



CONTRATO Nº 48000.003155/2007-17: DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DUODECENAL (2010 - 2030) DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL-SGM

BANCO MUNDIAL

BANCO INTERNACIONAL PARA A RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO - BIRD

PRODUTO RT 55 PERFIL DO CALCÁRIO AGRÍCOLA

CONSULTOR

José Otávio da Silva

PROJETO ESTAL

PROJETO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE ENERGIA

Setembro de 2009

SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
SIGLAS E ABREVIATURAS	5
1. SUMÁRIO EXECUTIVO	3
2. INTRODUÇÃO	5
3. A INDÚSTRIA DO CALCÁRIO AGRÍCOLA	6
3.1. PRODUÇÃO E CONSUMO DE CALCÁRIO AGRÍCOLA NO BRASIL	6
3.2. RESERVAS	7
3.3. PARQUE DE MINERAÇÃO	7
4. ASPECTOS TECNOLÓGICOS	9
4.1. LAVRA	9
4.2. PROCESSAMENTO	9
4.3. USO DO CALCÁRIO NA AGRICULTURA	10
5. ASPECTOS AMBIENTAIS	12
5.1. IMPACTOS AMBIENTAIS	12
5.2. CONSUMO ENERGÉTICO	12
5.3. EMISSÃO DE CO ₂	13
5.4. UTILIZAÇÃO DE ÁGUA	13
5.5. GERAÇÃO DE RESÍDUOS MINERAIS	14
5.6. CAVERNAS	14
5.7. MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	15
6. ASPECTOS ECONÔMICOS	15
6.1. PREÇO DE MERCADO POR TIPO DE PRODUTO	15
6.2. NÍVEL DE CONCENTRAÇÃO NA INDÚSTRIA	16
6.3. PADRÃO ORGANIZACIONAL DAS EMPRESAS DO SEGMENTO	16
6.4. ARRECADAÇÃO	17
6.5. INVESTIMENTOS	18
7. RECURSOS HUMANOS	20
7.1. MÃO DE OBRA	20
7.2. COEFICIENTES DE OCUPAÇÃO	22
8. ARCABOUÇO LEGAL	22
8.1. ESTRUTURA DA REGULAMENTAÇÃO	22
8.2. INSTRUÇÃO NORMATIVA SDA/ Nº 35	23
8.3. LICENCIAMENTO E LEIS AMBIENTAIS	24
8.4. NORMAS REGULAMENTADORAS DA MINERAÇÃO	24
9. CENÁRIO INTERNACIONAL	24
9.1. PRODUÇÃO E DEMANDA	24
9.2. RESERVAS	26
10. PROJEÇÕES ATÉ 2030	26
10.1. CENÁRIOS	26
10.2. PRODUÇÃO E DEMANDA	28
10.2. MÃO DE OBRA	29
10.3. INVESTIMENTOS	30
11. CONCLUSÕES	31
12. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	35
13. ANEXOS	39

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Reservas de Calcário no Brasil em 2005	7
Tabela 2 - Número de minas brasileiras de Calcário, em cada classificação, em 2005.....	8
Tabela 3 - Preço médio do Calcário Agrícola em alguns estados (R\$/t)	15
Tabela 4 - Investimentos nas Minas.....	18
Tabela 5 - Investimentos nas Usinas.....	18
Tabela 6 - Coeficiente de ocupação de mão de obra nas atividades relacionadas à produção e beneficiamento do Calcário	22
Tabela 7 - Produção Mundial de Rochas Calcárias	25
Tabela 8 - Dados históricos utilizados para o cálculo das projeções de demanda e produção de Calcário Agrícola	29
Tabela 9 - Projeção da demanda por Calcário Agrícola até 2030 (mil toneladas).....	29
Tabela 10 - Projeção da demanda por mão de obra total (Minas e Usinas), até 2030	30
Tabela 11 - Projeção da demanda por mão de obra nas Minas e nas Usinas, em 2030.....	30
Tabela 12 - Projeção dos investimentos necessários nas Minas e nas Usinas, em 2030 (R\$ milhões)31	
Tabela 13 – Dados históricos completos das variáveis independentes, para anos selecionados disponíveis, utilizados para desenvolver a fórmula exponencial de correlação para realizar as projeções da demanda (produção) de Calcário Agrícola	43
Tabela 14 – Projeções para o PIB, de 2008 a 2030, para cada cenário macroeconômico (milhões US\$)	44
Tabela 15 – Projeções para o indicador agrícola (IA), de 2008 a 2030, para cada cenário de crescimento futuro (mil hectares plantados)	44
Tabela 16 – Projeções para a produção de Calcário Agrícola, de 2008 a 2030, para cada cenário considerado (mil toneladas)	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Produção total de Calcário Agrícola, de 2002 a 2007.....	6
Figura 2 - Número de minas brasileiras de Calcário, em cada classificação, em 2005.	8
Figura 3 - CFEM Arrecadada de 2004 a 2005.	17
Figura 4 - Número de empregos gerados na mineração e beneficiamento do Calcário no Brasil.	21
Figura 5 - Distribuição dos empregos gerados na mineração e beneficiamento do Calcário no Brasil, por tipo de mão de obra.....	21
Figura 6 - Distribuição da qualificação da mão de obra nas minas e nas usinas de Calcário no Brasil.	22
Figura 7 - Participação relativa dos países na produção mundial	26

SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPC - Associação Brasileira de Produtores de Cal
ABRACAL – Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola
AMB – Anuário Mineral Brasileiro
ANA - Agência Nacional das Águas
CaCO₃ - Carbonato de cálcio
MgCO₃ – Carbonato de magnésio
CaO – Óxido de cálcio (cal)
Ca(OH)₂ – Cal hidratada
CECAV - Centro de Estudos de Cavernas
CETEM - Centro de Tecnologia Mineral
CFEM - Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais
CIF - Custos, Seguro e Frete (*Costs, Insurance and Freight*)
CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CO₂ – Dióxido de carbono
COFINS - Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral
EUA – Estados Unidos da América do Norte
FOB - Mercadoria livre a bordo (*Free on Board*)
HPGR – Moinhos de rolos de alta pressão (*High Pressure Grinding Rolls*)
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS - Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços
ISO – International Organization for Standardization
kWh - quilowatt-hora (quantidade de energia utilizada para alimentar uma carga com potência de 1.000 watts durante uma hora)
Ltda. - Sociedade por Cotas de Responsabilidade Limitada
MCT - Ministério de Ciência e Tecnologia
MgO – Óxido de magnésio
MME - Ministério das Minas e Energia
Na₂CO₃ - Barrilha
ONU - Organização das Nações Unidas
PAC - Programa de Aceleração do Crescimento
pH - grandeza físico-química ”potencial hidrogeniônico”
PIB - Produto Interno Bruto
PIS - Programa de Integração Social
PN - Poder de Neutralização
PORMIN - Portal de Apoio ao Pequeno Produtor Mineral
PRNT – Poder Relativo de Neutralização Total
PROCAL - Programa Nacional de Calcário Agrícola
PRONAC - Programa Nacional de Calagem
PROPASTO - Programa nacional de Recuperação de Pastagens Degradadas
PROSOLO - Programa de Incentivo ao Uso de Corretivos de Solo
RE - Reatividade (dada pela granulometria do calcário)
ROM - *run of mine*
SA - Sociedade Anônima

SECEX - Secretaria do Comércio Exterior

SGM - Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

SiO₂ – Dióxido de silício

SINDICAL – Sindicato das Indústrias de Calcário e Derivados para Uso Agrícola do Estado de São Paulo

SINDICALC - Sindicato da Indústria de Calcário do Rio Grande do Sul

t - tonelada

TAC - Termo de Ajustamento de Conduta

USGS - United States Geological Survey

VSI – Britadores de impacto com eixo vertical (*vertical shaft impactors*)

1. SUMÁRIO EXECUTIVO

O calcário agrícola é um dos principais usos do calcário produzido no Brasil e no mundo, sendo que no Brasil o calcário utilizado para fins agrícolas representa mais de 21% do total do calcário produzido no Brasil.

O excesso de acidez dos solos brasileiros é um dos principais obstáculos para aumentar os rendimentos e a produtividade dos solos. O uso do calcário agrícola protege o ambiente, incrementa a eficiência dos nutrientes e dos fertilizantes, melhora a efetividade de alguns herbicidas e aumenta a produtividade do cultivo.

O calcário agrícola é um produto relativamente barato, cujos preços médios de comercialização em São Paulo, por exemplo, foram de apenas R\$29,85 por tonelada, em 2008, o que implica que os custos de logística, comercialização e outros, são especialmente importantes.

Assim como no caso do calcário utilizado em outras aplicações, o baixo preço do produto resulta numa estreita relação entre a demanda e a produção, levando a um baixíssimo nível de estoques. Por outro lado, dada a relação entre os baixos preços do calcário e o custo do frete, há pouco intercâmbio da produção, de forma que as importações e exportações pouco significativas.

A produção de calcário para fins agrícolas se dá em quase todos os estados brasileiros. Segundo o SINDICAL (Sindicato das Indústrias de Calcário e Derivados para Uso Agrícola do Estado de São Paulo), em 2007 a produção de calcário agrícola no Brasil foi de 22,75 milhões de toneladas, principalmente concentrada na região Sudeste. No estado de São Paulo, um dos principais consumidores de calcário agrícola, o consumo apresentou uma redução de mais de 21%, em 2008, portanto, apesar de que não há dados mais recentes para os demais estados, é possível que o consumo nacional também tenha sofrido uma queda significativa, em 2008.

