda mudaria. Para o presente estudo considera-se que as vendas serão na mina, sendo o material retirado pelo cliente ou entregue através de serviço terceirizado e cobrado a parte.

8.5. DESPESAS DE COMERCIALIZAÇÃO.

Como exposto anteriormente, existe na região uma grande rejeição cultural ao emprego de calcário como agregado, sendo tradicionalmente usada a brita de rochas de granito, gnaisse ou migmatito. Assim, pode-se deduzir que além da disputa de mercado por itens corriqueiros como preço, prazo de entrega e formas de pagamento, o grande desafio nessa concorrência é de conquistar a clientela em relação a possibilidade do uso da rocha calcária como agregado.

¹² Pesquisa com produtores de agregado de Colombo.

Para o caso em estudo, com uma produção projetada de 5.000 m³ por mês, entende-se que sua comercialização não terá maiores dificuldades. Pois com o volume reduzido sua oferta deverá ser absorvida por clientes já conhecidos do mercado da cal e pessoas do comércio da região, onde a demonstração da aprovação do calcário como agregado se dará de forma direta, não necessitando de outros meios como descreve-se adiante.

Caso essa produção fosse aumentada para 15.000 m³ por mês, seria necessário um esforço de “marketing” junto ao consumidor que se deseja atingir. Este mercado que é o da construção civil de edificações e de obras viárias tem como características básicas ser de abrangência local e direcionado a um público de nível técnico ou superior e ainda comerciantes com experiência no ramo.

Para isso além de uma estrutura de venda seria necessária uma campanha publicitária através de meios de comunicação como revistas e jornais de circulação regional. A utilização destes meios, visaria divulgar o produto em forma de artigo técnico e vinculação de anúncios nos mesmos periódicos.

Outra forma para ganhar credibilidade e até servir como controle de qualidade do produto, é ceder material para teste por parte do cliente ou a realização de análises físico-químicas em laboratórios idôneos como os de universidades, visando demonstrar para cada caso de utilização a aprovação antecipada do agregado. Estas análises são realizadas com a utilização do agregado no produto final, determinando-se assim sua real característica de desempenho.

Pode-se ainda optar por divulgar com uso de mala direta, através de “folders”, apresentando as características do novo material e os itens positivos na sua utilização, direcionando-se este envio a pessoas responsáveis pela escolha e aplicação de insumos da construção civil, como engenheiros e comerciantes.

Sendo assim, no caso de se tentar colocar no mercado uma quantidade maior de agregado, deve-se estimar o custo dessa publicidade e despesa de comercialização adicional.

Além desses itens, tanto para o agregado quanto para o corretivo, havendo um aumento na oferta de material por parte da empresa, também seria necessária a contratação de um vendedor técnico da área, objetivando-se estreitar o relacionamento produtor e cliente, bem como desenvolver novos nichos de mercado.

8.6. ANÁLISE ECONÔMICA.

De posse dos dados necessários, passa-se a avaliar economicamente a alternativa da conversão da produção de corretivo de solo para a de agregado para construção civil. A viabilidade dessa conversão será verificada através da comparação do Valor Presente Líquido – VPL, do fluxo de caixa projetado para cada alternativa.

O cenário base a ser analisado é o da produção atual de corretivo comparando-se com um projeto de produção proporcional de agregado, ou seja, 5.000 m³ por mês.

Para a elaboração dos respectivos fluxos de caixa, considera-se os seguintes fatos:

a) Vida útil do projeto e implantação.

Fica mantida a produção atual de ROM, que considera além do minério para agregado ou corretivo, o minério para cal. A vida útil remanescente é de aproximadamente 10 anos nos dois casos. A implantação do projeto de conversão para agregado é feita em 60 dias, com interrupção mínima da linha atual de produção de corretivo.

b) Investimentos.

Os únicos investimentos são para a conversão da planta de beneficiamento de corretivo para agregado e os para renovação dos equipamentos da lavra, como mostra-se no item 8.3.

c) Receitas.

Para facilitar a colocação do agregado no mercado, considerou-se seu preço base de venda ligeiramente abaixo da média do mercado. Já para o corretivo adotou-se a média dos preços praticada nos últimos anos. Não são consideradas receitas provenientes da cal e dos sub-produtos.

d) Custos.