O consumo de calcário agrícola não tem sequer acompanhado a evolução do consumo dos fertilizantes agrícolas, os quais somente são plenamente potencializados quando o solo recebe calagem adequada, o que não ocorre, em geral, na agricultura brasileira. Isto sugere que o consumo de calcário agrícola está muito abaixo do ideal, e, caso o setor desenvolva uma maior consciência da importância e dos benefícios da calagem, o consumo de calcário agrícola poderá crescer significativamente, no futuro.

As reservas lavráveis de calcário no Brasil estão relativamente amplamente distribuídas pelos estados brasileiros, e, como em muitos países do mundo, representam centenas de anos de produção, nos níveis atuais.

O calcário responde por apenas aproximadamente 1,9% de toda a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) arrecadada no Brasil. Apesar de não haver dados específicos sobre a CFEM arrecadada com a produção de calcário destinado a fins agrícolas, é provável que esses valores sejam proporcionais à produção de calcário agrícola, em relação à produção total de calcário.

As empresas que se dedicam à mineração (preponderantemente a céu aberto) ou beneficiamento do calcário compõem uma indústria com muitos participantes, mas cuja produção está concentrada nas maiores empresas (as dez maiores empresas representam mais de um terço da produção), cuja produção atende principalmente a demanda do setor de cimento. Resta às demais empresas atender ao mercado de calcário agrícola, de forma distribuída e menos concentrada.

As empresas atuantes na indústria de mineração e beneficiamento do calcário têm, em geral, uma estrutura relativamente fechada (poucas são incorporadas como sociedades anônimas), e poucas detêm certificações relativas à qualidade e ao meio ambiente (ISO 9001 e ISO 14.001), sendo que essas empresas são majoritariamente ligadas à produção de calcário para a indústria de cimento, não à produção de calcário para fins agrícolas.

Devido ao baixo nível de exigências técnicas para o produto utilizado como calcário agrícola, os fornecedores têm conseguido atender à demanda do mercado com as instalações atuais, mesmo se em muitos casos elas não são modernas ou muito eficientes.

Em geral é difícil obter dados confiáveis sobre o calcário utilizado para fins agrícolas, em relação ao calcário em geral, portanto as informações sobre os investimentos nas minas e usinas de beneficiamento de calcário no Brasil são referentes à produção de calcário para todos os fins. É provável que os investimentos alocados à produção de calcário agrícola sejam proporcionais à sua produção, em relação à produção total de calcário. Esses investimentos têm sido tímidos (pouco mais de R\$1 por tonelada, em 2005), e as previsões de novos investimentos para o triênio 2006-2008 são pouco melhores (estimadas em menos de R\$2 por tonelada por ano).

Esta realidade, aliada à pouca disseminação da prática de calagem dos solos brasileiros, que são especialmente carentes de correção de seu pH, geralmente ácido, levou à criação de diversos planos governamentais para estimular o uso do calcário agrícola no Brasil, sem que, no entanto, o baixo consumo de calcário agrícola fosse significativamente alterado. Mesmo assim, há diversas fontes de incentivos e financiamentos oficiais, com o propósito de beneficiar a produção e o consumo de calcário no Brasil, e especialmente o calcário agrícola.

Da mesma forma que no caso dos investimentos, é provável que a geração de empregos na produção de calcário agrícola seja proporcional à sua produção, em relação à produção total de calcário. Se na produção total de calcário foram empregados aproximadamente 12 mil trabalhadores, em 2005 (menos de 90% de nível superior), é provável que o calcário agrícola seja responsável por aproximadamente 2.500 empregos.

Em relação às perspectivas para o futuro, foram feitas projeções, com base nos dados disponíveis, e através da metodologia descrita neste estudo, para a produção/demanda, para os investimentos necessários, e para a mão de obra empregada na indústria, até o ano de 2030, como base de informações para subsidiar as políticas nacionais e as estratégias empresariais dos seus participantes, em relação a esta indústria. Entre as conclusões mais marcantes dessas projeções, estão:

- Expressivo aumento na demanda e produção do calcário no Brasil, até o ano de 2030, para entre 26,2 (Cenário Frágil) e 34,2 (Cenário Inovador) milhões de toneladas, portanto um incremento de 134% a 174% acima da produção recente;
- Total de investimentos nas minas e nas usinas, estimados como necessários para manter a produção nos níveis projetados, nos últimos três anos até o horizonte de projeção (2028 a 2030), entre R\$91,56 milhões (Cenário Frágil) e R\$117,42 milhões (Cenário Inovador);
- Aumento da mão de obra empregada, dos quase 2,5 mil empregados, atualmente, para algo entre 3,7 mil (Cenário Frágil) a 4,8 mil (Cenário Inovador) trabalhadores, com pouco mais da metade ocupada nas minas;
- Como somente pouco mais de 12% dessa mão de obra é de nível superior, e como não é prevista uma mudança nas exigências em relação à proporção de mão de obra mais qualificada, até 2030, imagina-se que o mercado não terá dificuldade em disponibilizar essa mão de obra.

2. INTRODUÇÃO

O calcário é encontrado extensivamente em todos os continentes, e é extraído de pedreiras ou depósitos que variam em idade, desde o Pré-Cambriano até o Holoceno. Esses depósitos são geralmente formados pelas conchas e pelos esqueletos de microrganismos aquáticos, comprimidos sob pressão para formar as rochas sedimentares que chamamos calcário. O calcário representa aproximadamente 10% de todas as rochas sedimentares. Há também os depósitos de calcário precipitado diretamente de águas com elevados teores de sais minerais. As reservas de calcário, ou rochas carbonatadas, são praticamente intermináveis, porém a sua ocorrência com elevada pureza corresponde a menos de 10% das reservas de carbonatos lavradas em todo mundo.

O calcário agrícola nada mais é do que aquela parte da produção do calcário dedicada à aplicação como corretivo do solo. Desde a Renascença, a acidez do solo tem sido reduzida através da adição de cal (calcário calcinado) aos solos ácidos. Como todo calcário, o principal constituinte mineralógico do calcário agrícola é a calcita (carbonato de cálcio - CaCO_3), podendo conter menores quantidades de carbonato de magnésio, sílica, argila e outros minerais. A dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) pode representar parcela significativa das rochas carbonáticas utilizadas para fins agrícolas.

Os atributos de qualidade dos calcários são medidos por: teor e natureza química dos constituintes neutralizantes; teores de cálcio e magnésio; granulometria; reatividade; e efeito residual. A qualidade do produto é determinada com base no PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total), um índice dado pelo Poder de Neutralização (PN) e pela Reatividade (RE), e que é expresso pela seguinte equação:

$$\text{PRNT (\%)} = \text{PN} \times \text{RE} / 100$$

O conhecimento do PRNT permite apenas uma avaliação quantitativa da reatividade de um corretivo em um período máximo de três meses, não indicando, no entanto, seu efeito residual.

A avaliação da reatividade (RE) dos calcários agrícolas é dada pela ponderação das frações do produto retidas em cada uma das seguintes peneiras, juntamente com os valores correspondentes a essas frações:

- Reatividade zero para a fração retida em peneira de 2mm (ABNT nº 10)
- Reatividade 20% para a fração que passa em peneira ABNT nº 10 e fica retida em peneira 0,84mm (ABNT nº 20)
- Reatividade 60% para a fração que passa em peneira ABNT nº 20 e fica retida em peneira 0,3mm (ABNT nº 50)
- Reatividade 100% para a fração que passa em peneira ABNT nº 50

A classificação brasileira atual dos calcários agrícolas é dada pela Instrução Normativa SDA/ Nº 35, de 04 de julho de 2006, e seu anexo, da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que dividem os calcários agrícolas nas seguintes categorias, em relação ao teor de MgO (óxido de magnésio):

- Calcário Calcítico - menos de 5% de MgO
- Calcário Magnesiano - de 5% a 12% de MgO
- Calcário Dolomítico - acima de 12% de MgO

A Instrução Normativa Nº 35 determina valores mínimos para o PRNT de diversos tipos de produtos utilizados como corretivos de acidez, geralmente compostos de calcário agrícola ou cal (derivada do calcário):

- Calcário Agrícola (comum) – PRNT mínimo de 45%
- Calcário Calcinado Agrícola – PRNT mínimo de 54%
- Cal Hidratada Agrícola – PRNT mínimo de 90%
- Cal Virgem Agrícola – PRNT mínimo de 120%
- Valor de referência para outros corretivos de acidez – PRNT mínimo de 45%

A Instrução Normativa N° 35 também específica diversos atributos físicos e químicos para os produtos utilizados como corretivos de solos, incluindo as composições de calcário agrícola. Em relação à granulometria, os produtos deverão ser constituídos de partículas que deverão passar 100% em peneira ABNT n° 10, 70% em peneira ABNT n° 20, e 50% em peneira ABNT n° 50. O calcário agrícola comercializado na forma de produtos denominados “ultrafino” e “filler” devem ter granulometria ainda mais fina, que permita passar 100% em peneira ABNT n° 50 (MAPA, 2009). O mercado para produtos compostos de calcário agrícola geralmente demanda uma qualidade, em relação ao PRNT, maior do que os valores mínimos exigidos legalmente.

É importante destacar que existem dificuldades na obtenção de dados precisos sobre o calcário agrícola, pois o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), órgão oficial de administração dos recursos minerais no Brasil, não possui informações detalhadas do setor produtor de calcário no país, pois seus dados estatísticos são baseados apenas no Relatório Anual de Lavra (RAL), preenchido anualmente pelos mineradores, porém nem sempre com dados reais (Pereira, 2002).

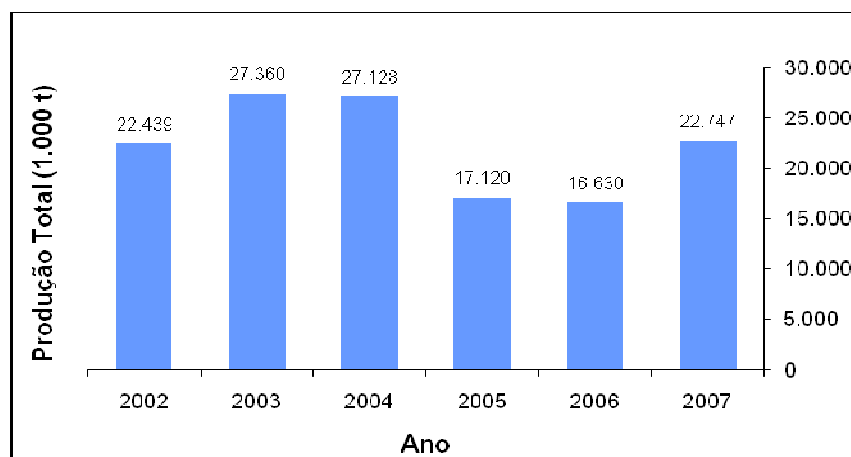
3. A INDÚSTRIA DO CALCÁRIO AGRÍCOLA

3.1. Produção e Consumo de Calcário Agrícola no Brasil

Segundo o Sumário Mineral do Calcário Agrícola no Brasil, (DNPM, 2009), a produção de calcário agrícola se dá em quase todos os estados brasileiros. As maiores regiões produtoras foram o Sudeste, com 33,2% de participação na produção nacional; Centro-Oeste, com 31,8%; Sul, com 26,0%; Norte, com 5,3%; e Nordeste, com 3,7%. As maiores regiões consumidoras foram o Sudeste, com 44% de participação no consumo nacional; Centro-Oeste, com 24%; Sul, com 19%; e as demais regiões com o restante.

O calcário utilizado para fins agrícolas representa pouco mais de 21% do total do calcário produzido no Brasil. A produção recente de calcário agrícola no Brasil é relatada segundo os dados disponíveis no site do SINDICAL. Dessa forma, a produção total de calcário nos últimos seis anos (de 2002 a 2007) pode ser vista na Figura 1.

Figura 1 - Produção total de Calcário Agrícola, de 2002 a 2007.



Fonte: SINDICAL (SINDICAL, 2009)

Sem maiores e melhores fontes de informação, neste estudo foi utilizado um valor estimado para o preço médio do calcário agrícola de R\$25 por tonelada, em 2007, o que implica num valor total da produção de calcário agrícola, em 2007, de aproximadamente R\$570 milhões.

Por outro lado, há de se levar em conta que este preço médio do calcário agrícola pode ter sido influenciado pelo preço mais elevado do produto beneficiado, ensacado e apresentado como produto de granulometria mais fina, e portanto mais valorizado, do que a média para o calcário em geral.

O baixo preço do calcário agrícola resulta numa estreita relação entre a demanda e a produção, levando a um baixíssimo nível de estoques, de forma que a produção tem praticamente acompanhado o consumo.

3.2. Reservas

Segundo o AMB 2006, as reservas lavráveis de calcário no Brasil chegam a 43,7 milhões de toneladas (incluindo as reservas de calcita, calcita ótica e conchas calcárias), relativamente amplamente distribuídas pelos estados brasileiros, sendo que onze estados têm mais de um milhão de toneladas dessas reservas. As maiores reservas lavráveis se encontram em Minas Gerais, com 22,5% do total; Mato Grosso do Sul, com 17,2%; e Paraná, com 10,7%. Juntos, esses estados detêm aproximadamente 50% das reservas brasileiras.

Segundo o CETEM, as reservas lavráveis de calcário no Brasil têm se mantido relativamente estáveis desde 2002, quando somavam 39,8 milhões de toneladas.

A distribuição das reservas de calcário, nas diferentes categorias de reservas, está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Reservas de Calcário no Brasil em 2005

Reservas (milhões de toneladas)	Medida	Indicada	Inferida	Lavrável
	49.411	29.960	26.266	43.705

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro 2006 (DNPM 2006)

Dados os valores de reservas estimadas, a atual produção brasileira de calcário estaria assegurada por mais de quatrocentos anos. Na prática, os valores de reservas estimadas incluem quantidades que não serão extraídas por muitos anos. Por outro lado, esses valores provavelmente não incluem quantidades de calcário em áreas onde uma produção não seja provável num horizonte de planejamento típico de atividades econômicas (algo como até cinquenta anos). Nesse caso, atualmente não se justificam esforços exploratórios detalhados (pesquisa geológica), necessários para uma estimativa de reservas lavráveis, mesmo que observações geológicas menos rigorosas sugiram a existência de volumes significativos de reservas. Ainda que modestos, em relação aos investimentos necessários para a pesquisa geológica de outros bens minerais, os investimentos em atividades de pesquisa mineral de calcário só se justificam em áreas onde haja perspectiva de que novas reservas possam ser aproveitadas em um futuro próximo.

3.3. Parque de Mineração

Segundo o DNPM, as minas brasileiras são classificadas pela produção bruta (*run-of-mine*), em toneladas anuais, dentro de três classificações: Grandes (com produção bruta anual maior que um milhão de toneladas), Médias (com produção bruta anual entre cem mil e um milhão de toneladas), e Pequenas (com produção bruta anual entre cem mil e dez mil toneladas). Minas com produção bruta menor que dez mil toneladas não são consideradas.

Segundo levantamento do DNPM constante do Universo da Mineração Brasileira (Neves e da Silva, 2007), menos de dez por cento das minas de calcário eram classificadas como Grandes, em 2005. A Tabela 2 mostra o número de minas que produziam calcário no Brasil, em 2005, em cada classificação, segundo esse levantamento. Já a Figura 2 apresenta a evolução do número de minas de calcário em cada classificação, nos últimos anos, de acordo com o AMB 2006.

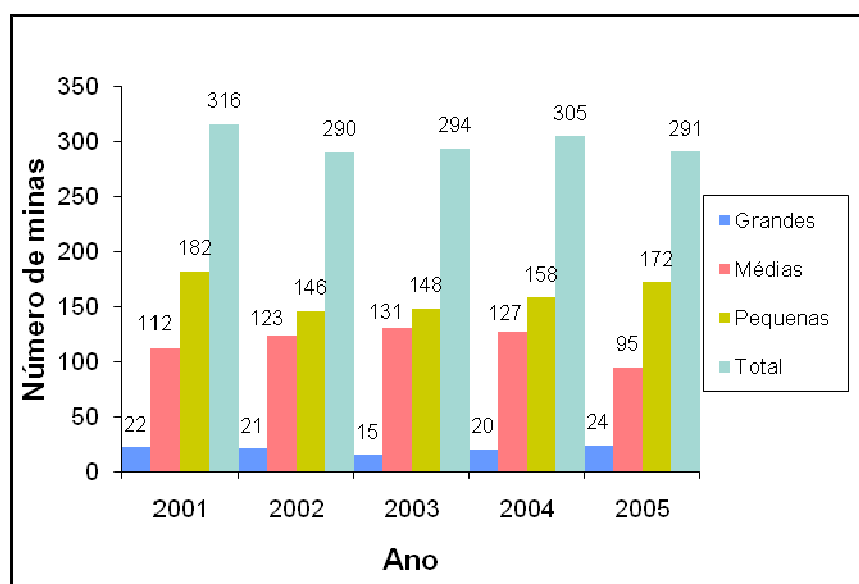
Há de se lembrar que esses dados são referentes à produção total de calcário, e que apesar de que não há informações especificamente sobre o calcário agrícola, provavelmente as maiores empresas estão dedicadas à produção do calcário para a indústria de cimento, enquanto a maior parte da produção de calcário agrícola fica por conta das demais empresas.

Tabela 2 - Número de minas brasileiras de Calcário, em cada classificação, em 2005

Classificação da Mina	Grande	Média	Pequena
Número de Minas	24	82	166

Fonte: Universo da Mineração Brasileira (Neves e da Silva, 2007)

Figura 2 - Número de minas brasileiras de Calcário, em cada classificação, em 2005.



Fonte: Anuário Mineral Brasileiro 2006 (DNPM 2006)

Como não há informações especificamente sobre as empresas dedicadas principalmente à produção do calcário agrícola, já que os dados disponíveis são referentes à produção total de calcário, não é possível identificar as maiores empresas produtoras de calcário agrícola. O nome e a atividade principal de boa parte das empresas que operam minas classificadas como sendo Grandes ou Médias sugere que elas, de fato, estão voltadas para a produção de calcário utilizado na indústria de cimento.

4. ASPECTOS TECNOLÓGICOS

4.1. Lavra

Sendo o calcário agrícola apenas uma parte da produção total de calcário, sua produção segue as práticas de lavra do calcário. A maior parte das minas de calcário, em todo o mundo, são lavradas a céu aberto, principalmente por motivos de custos mais reduzidos. Elas são comumente chamadas de pedreiras, apesar de que, por razões técnicas, ambientais ou de escala de produção, algumas utilizam a lavra subterrânea. Dentre todas as minas de calcário no Brasil, cujas informações são mantidas pelo DNPM, apenas uma (de porte médio) tem operações que não são exclusivamente a céu aberto, sendo classificada como uma mina mista, ou seja, com operações subterrâneas e a céu aberto. Todas as demais operam exclusivamente a céu aberto.

As principais etapas da lavra de calcário a céu aberto incluem: remoção do capeamento, perfuração, desmonte por explosivos, e transporte até a usina de processamento. A remoção do capeamento é o elemento-chave no custo da lavra a céu aberto. Para cada operação ou situação, há uma razão estéril/minério economicamente viável. A escala de produção é responsável pela viabilidade econômica de várias minas, especialmente tendo em vista os produtos serem de valor agregado relativamente baixo. A seleção dos equipamentos varia com a particularidade de cada operação, capacidade de produção, tamanho e forma do depósito, distância de transporte, estimativa da vida útil da mina, localização em relação aos centros urbanos e fatores sócio-econômicos (Sampaio e Almeida, 2009).