Os custos fixos e variáveis são conforme os levantamentos e projeções descritos no item 8.4.

e) Capital de Giro

As alternativas em estudo implicam em variações mínimas na necessidade de capital de giro, pois mantêm praticamente constante os principais itens que entram na composição do mesmo. Deste modo considerou-se adequado o nível atual de capital de giro, não sendo necessário nenhum investimento adicional.

f) Depreciação e Exaustão

A depreciação é tratada de forma linear, com prazos conforme a legislação em vigor e sem valores residuais. Não se calcula a exaustão, pois não há registros de dispêndios para a aquisição da mina e nem valores anteriormente atribuídos a esta.

g) Tributação

A tributação é tratada conforme a legislação em vigor. Atualmente o corretivo de solo tem o ICMS diferido dentro do Estado, ou seja, temporariamente não há incidência desse imposto e tampouco previsão de sua aplicação, não sendo devido seu recolhimento posterior. Para o agregado incide o ICMS.

A seguir é apresentada a planilha 6 - fluxo de caixa para o agregado, planilha 7 - fluxo de caixa para o corretivo e planilha 8 - comparativo dos resultados das opções.

Planilha 6 - Fluxo de caixa para o agregado

Fluxo de Caixa para Agregado de Calcário - produção proporcional									
	m ³	t	Vida Útil - anos	Investimento Anual	Invest. Inicial	Reinvestimento	Reinvestimento		
Reserva "in situ"	740.000	2.072.000	10						
Reserva agregado	1.295.000	2.072.000	Implantação - anos	0 Prod. base/m	5.000				
Produção Mensal Agr.	5.000	8.000	Vida Projeto - anos	10 Variação prod.	0%				
Prod. A. ROM Agreg.	34.286	96.000	Densid. "in situ"	2,8 t/m ³					
Prod. A. ROM Cal	37.857	106.000	Densid. britado	1,6 t/m ³					
Prod. A. ROM Total	72.143	202.000	Densid. moído	1,5 t/m ³					
Investimentos Iniciais	R\$	Reinvestimentos	R\$	Investimento Anual	Invest. Inicial	Reinvestimento	Reinvestimento		R\$
Mina	0,00	Mina 1º ano	105.000,00	Diversos R\$	0,00	138.000,00	1º ano		105.000,00
Usina	115.000,00	Mina 2º ano	68.000,00	Direitos de Lavra	0,00	Variação Inves.	2º ano		68.000,00
Infraestrutura	23.000,00	Mina 3º ano	115.000,00	R\$	0,00	0%	3º ano		115.000,00
Total	138.000,00	Total	288.000,00	Valor Residual	0%	Variação Reinvest.			0%
Receita									
Agregado - R\$/m ³	11,00	R\$/t	6,88	Preço base R\$/m ³	11,00				
Receita - R\$/ano	660.000,00	Porc. de Venda	100%	Variação preço	0%				
Custos Fixos	R\$/ano	A Contratar	R\$/ano	Custo Fixo Total					
Lavra	40.300,00	Vendedor	-	R\$/ano	214.000,00				
Britagem	14.100,00	Motorista	-	Custo base	214.000,00				
Administração	159.600,00	Marketing	-	Variação custo	0%				
Custos Variáveis	R\$/m ³	Total R\$		Custo Variável Total					
Lavra	1,61	96.600,00		R\$/ano	176.400,00	C. Oper. Base			
Usina - britagem	0,68	40.800,00		Custo Base	176.400,00	390.400,00			
Carregamento final	0,65	39.000,00		Variação custo	0%	Varia. custo			
Total	2,94	176.400,00							
Comissão	0,00								
Custos Operacionais Totais		R\$/ano	390.400,00	Custo Unitário	R\$/m ³	R\$/t			
Capital de Giro		R\$	-		6,61	4,07			
Tributação									
ICMS	17%	PIS	0,65%	Contrib. Social	9,00%				
COFINS	3%	CFEM	2%	Imp. de Renda	15,00%				
Operação de Crédito ICMS		R\$/ano Crédito							
R\$/m ³ de custos variáveis	0,26	3.900,00							