Os circuitos de britagem apresentam peculiaridades em função, principalmente, das características de baixa abrasividade e resistência baixa à britagem e moagem, dos calcários brasileiros. A britagem é executada em circuitos multiestagiados que incluem combinações de britadores de mandíbulas ou giratórios em grandes operações, além de britadores cônicos secundários e terciários. Britadores de impacto são largamente empregados, pois apresentam uma combinação favorável de relações de redução e capacidades muito altas. Circuitos configurados com britadores de impacto apresentam assim alta capacidade e menor número de estágios, se comparados a outros tipos de britadores (Delboni Jr, 2008).

Os depósitos de calcário podem ocorrer em grandes extensões e apresentar espessura de centenas de metros, portanto as minas de calcário podem ser operações de grande porte, e de longa vida útil. Muitas minas produzem diversos produtos, e o minério produzido que não atende às especificações para certos usos, ainda pode ser aproveitado para outros fins, usado como agregados para a construção civil, por exemplo. A tendência mundial continua sendo a abertura de minas cada vez maiores (Bliss, 2008), apesar de que essa tendência se aplica principalmente às minas dedicadas à produção de calcário para a indústria de cimento.

4.2. Processamento

O tratamento das rochas carbonatadas, especialmente o calcário, depende do uso e especificações do produto final. A lavra seletiva, a catação manual, a britagem em estágio unitário e o peneiramento são os métodos usuais para obtenção de produtos, cuja utilização final não requer rígidos controles de especificações. Este é o caso, especialmente, para o calcário agrícola. A cominuição do calcário pode ser feita via seca, segundo as etapas de britagem, classificação, moagem em moinho de rolos tipo Raymond ou em moinhos tubulares com bolas.

O processamento do calcário para fins agrícolas depende da aplicação agrícola pretendida, e frequentemente envolve a aplicação do calcário na forma de cal. Nesse caso, o calcário é calcinado a temperaturas em que ocorre a dissociação do carbonato de cálcio (ou carbonato de magnésio, nos calcários magnesianos).

Há dois tipos de cales: a cal virgem, ou cal viva, e a cal hidratada. A cal virgem é o produto da calcinação de rochas carbonatadas (calcário) a temperaturas próximas à da fusão (900 a 1.000 °C). A cal hidratada é obtida a partir da cal virgem, através da adição de água, gerando hidróxido de cálcio e outros compostos. Nesse processo, uma tonelada de cal virgem resulta em 1,3 toneladas de cal hidratada (MME, 2009).

Teoricamente, para cada tonelada de cal virgem, são necessárias 1,7 a 1,8 toneladas de calcário a ser calcinado, porém na prática, as indústrias produtoras de cal virgem observam uma relação de aproximadamente duas toneladas de calcário para cada tonelada de cal virgem produzida (Sampaio e Almeida, 2009).

Na literatura mundial, o termo *lime* se refere à cal, podendo ser cal virgem (*quicklime*) ou cal hidratada (*hydrated lime*), que poderão ser agrícolas ou não.

4.3. Uso do Calcário na Agricultura

O calcário agrícola é um dos principais usos do calcário produzido no Brasil e no mundo, sendo que no Brasil o calcário utilizado para fins agrícolas representa mais de 21% do total do calcário produzido no Brasil.

O calcário moído e seus produtos, cal virgem e hidratada, escória, dentre outros, são aplicados no solo para corrigir a acidez e promover o crescimento das plantas. O termo calcário agrícola inclui esses produtos coletivamente, conhecidos como corretivos, que são utilizados sob a forma de pó, para aumentar sua reatividade e assimilação pelo solo. Quanto maior for o teor de CaCO_3 , menor será a quantidade necessária. A incorporação do calcário ao solo se dá lentamente, e depende da capacidade de retenção de água pelo solo, da aeração o solo, e da granulação do produto. Uma reação química do carbonato de cálcio e água forma hidróxido de cálcio - Ca(OH)_2 , que neutraliza o meio ácido (Nahass e Severino, 2003).

Os materiais calcários mais utilizados como calcário agrícola, para correção de acidez dos solos, são: a cal virgem (óxido de cálcio - CaO), obtida a partir da calcinação do calcário; a cal hidratada (Ca(OH)_2), também conhecida como cal apagada ou de construção, obtida a partir da hidratação da cal virgem; o calcário calcítico (CaCO_3); o calcário magnesiano dolomítico [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]; os calcários parcialmente calcinados, geralmente produzidos em instalações menores e menos sofisticadas; as margas (depósitos não consolidados de CaCO_3), geralmente explorados através de dragas; a poeira calcária, subproduto da produção de cimento; e outros materiais com elevados teores de materiais calcários (Pereira, 2002).

A técnica de correção de solo denomina-se calagem e é estudada por órgãos de pesquisa agrícola no Brasil e no mundo há décadas. De acordo com a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ, da Universidade de São Paulo, é possível até mesmo dobrar a produtividade de determinada área, em poucos anos, com a utilização da técnica de calagem, que pode ser considerada muito simples, barata e acessível. A aplicação de calcário nos solos é capaz de, além de corrigir a acidez, fornecer cálcio e magnésio, disponibilizar nutrientes e neutralizar o excesso de alumínio e manganês do solo, que são elementos tóxicos para as plantas, tornando-o mais apropriado para as culturas (Pereira, 2007).

A qualidade do calcário agrícola depende, principalmente, do teor, do tipo de elementos que diminuem a acidez, e do tempo que leva para fazer efeito no solo. Esta qualidade é medida pelo PRNT do produto utilizado. Assim, para se corrigir a acidez do solo, deve-se usar tanto menos calcário quanto maior for o seu PRNT (DNPM, 2009a).

A determinação do tipo de calcário a ser utilizado no campo é feita através da quantidade de magnésio expressa na análise de solo e da relação Ca/Mg existente:

- Calcário Dolomítico - deve ser utilizado quando o teor de magnésio na análise for menor que 0,7 ou 0,9 mmol/dm³ (conforme a cultura considerada) ou quando a relação Ca/Mg for maior que 3:1 e se desejar equilibrar a relação pelo aumento de Mg.
- Calcário Calcítico - deve ser utilizado quando o teor de Mg for maior que 0,7 ou 0,9 mmol/dm³ ou quando a relação Ca/Mg for menor que 3:1 e se desejar equilibrar esta relação pelo aumento de Ca.
- Calcário Magnesiano - deve ser utilizado quando se desejar manter a relação Ca/Mg entre 3:1 a 4:1 (SINDICAL, 2009).

A disponibilidade dos nutrientes do solo é afetada, entre outros fatores, pelo pH do solo. Em solos com pH excessivamente ácido há diminuição na disponibilidade de nutrientes essenciais, como fósforo, cálcio, magnésio, potássio, e molibdênio, enquanto íons potencialmente tóxicos, como zinco, cobre, ferro, manganês, e alumínio, sofrem um aumento de sua solubilização.

Recomenda-se a aplicação dos corretivos de solo alguns meses antes do plantio. Assim, a acidez do solo pode ser corrigida antes, permitindo o acesso, pelas plantas, aos nutrientes existentes nos solos. O cálcio, ao reagir com hidrogênio em excesso, diminui a concentração dos íons de hidrogênio, elevando o pH do solo.

Os solos brasileiros, assim como os demais solos tropicais são, na sua maior parte, ácidos, característica que favorece o aparecimento de elementos tóxicos para as plantas, afetando negativamente a lavoura e dificultando o aproveitamento, pelas plantas, dos elementos nutritivos existentes. O calcário é o principal produto utilizado para corrigir a acidez do solo, reduzindo a quantidade dos elementos nocivos, aumentando a disponibilidade de nutrientes, tornando assim o solo mais aerado, permitindo maior circulação de água e melhor desenvolvimento das raízes e, em consequência, proporcionando o aumento da atividade dos microorganismos fazendo com que a adubação renda mais.

A maior parte do calcário usado para fins agrícolas no Brasil fundamenta-se na aplicação direta do produto no solo, na forma de um pó. Os corretivos de solos são utilizados na correção da acidez do solo, para chegar a valores de pH entre 6 e 7, faixa considerada ótima para o cultivo de muitas plantas. O calcário, principalmente o dolomítico, proporciona dois nutrientes importantes para os solos, cálcio e magnésio, como também elementos-traço contidos na rocha calcária. O calcário também neutraliza a acidez gerada pelos fertilizantes nitrogenados, tais como nitrato, amônio e sulfatos, aumentando o cultivo e o conteúdo orgânico do solo.

As especificações do calcário agrícola consistem no controle da sua concentração de CaCO₃ (ou de CaO na cal) e da distribuição granulométrica. Para calcários puros, constatam-se maiores concentrações na faixa granulométrica entre 250 e 140 µm e, ainda, maior desempenho do calcário na correção do solo (Sampaio e Almeida, 2009).

Embora a legislação brasileira apresente faixas de variação de PRNT para calcários agrícolas a partir de 45%, o mercado não aceita produtos com PRNT menor do que 67%. Quanto maior o PRNT, menor o tempo de reação no solo, permitindo que seja aplicado com menos antecedência (Nahass e Severino, 2003). A taxa de aplicação do calcário no solo, ou seja, a calagem, varia de 6 a 7 toneladas por hectare, na abertura de novas áreas agrícolas, e de uma a três toneladas por hectare a cada dois a cinco anos, já que os benefícios da calagem se prolongam por alguns anos (BNDES, 1997).

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

Segundo o SINDICALC (Sindicato da Indústria de Calcário do Rio Grande do Sul), em 2007 a produção de calcário agrícola no Brasil foi de 22,75 milhões de toneladas, principalmente concentrada na região Sudeste. O consumo de calcário agrícola, no entanto, não tem sequer acompanhado a evolução do consumo dos fertilizantes agrícolas, os quais somente são plenamente potencializados quando o solo recebe calagem adequada, o que não ocorre, em geral, na agricultura brasileira. Isto sugere que o consumo de calcário agrícola está muito abaixo do ideal, e, caso o setor desenvolva uma maior consciência da importância e dos benefícios da calagem, o consumo de calcário agrícola poderá crescer significativamente, no futuro.

5. ASPECTOS AMBIENTAIS

5.1. Impactos Ambientais

A exploração mineral não é considerada uma atividade de impacto ambiental permanente. Apesar disso, nos últimos 30 anos, empresas que desempenham esta atividade estão mais conscientes da responsabilidade de preservação de nossas florestas e recursos hídricos. Geólogos modernos de exploração usam estes conceitos no dia-a-dia em decorrência de treinamento e crescente preocupação pessoal (Reis, Bicho e Melo, 2008).

Em comparação com Canadá e Austrália, países que lideram tendências ambientais na mineração, as principais empresas brasileiras ainda lançam mão de poucas iniciativas voluntárias, mas, em contrapartida, enfrentam demandas administrativas pouco comuns nesses países, como obrigações de compensação ambiental por danos causados por novos projetos ou mesmo como condição para a continuidade do funcionamento de empreendimentos existentes.

Em meados da década de 1970 surgiram no Brasil as primeiras exigências legais de controle de poluição. Desde então as minas passaram a dispor de licenças ambientais com obrigações específicas; planos para recuperar as áreas degradadas; seus dirigentes estão sujeitos a sanções penais em caso de descumprimento da lei; estudos de impacto ambiental, diagnósticos, e uma série de outros estudos foram realizados.

Apesar dos avanços no planejamento de novas minas e na gestão ambiental dos empreendimentos em funcionamento, ainda há um longo caminho a percorrer no tratamento das questões socioambientais associadas ao fechamento de minas. O quadro legal e o aparato administrativo foram montados para equacionar os problemas ambientais decorrentes da abertura e do funcionamento de minas e demais atividades, mas muito pouco foi feito para tratar do descomissionamento de minas, ou seja, a desativação ambientalmente segura e socialmente responsável de minas e instalações conexas, o que demanda um planejamento concatenado com o planejamento do projeto, em paralelo a uma cuidadosa planificação econômico-financeira, elementos ainda virtualmente ausentes no setor mineral brasileiro (Sánchez, 2008).

5.2. Consumo Energético

Nas minas, os principais equipamentos são movidos por motores a diesel, e nas usinas de beneficiamento, os equipamentos, principalmente os moinhos e demais equipamentos, são movidos por motores elétricos. A demanda por energia aumenta, partindo das áreas de mineração, seguindo

em direção às áreas de beneficiamento. Assim, enquanto operações de desmonte de rocha com explosivos consomem cerca de 0,1 kWh/t, em britadores o índice eleva-se para magnitudes de 1 kWh/t, atingindo valores da ordem de 10 kWh/t em circuitos de moagem, e até 100 kWh/t em etapas de pulverização, moagem fina, ou micronização (Delboni Jr., 2008).

A principal fonte de avanços em relação à eficiência energética tem sido eventuais trocas de equipamentos ou dos motores dos equipamentos existentes, por versões mais eficientes. Outra fonte de ganhos de eficiência energética, apesar de timidamente adotada até o presente, mas que tem o potencial de reduzir substancialmente o consumo energético da etapa de moagem, altamente demandadora de energia elétrica, são os novos sistemas de cominuição disponíveis no mercado. Entre estes, se destacam os moinhos de rolos de alta pressão (HPGR – *High Pressure Grinding Rolls*), os britadores de eixos dentados (*Sizers*), e os britadores de impacto com eixo vertical (VSI – *vertical shaft impactors*) (Delboni Jr., 2008).

5.3. Emissão de CO₂

A crescente preocupação mundial com o efeito estufa faz com que seja cada vez mais importante, para qualquer segmento produtivo, o conhecimento sobre as emissões de gases de efeito estufa (CO₂, metano, etc.), bem como a implementação de iniciativas para mitigar essas emissões. Infelizmente, não há disponíveis estudos completos sobre o inventário dessas emissões para o setor de mineração como um todo, e menos informações ainda para as atividades relacionadas com a mineração e o beneficiamento do calcário agrícola no Brasil, apesar de que se estima que o setor de transformação de não-metálicos responde por cerca de 14% da emissão brasileira total de CO₂ decorrente da queima de combustíveis (MME, 2008).

Na mineração propriamente dita, as emissões são principalmente devidas ao funcionamento dos equipamentos de extração e movimentação do minério, movidos a óleo diesel. No beneficiamento primário (britagem) as emissões correspondem ao consumo de energia elétrica por parte desses equipamentos. No beneficiamento do calcário agrícola, as emissões correspondem principalmente ao consumo de eletricidade por parte dos equipamentos (motores) usados para a cominuição do minério.

Na produção de cal para uso agrícola, há uma emissão de grande quantidade de CO₂ na etapa de calcinação do calcário, gerando CaO, mas pode haver uma compensação na produção de cal hidratada (Ca(OH)₂), pois as reações envolvidas são reversíveis (Sampaio, 2009). Naturalmente, há as emissões correspondentes ao consumo de energia utilizada no processo, que não são insignificantes, sendo aproximadamente de 361 kg CO₂ por tonelada de calcário processado na calcinação, somente referentes ao consumo de combustíveis para a calcinação, além de outras demandas energéticas (MME, 2008).

5.4. Utilização de Água

Na mineração e no beneficiamento do calcário agrícola não há significativo uso direto de água de processo, portanto a demanda sobre os recursos hídricos é pouca, mas a preocupação se dá especialmente em relação à possível degradação desses recursos na região da área de lavra, por conta da grande movimentação de minério e estéril. Esse risco é relativo a possíveis efeitos sobre a qualidade da água dos recursos hídricos, devido ao assoreamento ou à suspensão de sólidos.

Outro risco se refere aos aquíferos, comuns em áreas onde ocorrem depósitos de calcário, por estarem sujeitos à gradual dissolução pelas águas que se infiltram em suas camadas, abrindo fendas e caminhos para a circulação da água subterrânea. Nesses casos, a operação de lavra, ou de outras atividades levadas a cabo nas proximidades, pode implicar na contaminação mais fácil e rápida dos aquíferos, e maiores cuidados e exigências técnicas se aplicam a essas operações (Bliss, 2008).

A recuperação de aquíferos e mananciais contaminados é muito difícil e onerosa, portanto é importante a realização de ações preventivas desde a implantação das atividades produtivas possivelmente impactantes.

Não há, na literatura, estudos sobre o consumo direto de água nas operações de lavra e beneficiamento do calcário. O consumo de água, e, portanto, a demanda e os efeitos sobre os recursos hídricos, podem ser estimados em relação ao consumo médio das pessoas envolvidas nessas etapas, mais o consumo e o descarte envolvido nas operações de manutenção, administrativas e outras.

Na produção de cal hidratada há uma demanda por água, baseada na necessidade da hidratação da cal virgem. Esta quantidade de água pode ser significativa, pois representa aproximadamente 18% da massa do calcário processado. A demanda por esta água está sujeita aos critérios de outorga, definidos pela Agência Nacional das Águas (ANA), segundo a Lei 9.984 de 17 de junho de 2000, pois a outorga de uso de recursos hídricos é um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecida na Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1998. O processamento desta água e o possível descarte de excedentes fazem parte do processo produtivo licenciado, e das respectivas exigências impostas, quando o licenciamento é concedido.

5.5. Geração de Resíduos Minerais

A remoção do capeamento superficial, ou seja, dos estéreis da mineração, gera resíduos provenientes da exploração mineral. O indicador dessa atividade é medido em toneladas de estéril por tonelada de ROM (run of mine). Há atualmente inúmeras iniciativas de aproveitamento de rejeitos de mineração, como finos de pedreiras, e outros, que devem se multiplicar, tanto por razões econômicas (retorno sobre investimentos em valorização) quanto por razões ambientais (minimização de resíduos). É um campo promissor de pesquisa que pode ser associado aos estudos sobre ecologia industrial, ou seja, o estudo dos fluxos de matéria e energia em processos industriais, e de como tais fluxos podem se integrar, aumentando a ecoeficiência de um conjunto de indústrias de uma região.

Algumas das tendências que poderão permitir o melhor aproveitamento dos resíduos minerados das atividades de mineração do calcário são: a formação de recursos humanos; e a formação de redes de cooperação entre universidades, centros de pesquisa, órgãos fiscalizadores, e outros. Estas tendências favorecem a produção ambientalmente adequada, especialmente quando levada a cabo com integração entre setores que podem se complementar em relação à utilização dos rejeitos de um, no outro.

Por ser um produto com valor relativamente baixo, a lavra de calcário não ocorre com elevados índices de remoção ou produção de estéril, apesar de que não há um valor específico da razão estéril/minério, que surge como regra na indústria, ou que imediatamente inviabiliza a lavra.