Planilha 6 - Fluxo de caixa para o agregado

ITEM/ANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investimento Inicial	138.000									
Reinvestimentos	105.000	68.000	115.000							
Capital de Giro	-									
Receita Operacional	660.000	660.000	660.000	660.000	660.000	660.000	660.000	660.000	660.000	660.000
ICMS	108.300	108.300	108.300	108.300	108.300	108.300	108.300	108.300	108.300	108.300
COFINS	19.800	19.800	19.800	19.800	19.800	19.800	19.800	19.800	19.800	19.800
PIS	4.290	4.290	4.290	4.290	4.290	4.290	4.290	4.290	4.290	4.290
CFEM	10.474	10.474	10.474	10.474	10.474	10.474	10.474	10.474	10.474	10.474
Receita Líquida	517.136	517.136	517.136	517.136	517.136	517.136	517.136	517.136	517.136	517.136
Custos Operac. Totais	390.400	390.400	390.400	390.400	390.400	390.400	390.400	390.400	390.400	390.400
Resultado Operacional	126.736	126.736	126.736	126.736	126.736	126.736	126.736	126.736	126.736	126.736
Depreciação	-	34.800	48.400	71.400	71.400	71.400	50.400	36.800	13.800	13.800
Exaustão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lucro Tributável	126.736	91.936	78.336	55.336	55.336	55.336	76.336	89.936	112.936	112.936
Contribuição Social	11.406	8.274	7.050	4.980	4.980	4.980	6.870	8.094	10.164	10.164
Imposto de Renda	19.010	13.790	11.750	8.300	8.300	8.300	11.450	13.490	16.940	16.940
Lucro Líquido	96.319	69.871	59.536	42.055	42.055	42.055	58.015	68.351	85.831	85.831
Rec. Capital Giro										
Rec. Valor Residual										
Fluxo de Caixa	(146.681)	36.671	(7.066)	113.455	113.455	113.455	108.415	105.151	99.631	99.631
VPL - taxa 12%	R\$246.718									
VPL - taxa 15%	R\$193.941									
VPL - taxa 18%	R\$151.377									
VPL - taxa 40%	R\$2.736									

Planilha 7 - Fluxo de caixa para o corretivo

Fluxo de Caixa para Corretivo de Solo - Produção Atual		Reinvestimentos		Investimento Anual		Invest. Inicial		Reinvestimento	
	m ³	R\$	R\$	R\$	Diversos R\$	0,00	0,00	1 ^o ano	R\$
Reserva "in situ"	740.000			Vida Útil - anos		10			
Reserva corretivo	1.381.333			Implantação - anos		0	Prod. base/m	8.000	
Prod. Mensal Corretivo	5.333			Vida Projeto - anos		10	Varição prod.	0%	
Prod. A. ROM Corretivo	34.286			Densid. "in situ"		2,8 t/m ³			
Prod. A. ROM Cal	37.857			Densid. britado		1,6 t/m ³			
Prod. A. ROM Total	72.143			Densid. moído		1,5 t/m ³			
Investimentos Iniciais	R\$	R\$	R\$	Investimento Anual	Diversos R\$	0,00	0,00	0,00	105.000,00
Mina	0,00	Mina 1 ^o ano	105.000,00	Direitos de Lavra	68.000,00		Varição Inves.	2 ^o ano	68.000,00
Usina	0,00	Mina 2 ^o ano	115.000,00	R\$	288.000,00	Valor Residual	0%	0%	115.000,00
Infraestrutura	0,00	Mina 3 ^o ano							
Total	0,00	Total							
Receita	7,00	R\$/m³	10,50	Preço base R\$/t	7,00				
Corretivo - R\$/t	672.000,00	Porc. de Venda	100%	Varição preço	0%				
Receita - R\$/ano		R\$/ano	18.400,00	Custo Fixo Total					
Custos Fixos	R\$/ano	R\$/ano	18.400,00						
Lavra	40.300,00	Moagem		R\$/ano	232.400,00				
Britagem	14.100,00	Motoris./vendedor		Custo base	232.400,00				
Administração	159.600,00	Marketing		Varição custo	0%				
Custos Variáveis	R\$/t	Total R\$		Custo Variável Total					
Lavra	1,01	96.960,00		R\$/ano	349.440,00				
Usina - britagem	0,21	20.160,00		Custo Base	349.440,00				
Moagem/Carreg. final	2,42	232.320,00		Varição custo	0%				
Total	3,64	349.440,00							
Comissão	0,00								
Custos Operacionais Totais	R\$/ano	R\$/ano	581.840,00	Custo Unitário	R\$/t	6,06	R\$/m³	9,09	
Capital de Giro		R\$							
Tributação									
ICMS	0%	PIS	0,65%	Contrib. Social	9,000%				
COFINS	3%	CFEM	2%	Imp. de Renda	15,000%				