5.6. Cavernas

Os depósitos de calcário podem ocorrer de forma a permitir a formação de grandes cavernas, quando a água dissolve volumes significativos de rocha. Nesse caso, algumas dessas cavernas chegam a representar um patrimônio espeleológico importante, que deve ser preservado. O CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) tem publicado diversas resoluções sobre a proteção que deve ser dada ao patrimônio espeleológico, como a Resolução N^o 347, de 10 de setembro de 2004. Apesar de permitir uma reavaliação do grau de relevância das cavernas (“cavidade natural subterrânea”), o Decreto 6.640, de 7 de novembro de 2008, mantém uma rígida proteção às cavernas em geral, e nos casos de ocorrência dessas formações, a lavra do calcário certamente não poderá ser realizada, ou pelo menos deverá apresentar um plano que resguarde sua integridade, para obter o devido licenciamento.

5.7. Mitigação de Impactos Ambientais

As medidas preventivas são a forma mais eficiente de minimizar os impactos ambientais negativos. Estas medidas incluem: retirar quantidades mínimas de vegetação das áreas de lavra; construir pilhas de estéril com deposição controlada; construir barragens de contenção de rejeitos e sistemas de drenagem; preservar o solo para posterior aproveitamento na recomposição do solo; coletar sementes e construir viveiros para posterior plantio em áreas a serem revegetadas; construir aterros sanitários e áreas para a destinação de substâncias perigosas; controlar as operações que geram poeira, gases, e ruídos; revegetar áreas impactadas assim que possível, após a intervenção da lavra; e realizar monitoramento cuidadoso e efetivo de águas naturais e efluentes das operações de lavra e processamento.

Embora as empresas envolvidas com a produção de calcário agrícola não tenham, via de regra, adotado um sistema de gestão ambiental (SGA), especialmente sistemas certificados e auditados, um SGA é fundamental para prever e controlar possíveis impactos ambientais.

De acordo com o Decreto 97.632/89, os empreendimentos de mineração estão obrigados, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental e do Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), a submeter o Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) à aprovação do órgão ambiental estadual competente. O PRAD contempla a solução técnica adequada para a recuperação da área degradada pela atividade produtiva (Pereira, 2002).

6. ASPECTOS ECONÔMICOS

6.1. Preço de Mercado por Tipo de Produto

O preço do calcário varia principalmente de acordo com a função ou aplicação, e com o beneficiamento. Para o calcário agrícola, o preço varia principalmente em função da qualidade do produto bruto, definida pelo PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total), e segundo o custo do frete.

Segundo o Sindicato das Indústrias de Calcário e Derivados para Uso Agrícola do Estado de São Paulo (Sindical), os preços do calcário agrícola comercializado em alguns estados do Brasil, nos últimos anos, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Preço médio do Calcário Agrícola em alguns estados (R\$/t)

Estado	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BA	35,00					
ES	40,00(*)		40,00(*)			
GO	20,00		22,00	25,00	25,00 a 28,00	
MA	32,00			40,00		
MG	19,40		18,90	16,00	23,00	
MS	21,50		18,00	19,00	27,00	
MT	24,50		22,14	22,00	19,00 a 20,00	
PE	26,00		30,00(*)	29,00		
PI	25,00					
PR	12,50		13,00	12,30	14,00	
RN	14,00					
RS	24,00		30,00	28,00	26,00 a 27,00	
SC	15,50			18,00		
SP	23,08	23,14	23,33	22,74	25,43	29,85
TO	35,00		40,00	30,00		

(*) ensacado

Fonte: ABRACAL (ABRACAL, 2009)

Sem maiores e melhores fontes de informação, neste estudo foi utilizado um valor estimado para o preço médio do calcário agrícola de R\$25 por tonelada, em 2007, com apenas um provável pequeno incremento em 2008.

6.2. Nível de Concentração na Indústria

A produção de calcário está relativamente concentrada nas maiores empresas produtoras. O valor da produção das cinco maiores empresas representa mais de um terço (35,8%) do valor total da produção de calcário no Brasil, porém não é possível identificar o quanto dessa produção é de calcário agrícola.

Diferentemente da situação do parque de mineração, onde há um grande número de pequenas e médias empresas de mineração atuantes no mercado, a produção de calcário beneficiado se dá com uma distribuição relativamente concentrada em grandes e médias empresas beneficiadoras, classificadas de acordo com os mesmos critérios de volumes processados do que as minas. Porém, como explicado acima, é provável que grande parte da produção dessas empresas seja dedicada à produção de calcário para a indústria de cimento, e não ao calcário agrícola, cuja demanda, devido à dispersão da demanda final (propriedades agrícolas), também é mais dispersa geograficamente.

Dentre as empresas atuantes na produção de calcário no Brasil, a preponderância é de empresas de capital nacional. A produção em menor escala, por parte das empresas que operam minas de pequeno e médio porte, de calcário voltado para aplicação agrícola, deve estar ainda mais fortemente concentrada nas mãos de empresas de capital nacional, apesar de que não há dados disponíveis que possam confirmar essa situação.

6.3. Padrão Organizacional das Empresas do Segmento

Pelo menos entre as maiores empresas produtoras de calcário, bruto ou beneficiado, parece haver uma certa conscientização em relação ao valor das certificações dos sistemas de gestão da qualidade e do meio ambiente. Dentre as dez maiores empresas do segmento, cinco têm certificação ISO 9001 (sistema de gestão da qualidade) e duas têm certificação ISO 14001 (sistema de gestão ambiental), e dentre as 74 empresas operadoras de minas classificadas como Grandes ou Médias, apenas onze têm certificação ISO 9001 e apenas três têm certificação ISO 14001, o que demonstra que a preocupação com a certificação dos sistemas de gestão da qualidade e do meio ambiente não é muito grande, apesar de muitas dessas empresas serem de grande porte financeiro. Por outro lado, mesmo essas empresas com certificações são majoritariamente ligadas à produção de calcário para a indústria de cimento, não à produção de calcário para fins agrícolas.

Em relação à natureza jurídica das empresas operadoras de minas classificadas como Grandes ou Médias, apenas 17 estão constituídas como SA (sociedade anônima); as demais são constituídas como Ltda. (sociedade limitada). Pelo nome dessas empresas, está claro que a maioria das SA são ligadas à produção de calcário para a indústria de cimento.

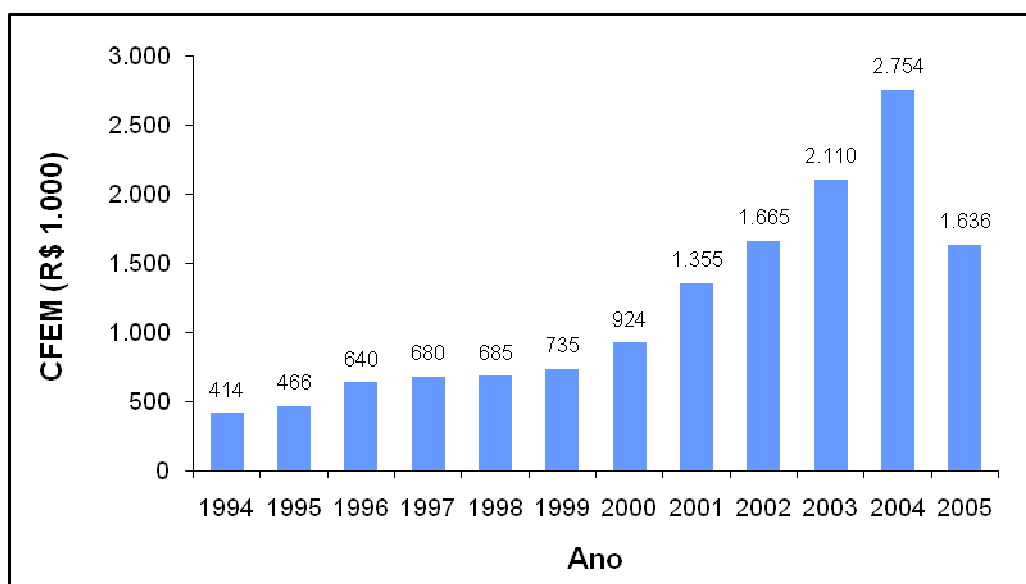
Devido ao fato que os dados compilados sobre as empresas que atuam nesse segmento se referem a minas oficialmente contabilizadas, a informalidade fiscal desse grupo é baixa, ou seja, praticamente todas as empresas atuantes, constantes dos levantamentos oficiais, são formalizadas. Isso não quer dizer que muitas minas de pequeno porte, com produção abaixo do mínimo monitorado pelo DNPM (dez mil toneladas anuais), não estejam operando na informalidade, especialmente na produção de calcário agrícola, para atender um consumo relativamente pequeno, geograficamente distribuído.

6.4. Arrecadação

A Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), estabelecida pela Constituição de 1988, é devida aos estados (23%), aos Municípios (65%) e aos órgãos da administração da União (DNPM, IBAMA, MCT – 12%), como contraprestação pela utilização econômica dos recursos minerais em seus respectivos territórios. Compete ao DNPM baixar normas e exercer fiscalização sobre a arrecadação da CFEM (Lei Nº 8.876/94, art. 3º - inciso IX). A CFEM é devida por quem exerce atividade de mineração em decorrência da exploração ou extração de recursos minerais. O fato gerador da CFEM é a saída por venda do produto mineral das áreas da jazida, ou a utilização do produto mineral por parte do minerador. A CFEM é calculada sobre o valor do faturamento líquido, ou seja, excluídos os tributos (ICMS, PIS, COFINS) que incidem na comercialização, e as despesas com transporte e seguro. Quando não ocorre a venda, porque o produto mineral é consumido, transformado ou utilizado pelo próprio minerador, então o valor para efeito do cálculo da CFEM é a soma das despesas diretas e indiretas ocorridas até o momento da utilização do produto mineral.