Planilha 7 - Fluxo de caixa para o corretivo

ITEM/ANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investimento Inicial	-									
Investimento Anual			115.000							
Reinvestimentos	105.000	68.000								
Capital de Giro	-									
Receita Operacional	672.000	672.000	672.000	672.000	672.000	672.000	672.000	672.000	672.000	672.000
ICMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COFINS	20.160	20.160	20.160	20.160	20.160	20.160	20.160	20.160	20.160	20.160
PIS	4.368	4.368	4.368	4.368	4.368	4.368	4.368	4.368	4.368	4.368
CFEM	12.949	12.949	12.949	12.949	12.949	12.949	12.949	12.949	12.949	12.949
Receita Líquida	634.523	634.523	634.523	634.523	634.523	634.523	634.523	634.523	634.523	634.523
Custos Operac. Totais	581.840	581.840	581.840	581.840	581.840	581.840	581.840	581.840	581.840	581.840
Resultado Operacional	52.683	52.683	52.683	52.683	52.683	52.683	52.683	52.683	52.683	52.683
Depreciação		21.000	34.600	57.600	57.600	57.600	36.600	23.000	-	-
Exaustão		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lucro Tributável	52.683	31.683	18.083	(4.917)	(4.917)	(4.917)	16.083	29.683	52.683	52.683
Contribuição Social	4.741	2.851	1.627	(443)	(443)	(443)	1.447	2.671	4.741	4.741
Imposto de Renda	7.902	4.752	2.712	(738)	(738)	(738)	2.412	4.452	7.902	7.902
Lucro Líquido	40.039	24.079	13.743	(3.737)	(3.737)	(3.737)	12.223	22.559	40.039	40.039
Rec. Capital Giro										
Rec. Valor Residual										
Fluxo de Caixa	(64.961)	(22.921)	(66.657)	53.863	53.863	53.863	48.823	45.559	40.039	40.039
VPL - taxa 12%	R\$36.178									
VPL - taxa 15%	R\$17.740									
VPL - taxa 18%	R\$3.319									
VPL - taxa 40%	(R\$40.157)									

Planilha 8

Comparativo dos Resultados das Opções			
Opção	Agregado	Corretivo	Agregado - Corretivo
tx 12%	R\$246.718	R\$36.178	R\$210.539
tx 15%	R\$193.941	R\$17.740	R\$176.201
tx 18%	R\$151.377	R\$3.319	R\$148.058
tx 40%	R\$2.736	(R\$40.157)	R\$42.893

Pode-se observar que a alternativa de conversão se mostra viável economicamente e com resultados muito superiores ao da continuação da produção de corretivo de solo, considerando-se os fatores de trabalho e comercialização apresentados.

8.7. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.

A determinação das inúmeras variáveis que fazem parte de um projeto, é de difícil tarefa. Definir preços, custos, produção, reservas é complexo, ainda mais quando tem-se que visualiza-los para anos futuros. As situações atuais e projeções de consumo podem variar rapidamente e com o advento da globalização, cenários macroeconômicos que a princípio não tem influência direta, podem afetar o mercado tanto da construção civil como da agricultura.

Na elaboração do fluxo de caixa, trabalha-se com valores mais prováveis, no caso baseando-se em dados históricos da empresa e outros trabalhos realizados. Para tentar-se verificar a influência de oscilações nos valores colocados para a montagem do fluxo de caixa, será feito a análise de sensibilidade de alguns itens.

Considera-se que a definição de reservas minerais, demanda de corretivo e agregado são bem conhecidos e não deverão sofrer variações.

A análise de sensibilidade, verificará parâmetros com maior possibilidade de variação, ou seja, o preço de venda, custo variável e o total de investimento/reinvestimento, simultaneamente, todos calculados para uma taxa de desconto de 12 %.

Os resultados de VPL's são apresentados a seguir conforme a tabela 33 relativo a variação de preço de venda com custo variável e a tabela 34 de preço de venda com total de investimento/reinvestimento.

Tabela 33
Análise de sensibilidade de preço e custo variável

Agregado							
P. de Venda	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%
Custo -30%	(187.211)	33.181	253.573	473.965	694.357	914.749	1.135.142
-20%	(262.960)	(42.568)	177.824	398.216	618.608	839.000	1.059.392
-10%	(338.710)	(118.317)	102.075	322.467	542.859	763.251	983.643
0%	(414.459)	(194.067)	26.326	246.718	467.110	687.502	907.894
10%	(490.208)	(269.816)	(49.424)	170.969	391.361	611.753	832.145
20%	(565.957)	(345.565)	(125.173)	95.219	315.612	536.004	756.396
30%	(641.706)	(421.314)	(200.922)	19.470	239.862	460.255	680.647
Corretivo							
P. de Venda	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%
Custo -30%	(331.079)	(58.605)	213.870	486.345	758.820	1.031.294	1.303.769
-20%	(481.135)	(208.660)	63.815	336.289	608.764	881.239	1.153.714
-10%	(631.190)	(358.716)	(86.241)	186.234	458.709	731.183	1.003.658
0%	(781.246)	(508.771)	(236.296)	36.178	308.653	581.128	853.603
10%	(931.301)	(658.826)	(386.352)	(113.877)	158.598	431.072	703.547
20%	(1.081.357)	(808.882)	(536.407)	(263.932)	8.542	281.017	553.492
30%	(1.231.412)	(958.937)	(686.463)	(413.988)	(141.513)	130.962	403.436

() – Resultado negativo

Tabela 34
Análise de sensibilidade de preço e investimento

Agregado							
P. de Venda	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%
Invest. -30%	(320.480)	(100.087)	120.305	340.697	561.089	781.481	1.001.873
-20%	(351.806)	(131.414)	88.978	309.370	529.763	750.155	970.547
-10%	(383.132)	(162.740)	57.652	278.044	498.436	718.828	939.221
0%	(414.459)	(194.067)	26.326	246.718	467.110	687.502	907.894
10%	(445.785)	(225.393)	(5.001)	215.391	435.784	656.176	876.568
20%	(477.111)	(256.719)	(36.327)	184.065	404.457	624.849	845.241
30%	(508.438)	(288.046)	(67.654)	152.739	373.131	593.523	813.915
Corretivo							
P. de Venda	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%
Invest. -30%	(724.231)	(451.756)	(179.281)	93.193	365.668	638.143	910.618
-20%	(743.236)	(470.761)	(198.286)	74.188	346.663	619.138	891.613
-10%	(762.241)	(489.766)	(217.291)	55.183	327.658	600.133	872.608
0%	(781.246)	(508.771)	(236.296)	36.178	308.653	581.128	853.603
10%	(800.251)	(527.776)	(255.301)	17.174	289.648	562.123	834.598
20%	(819.256)	(546.781)	(274.306)	(1.831)	270.643	543.118	815.593
30%	(838.261)	(565.786)	(293.311)	(20.836)	251.638	524.113	796.588

() – Resultado negativo

Como observa-se a amplitude da variação no resultado do VPL é muito maior quando se altera o preço de venda com o custo variável do que com o montante a investir.

Em qualquer dos casos, o desempenho do projeto de conversão se mostra mais estável e com resultados positivos em maior número, tendo a capacidade de absorver condições desfavoráveis de variação, diminuição de preço e aumento de custo e investimentos, muito melhor do que a opção de produção de corretivo.

9. CONCLUSÃO.

A proposição de converter a produção de corretivo de solo para agregado graúdo de uso na construção civil é uma medida simples e que pode trazer o aumento da rentabilidade para o produtor. Para o caso estudado, os resultados são bastante otimistas, devendo-se detalhar alguns aspectos operacionais para sua efetiva implantação.

Esta alternativa pode ser seguida por outras empresas da região, mas para cada uma é necessário um planejamento prévio, pois toda indústria tem suas peculiaridades e isto influi diretamente na obtenção dos resultados esperados.

Importante ressaltar que uma das maiores dificuldades para o sucesso dessa alternativa, esbarra na aceitação do produto por parte do consumidor. Dependendo da participação de mercado que se deseja atingir, é necessário um investimento em “marketing” e uma estrutura de venda condizente, o que pode vir a “encarecer” o projeto.

Estas conclusões são confirmadas através dos levantamentos expostos e o estudo de caso realizado, sintetizados nas seguintes considerações:

a) existe a demanda para o produto, visto que a RMC, encontra-se em grande ritmo de crescimento, necessitando assim dos minerais de uso na construção civil;

b) as premissas técnicas são atendidas, facilidade na adaptação do processo de exploração e o mineral atende as especificações das normas para uso como agregado;

c) para situações especiais de uso, onde seja necessário um desempenho mais específico do agregado, é primordial a realização de testes apropriados para sua aprovação antecipada;

d) a localização da empresa é boa, distante a poucos quilômetros do centro consumidor e com bom acesso, tornando-se um diferencial favorável para a comercialização;

e) a análise econômica mostra resultados de real incremento na rentabilidade final do projeto, confirmando o estudo descrito no capítulo 6-análise de

competitividade, tendo menores custos unitários e maior margem de lucro bruta em relação ao corretivo;

f) Também no capítulo 6, verifica-se que o custo de produção unitário, bem como a margem de lucro bruta do agregado de calcário, encontra-se em uma mesma faixa de resultados do granito, sendo assim, a competitividade do agregado de calcário em relação a outros agregados utilizados é boa;