As alíquotas aplicadas sobre o faturamento líquido, para obtenção do valor da CFEM devido, variam de acordo com a substância mineral, de 3% a 0,2%, sendo que ao calcário se aplica a alíquota de 2%. Dados estatísticos são fornecidos pelo CETEM para a CFEM arrecadada sobre o calcário. A participação da CFEM arrecadada sobre o calcário representa 1,9% do total da CFEM arrecadada em 2005 (DNPM, 2006), e equivale a uma média de 0,57% sobre o valor total da produção de calcário. Desse montante, e na ausência de informações específicas mais detalhadas, a CFEM relativa ao calcário agrícola poderia ser considerada proporcional à participação do calcário agrícola em relação à produção total de calcário. Nesse caso, a evolução da arrecadação estimada da CFEM sobre o calcário agrícola, de 1994 a 2005, pode ser vista na Figura 3.

Figura 3 - CFEM Arrecadada de 2004 a 2005.



Fonte: Mineral Data (CETEM, 2009)

Há de se levar em conta, entretanto, que a CFEM relativa ao calcário agrícola poderia representar um valor inferior, pois os preços do calcário agrícola são geralmente os mais baixos entre os preços dos diversos tipos de calcário comercializados, antes da agregação de valor através do beneficiamento.

Por outro lado, considerando o valor da produção total de calcário agrícola no Brasil (R\$570 milhões em 2007), estimado com base no preço médio do calcário agrícola de R\$25 por tonelada, a CFEM correspondente ao calcário agrícola poderia ser de até R\$3,25 milhões, ou seja, 0,8% de toda a CFEM arrecadada no Brasil. A falta de informações disponíveis especificamente sobre os produtores de calcário agrícola impede uma determinação mais precisa da CFEM realmente atribuível ao calcário agrícola.

6.5. Investimentos

Considerando a produção de calcário agrícola em relação à produção total de calcário, e assumindo que os investimentos realizados nas minas e usinas de beneficiamento de calcário agrícola foram alocados na mesma proporção, em relação aos investimentos totais, temos que em 2005 um total de R\$21,9 milhões em investimentos foram dirigidos às minas e usinas de beneficiamento de calcário agrícola, no Brasil.

Se os investimentos relativos ao calcário agrícola seguiram a mesma distribuição que os investimentos totais, eles foram aplicados aproximadamente igualmente entre as minas e as usinas de beneficiamento (52% e 48%, respectivamente). Da mesma forma, os investimentos referentes ao calcário agrícola, previstos para o triênio 2006 a 2008, representariam R\$120,5 milhões, que seriam distribuídos aproximadamente igualmente entre as minas e as usinas (49% e 51%, respectivamente).

Nas minas, a maior parte (quase metade) dos investimentos realizados e previstos está alocada à categoria “Outros”, sendo que apenas 6% dos investimentos previstos estão alocados à categoria “Geologia e pesquisa mineral”. A distribuição dos investimentos nas minas pode ser vista na Tabela 4.

Tabela 4 - Investimentos nas Minas

	Geologia e Pesquisa	Infra-Estrutura	Inovações Tecnológicas	Aquisição e Reforma de Equip.	Outros	Total
Realizados em 2005 (R\$1.000)	1.234	429	101	4.973	4.486	11.222
Previstos 2006-2008 (R\$1.000)	3.359	4.638	1.222	20.575	28.412	58.207

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro 2006 (DNPM 2006)

Nas usinas, a maior parte (mais da metade) dos investimentos realizados está alocada à aquisição e reforma de equipamentos. Em relação aos investimentos previstos, a maior parte está alocada a inovações tecnológicas (39%) e infra-estrutura (34%). A distribuição dos investimentos nas usinas pode ser vista na Tabela 5.

Tabela 5 - Investimentos nas Usinas

	Infra-Estrutura	Inovações Tecnológicas	Aquisição e Reforma de Equip.	Meio Ambiente	Outros	Total
Realizados em 2005 (R\$1.000)	2.595	835	5.640	561	1.049	10.679
Previstos 2006-2008 (R\$1.000)	20.882	24.132	12.065	2.298	2.901	62.277

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro 2006 (DNPM 2006)

6.6. Incentivos

Os principais incentivos econômico-financeiros relativos ao calcário agrícola têm sido os programas do governo, dirigidos ao estímulo do uso e aplicação do calcário agrícola no campo, com o objetivo de melhorar a produtividade agrícola, reduzir o esgotamento dos solos das novas regiões encampadas pela agricultura brasileira, e alavancar os benefícios comprovados da calagem no rendimento e desempenho dos fertilizantes utilizados em diversas culturas. Essa foi a origem do plano denominado “Operação Tatu”, na década de 1960, no Rio Grande do Sul; do PROCAL (Programa Nacional de Calcário Agrícola), da década de 1970; do PLANACAL (Plano Nacional de Calcário Agrícola), elaborado em 1998; do PRONAC (Programa Nacional de Calagem), que sequer chegou a ser implementado; do PROSOLO (Programa de Incentivo ao Uso de Corretivos de Solo), que chegou a aplicar mais de R\$500 milhões em incentivos ao uso do calcário agrícola, de 1998 a 2000; do PROPASTO (Programa nacional de Recuperação de Pastagens Degradadas), de 2001; e mais recentemente, do novo Plano Nacional de Calcário Agrícola – Contribuição à Qualidade e à Produtividade, proposto pela ABRACAL; além de diversos planos em nível estadual (IBRAM, 2008).

Os problemas verificados no mercado de calcário agrícola foram principalmente relacionados aos seguintes fatores:

- i. Altos preços dos produtos e do custo do frete
- ii. Inadequação das condições de crédito para aquisição de comercialização do calcário agrícola
- iii. Falta de conhecimento por parte dos agricultores, sobre a importância e os benefícios do uso dos corretivos de solos (calagem)

Através dos anos, o objetivo de ampliar o uso do calcário agrícola não parece ter sido uma iniciativa exitosa, dado o fato que apesar desses esforços, a relação entre o consumo total de calcário agrícola e o consumo total de fertilizantes vem sofrendo queda de 3:1 em 1973, para 2:1 em 1980, 1,4:1 em 1985, e 0,9:1 em 2007 (com base no consumo de 22,75 e 24,61 milhões de toneladas, respectivamente, de calcário agrícola e fertilizantes agrícolas, em 2007), o que sugere que o uso dos fertilizantes não vem sendo plenamente potencializado (Nahass e Severino, 2003; AGROLINK, 2009).

6.7. Fontes de Financiamento

O Portal de Apoio ao Pequeno Produtor Mineral, do MME (PORMIN, 2009) apresenta, de forma sucinta, as linhas de créditos dos principais bancos de fomento do Brasil, disponíveis para as atividades mineiras no Brasil, inclusive aquelas referentes ao calcário agrícola. O site do PORMIN destaca que alguns desses bancos não possuem linhas de crédito específicas para a mineração, mas que uma adequação às necessidades do setor é possível, e que, devido aos efeitos da recente crise internacional, algumas informações podem estar desatualizadas. As informações oferecidas sobre as principais fontes de financiamento são:

- Agência de Desenvolvimento Econômico do Estado de Pernambuco - AD/Diper, <http://www.addiper.pe.gov.br/>
- Banco da Amazônia S/A- BASA, <http://www.basa.com.br/>
- Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais – BDMG, <http://www.bdmg.mg.gov.br/>
- Banco do Nordeste, <http://www.bnb.gov.br/>
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, <http://www.bndes.gov.br/>

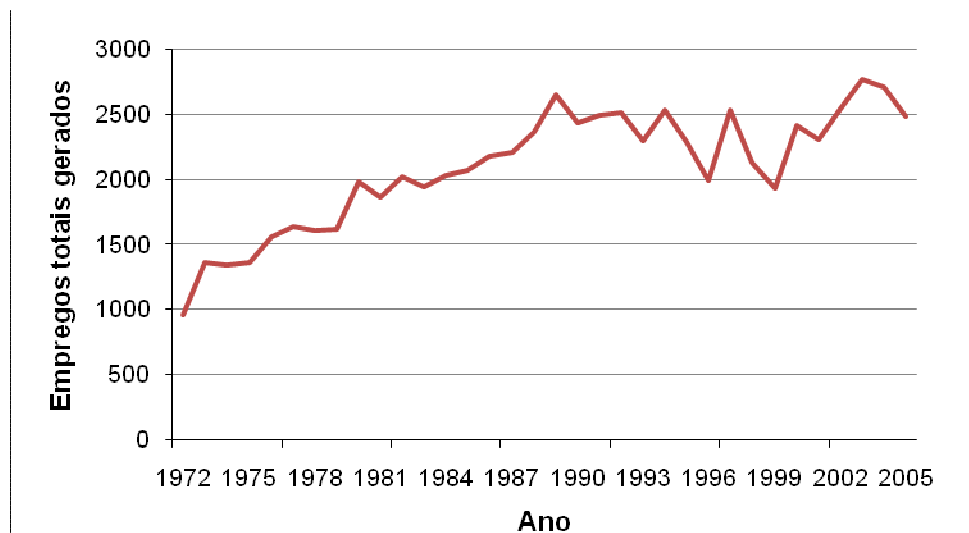
- Companhia de Desenvolvimento Industrial e de Recursos Minerais de Sergipe - CODISE, <http://www.codise.se.gov.br/>
- CT-Mineral - Fundo Setorial Mineral. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT, webmaster@mct.gov.br
- Agência de Fomento de Goiás S/A, <http://www.fomento.goias.gov.br/index.php?funmineral>
- Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP, <http://www.funcap.ce.gov.br/>
- Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, <http://www.capes.gov.br/>
- Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE, <http://www.facepe.br>
- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas – FAPEAL, <http://www.fapeal.br>
- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, <http://www.fapemig.br>
- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, <http://www.fapesp.br>
- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí – FAPEPI, <http://www.fapepi.pop-pi.rnp.br/>
- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS, <http://www.fapergs.tche.br>
- Fundação de Amparo e Desenvolvimento da Pesquisa – FADESP, <http://www.fadesp.org.br/>
- Fundação de Apoio à Pesquisa de Goiás – FUNAPE, <http://www.funape.ufg.br/>
- Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba – FAPESQ, <http://www.fapesq.rpp.br/>
- Fundação de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – FUNCITEC, <http://www.funcitec.rct-sc.br/>
- Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa – FUNDEP, <http://www.fundep.ufmg.br/>

7. RECURSOS HUMANOS

7.1. Mão de Obra

Considerando a produção de calcário agrícola em relação à produção total de calcário, e assumindo que as atividades relacionadas à produção e beneficiamento do calcário agrícola geram, proporcionalmente, a mesma demanda por mão de obra, o calcário agrícola têm sido responsável por um nível crescente de empregos, com maior oscilação nos últimos anos, como pode ser visto na Figura 4.