Não foi tratado neste trabalho o impacto de eventuais mudanças na tributação, principalmente quanto a incidência do ICMS sobre o corretivo. Voltando-se essa tributação todo o panorama pode ser alterado, visto que o aumento de preço para absorver o impacto desse custo, pode acarretar uma diminuição de consumo, ou então uma redução da margem de lucro já bastante reduzida.

Além dessa alternativa, outras podem ser consideradas, como a produção de areia artificial ou a conciliação das produções de agregados com o corretivo, otimizando as instalações e períodos de operação, recomendando-se sempre o estudo específico de cada opção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ALBRECHT, K. J.; ZUQUETTE, L. V. **Avaliação dos problemas geológicos - geotécnicos em terrenos cársticos - base para o mapeamento geotécnico.** São Carlos, Departamento de Geotecnia / Escola de Engenharia de São Carlos da USP, 1996. 152p. (Seminários Gerais)
- ALVES, U.; ORICOLLI, S. De olho no interior. **Gazeta Mercantil**, n. 6, p.8-18, ago. 1999. /Balanço Anual/
- BRITA-BRÁS faz parceria inédita no Paraná. **Areia & Brita**, n. 2, p.25-8, ago. 1997.
- BROWN, G. et al. **Os recursos físicos da terra;** trad. de L. A. M.Martins. Campinas, Editora da Unicamp, 1995, v. 2: Materiais de construção e outras matérias brutas. (Séries Manuais).
- COELHO, R. M. G.; BRASILEIRO, F. E.; CARVALHO, J. B. Q. Utilização do calcário em concreto asfáltico e em estabilização de bases rodoviárias. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 29, Cuiabá, 1995. **Anais.** Rio de Janeiro, ABPvp, 1995. p.03-21.
- COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA. **Relatório ambiental da região metropolitana de Curitiba.** Curitiba, COMEC, 1997.
- DIAS, M. V. F. **O perfil do mercado produtor de areia, brita, argila, calcário dolomítico, calcário e talco no estado do Paraná - 1989-1990.** Curitiba, MINEROPAR, 1993.
- DRUMMOND, M. F. Britas de calcário em concreto. **Informador das Construções**, n. 753, p.50-1, ago. 1972.
- EQUIPAMENTOS, materiais e serviços para construção. **Engenharia e Construção**, n. 36, p.51-92, set. 1999.
- EQUIPAMENTOS, materiais e serviços para construção. **Engenharia e Construção**, n. 24, p.49-88, set. 1998.
- FÁBRICA DE AÇO PAULISTA. **Manual de britagem.** 5 ed. Sorocaba, FAÇO, 1994.
- FURTADO, J. M. A grande virada. **Exame**, n. 667, p.2-12, jul. 1998.
- FABIANOVICZ, R. **Conflitos entre a extração de areia e a expansão urbana na região da grande Curitiba (PR).** Campinas, 1998. 105p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.
- FRAZÃO, E. B.; PARAQUASSU, A. B. Materiais rochosos para construção. In: **GEOLOGIA de Engenharia.** São Paulo, ABGE, 1998. p.331-42.

- JUNQUEIRA, F. F.; SOUZA, N. M. Caracterização dos calcários do distrito federal e avaliação do seu potencial para uso na pavimentação. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 29, Cuiabá, 1995. **Anais**. Rio de Janeiro, ABPvp, 1995. p.519-41.
- KIHARA, Y. Reação álcali-agregado: aspectos mineralógicos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE AGREGADOS, 1., São Paulo, 1986. **Anais**. São Paulo, ABNT/IPT/EPUSP, 1986. p.127-41.
- LOPES, A. S. **Acidez do solo e calagem**. 3. ed. São Paulo, ANDA, 1990. (Boletim Técnico, 1).
- MACHADO, I. C. **Financiamentos internacionais de bancos e entidades a empreendimentos de mineração: da pesquisa à comercialização**. Belo Horizonte, IBRAM, 1997. /Apostila Curso/.
- METRÓPOLOIS EM REVISTA. **COMEC 25 anos de planejamento metropolitano**. Curitiba, v.1, n. 1, dez. 1999.
- MINAS não é só metais. **Areia & Brita**, n. 6, p.6-12, jul./set., 1998b.
- MINAS GERAIS, Secretaria de Estado de Minas e Energia. **Perfil da economia mineral do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1999.
- MINERAIS DO PARANÁ S/A. **Sinopse geoeconômica do setor mineral paranaense**. Curitiba, MINEROPAR, 1994.
- MINEROPAR investe em projetos em busca do fomento à atividade mineral no Paraná. **Areia & Brita**, n.5, p.18-9, abr./jun., 1998a.
- MUDANÇAS buscam maior produtividade. **Minérios & Minerales**, n. 241, p.25-30, 1999.
- OLIVEIRA, L. M. et al. **Perfil da indústria de rochas calcárias**. Curitiba, MINEROPAR, 1999.
- PARANÁ, Secretaria da Agricultura. **Aspectos da agropecuária paranaense**. [online]. Disponível através de [<http://www.pr.gov.br/seab/aspectos>]. Arquivo capturado em 02/06/2000.
- PEDRAS britadas. **Anuário mineral brasileiro 1997**. v.26, p.302-7, Brasília, DNPM, 1997a.
- PEDRAS britadas. **Anuário mineral brasileiro 1996**. v.25, p.333-8, Brasília, DNPM, 1996.
- PELLENZ, E., coord. **Avaliação regional do setor mineral - Paraná**. Brasília, DNPM, 1994. (Boletim, n. 60).

- PETTIJOHN, F. J. **Sedimentary rocks**. 3. ed. New York, Harper & Row, 1957.
- PRENTICE, J. E. **Geology of construction materials**. London, Chapman and Hall, 1990.
- RIBAS, S. M. et al. **Perfil da indústria de agregados**. Curitiba, MINEROPAR, 1999.
- ROCHAS calcárias. **Anuário mineral brasileiro 1997**. v.26, p.332-40, Brasília, DNPM, 1997b.
- SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO. **45 anos 1953 - 1998**. São Paulo, SNIC, 1998.
- TRATAMENTO de pedra britada. **Jornal da Cal**, n. 60, p.5, out. 1994.
- TECMIX TECNOLOGIA DE CONCRETO E ARGAMASSA. **Dosagem de concreto para Só Galpão Comércio e Construção Civil Ltda**. São Paulo, 1998. (Relatório Interno)*
- VAIDERGORIN, E. Y. L. Reação álcali-agregado - ensaios químicos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE AGREGADOS, 1., São Paulo, 1986. **Anais**. São Paulo, ABNT/IPT/EPUSP, 1986. p.121-5.

* Publicação disponível através da autorização da empresa.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA.

- AGOPYAN, V. A Importância da pureza dos agregados para argamassas e concretos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE AGREGADOS, 1., São Paulo, 1986. **Anais**. São Paulo, ABNT/IPT/EPUSP, 1986. p.115-9.
- ASSOCIAÇÃO DOS DIRIGENTES DE EMPRESAS DO MERCADO IMOBILIÁRIO DO PARANÁ. **Perfil imobiliário de uma metrópole**. Curitiba, ADEMI-PR, 1999.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS ENTIDADES DE PRODUTORES DE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL. **A importância econômica e social do setor de produção de agregados**. São Paulo, ANEPAC, 1996.
- BARTALINI, N. M. **Desgaste abrasivo em britadores de mandíbulas**. São Paulo, 1999. 108p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- BAUER, L. A. F., coord. **Materiais de construção**. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1980.
- BILODEAU, M. L. Aspectos econômicos no desenvolvimento de jazidas. **Minérios Extração & Processamento**, n. 87, p. 26 - 9, abr. 1984.
- BRASIL, Departamento Nacional da Produção Mineral. **Plano plurianual para o desenvolvimento do setor mineral**. Brasília, DNPM, 1994.
- BRAZ, E. **Introdução à economia mineral**. Rio de Janeiro, Convênio CETEM/USP, 1995. /Apostila Curso/
- BUCHER, H. R. E. Agregados para concreto. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE AGREGADOS, 1., São Paulo, 1986. **Anais**. São Paulo, ABNT/IPT/EPUSP, 1986. p.7-16.
- CAVENDER, B. Determination of optimum lifetime of a mining project using discounted cash flow and option pricing techniques. **Mining Engineering**, p.1262 - 8, out. 1992.
- CATERPILLAR INC. **Manual de produção**. 24. ed. Peoria, 1993.
- CHAVES, A. P.; PERES, A. E. C. **Teoria e prática do tratamento de minérios - britagem, peneiramento e moagem**. São Paulo, Signus Editora, 1999. v.3.
- CHAVES, A. P. **Gerenciamento de projetos**. Salto de Pirapora, Votorantin, 1995. /Apostila Curso/
- EX-PREFEITO Raphael Greca avalia o novo processo de industrialização da RMC. **Areia & Brita**, n. 5, p.5-6, abr./jun. 1998.

- FUJIMURA, F.; SOARES, L.; HENNIES, W. T.; SILVA, M. A. R. O Uso de finos de pedreiras de rochas gnáissicas e graníticas em substituição às areias naturais. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 29, Cuiabá, 1995. **Anais**. Rio de Janeiro, ABPvp, 1995. p.147-56.
- GAMA, C. A. J. V. D. **Metologia de controle do lucro em mineração**. São Paulo, IPT, 1986.
- GENTRY, D. W.; O'NEIL, T. J. **Mine investment analysis**. New York, Society of Mining Engineers of AIME, 1984.
- GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**; trad. de F. J. S. Braga. São Paulo, Editora Harbra, 1978.
- GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 3. ed. São Paulo, Pini, 1997.
- HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos**. 4. ed. São Paulo, Atlas, 1989.
- LEMES JÚNIOR, A. B. **Um modelo de análise econômica-finaceira - aplicação ao ramo cimenteiro paranaense**. Belo Horizonte, 1983. 203p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, 1983.
- MACKENZIE, B. W. **Economic guidelines for small mineral deposits**. Centre for Resource Studies, 1982. (Working Paper, n. 25)
- MENDES, K. S. **Viabilidade do emprego de finos de basalto em concreto compactado a rolo**. São Paulo, 1999. 103p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- NAGLE, A. J. Avaliação da rentabilidade em projetos de mineração. **Brasil Mineral**, n. 58, p.100 - 6, set. 1988.
- PAIONE, J. A. **Jazida mineral: como calcular seu valor**. Rio de Janeiro, CPRM, 1998.
- PEREIRA, N. M. **Seleção de investimentos - critérios básicos e aplicações na indústria de mineração**. São Paulo, 1975. n.p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- PEREIRA, R. C. R.; OLIVEIRA, P. C. C. **Plano de aproveitamento econômico - Itacolombo Indústria e Comércio de Minérios Ltda**. Colombo, 1998. (Relatório Interno)*
- PRATI, F. J. **Geometria de minas a céu aberto: fator crítico de sucesso da indústria mineral**. São Paulo, 1995. 44p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

- PUCCINI, A. L. **Engenharia econômica**. 6. ed. Rio de Janeiro, DIFEL, 1976.
- SÁNCHEZ, L. E. **A desativação de empreendimentos industriais: um estudo sobre o passivo ambiental**. São Paulo, 1998. 178p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE MINERAÇÃO EM ÁREAS URBANAS, São Paulo, 1989. **Anais**. São Paulo, MINFRA/DNPM, 1989.
- SINTONI, A.; VALVERDE, F. M. **Rochas calcárias nos estados de São Paulo e Paraná**. Brasília, DNPM, 1978. (Boletim, n. 45).
- SMITH, M. R.; COLLIS, L., eds. **Aggregates: sand, gravel and crushed rock for construction purposes**. 2. ed. London, Geological Society, 1993. (Geological Society Engineering Geology Special Publication, n. 9)
- SOUZA, P. Á. **Avaliação econômica de projetos de mineração - análise de sensibilidade e análise de risco**. Belo Horizonte, IETEC, 1995.
- SOUZA, P. Á.; HERRMANN, H. **Avaliação econômica dos direitos minerários - documento preliminar**. Brasília, DNPM, 1980.
- SUGUIO, K. **Rochas sedimentares: propriedades, gênese, importância econômica**. São Paulo, Edgar Blücher/USP, 1998.
- VALE, E.; BRAZ, E.; CARVALHO, O. **Avaliação da carga tributária incidente sobre o setor mineral**. Brasília, DNPM, 1992.

* Publicação disponível através da autorização da empresa.