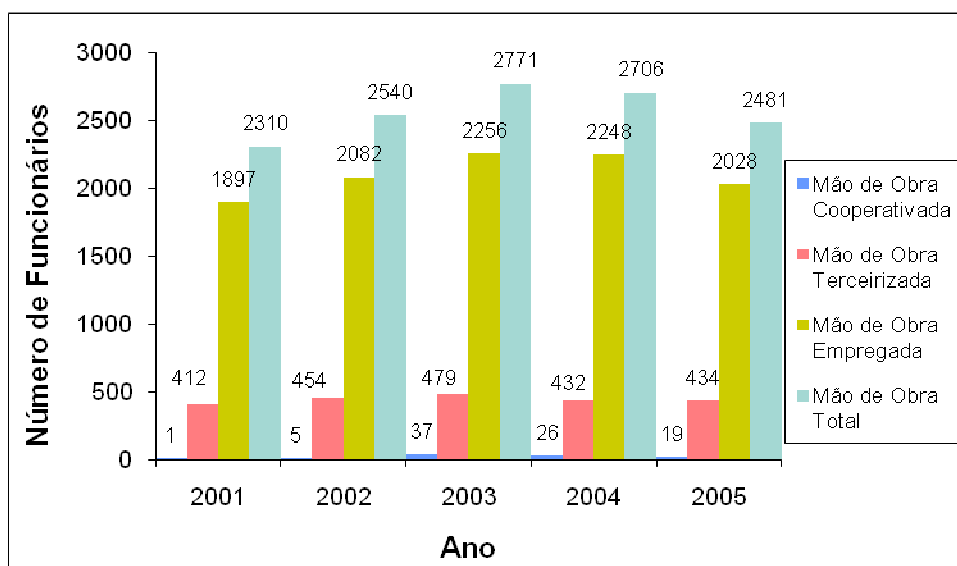
Figura 4 - Número de empregos gerados na mineração e beneficiamento do Calcário no Brasil.



Fonte: Mineral Data (CETEM, 2009)

Assumindo a mesma distribuição de mão-de-obra empregada nas atividades relacionadas ao calcário agrícola e ao calcário em geral, a distribuição de mão de obra empregada nas atividades relacionadas à produção e beneficiamento do calcário agrícola no Brasil pode ser vista na Figura 5, que mostra que a maior parte é constituída de empregos diretos, com participação secundária de mão de obra terceirizada, e pouquíssimos empregos em cooperativas.

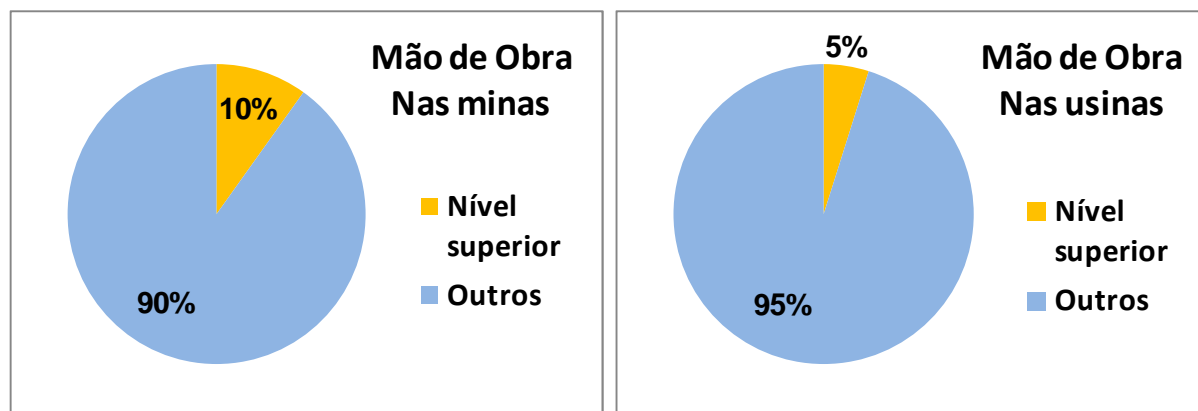
Figura 5 - Distribuição dos empregos gerados na mineração e beneficiamento do Calcário no Brasil, por tipo de mão de obra.



Fonte: Mineral Data (CETEM, 2009)

Considerando a mesma qualificação da mão-de-obra empregada nas atividades relacionadas ao calcário agrícola e ao calcário em geral, a distribuição da qualificação da mão de obra empregada nas atividades relacionadas à produção e beneficiamento do calcário agrícola no Brasil pode ser vista na Figura 6, que mostra que nas minas, aproximadamente 10% da mão de obra utilizada é de nível superior, e nas usinas essa proporção é de aproximadamente 5%.

Figura 6 - Distribuição da qualificação da mão de obra nas minas e nas usinas de Calcário no Brasil.



Fonte: Anuário Mineral Brasileiro 2006 (DNPM 2006)

7.2. Coeficientes de Ocupação

Segundo as informações sobre a mão-de-obra empregada nas atividades relacionadas à produção e beneficiamento do calcário agrícola no Brasil, o coeficiente de ocupação tem se mantido relativamente estável nos últimos cinco anos, sendo de aproximadamente 0,14 empregos por mil toneladas de produção anual total (

Tabela 6).

Tabela 6 - Coeficiente de ocupação de mão de obra nas atividades relacionadas à produção e beneficiamento do Calcário

Empregos por mil toneladas de produção total anual	2005	2004	2003	2002	2001
	0,14	0,14	0,15	0,14	0,14

Fonte: Elaboração própria, sobre os dados do Mineral Data (CETEM, 2009)

8. ARCABOUÇO LEGAL

8.1. Estrutura da Regulamentação

O Portal de Apoio ao Pequeno Produtor Mineral, do MME (PORMIN, 2009) apresenta, de forma simplificada e resumida, os principais instrumentos legais que orientam a atividade mineral no País, inclusive aqueles referentes às atividades ligadas à extração do calcário agrícola.

No Brasil, a mineração, de um modo geral, está submetida a um conjunto de regulamentações, onde os três níveis de poder estatal possuem atribuições com relação à mineração e ao meio ambiente. Em nível federal, os órgãos que têm a responsabilidade de definir as diretrizes e regulamentações, bem como atuar na concessão, fiscalização e cumprimento da legislação mineral e ambiental para o aproveitamento dos recursos minerais são os seguintes:

- Ministério de Minas e Energia – MME: responsável por formular e coordenar as políticas dos setores mineral, elétrico e de petróleo/gás;
- Ministério do Meio Ambiente – MMA: responsável por formular e coordenar as políticas ambientais, assim como acompanhar e superintender sua execução;

- Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – SGM/MME: responsável por formular e coordenar a implementação das políticas do setor mineral;
- Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM: responsável pelo planejamento e fomento do aproveitamento dos recursos minerais, preservação e estudo do patrimônio paleontológico, cabendo-lhe também superintender as pesquisas geológicas e minerais, bem como conceder, controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional, de acordo com o Código de Mineração;
- Serviço Geológico do Brasil – CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais): responsável por gerar e difundir conhecimento geológico e hidrológico básico, além de disponibilizar informações e conhecimento sobre o meio físico para a gestão territorial;
- Agência Nacional de Águas – ANA: Responsável pela execução da Política Nacional de Recursos Hídricos, sua principal competência é a de implementar o gerenciamento dos recursos hídricos no país. Responsável também pela outorga de água superficial e subterrânea, inclusive aquelas que são utilizadas na mineração;
- Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA: responsável por formular as políticas ambientais, cujas Resoluções têm poder normativo, com força de lei, desde que, o Poder Legislativo não tenha aprovada legislação específica;
- Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH: responsável por formular as políticas de recursos hídricos; promover a articulação do planejamento de recursos hídricos; estabelecer critérios gerais para a outorga de direito de uso dos recursos hídricos e para a cobrança pelo seu uso;
- Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA: responsável, em nível federal, pelo licenciamento e fiscalização ambiental;
- Centro de Estudos de Cavernas – CECAV (IBAMA): responsável pelo patrimônio espeleológico.

O principal arcabouço legal referente à mineração em geral é dado pela Constituição Federal do Brasil, de 1988. Em seguida, o Código de Mineração do Brasil (Decreto-Lei Nº 227, de 27/02/1967), estabelece o conjunto de leis que rege a ordenação legal da atividade. Finalmente, há os decretos-lei, outros decretos, e as portarias, nos três níveis do governo, que também constituem o regulamento dessa atividade. No Anexo I, há uma relação mais completa desses instrumentos, que podem ser vistos e acompanhados pelo site do MME.

8.2. Instrução Normativa SDA/ Nº 35

Entre os instrumentos normativos que regem a atividades de mineração do calcário agrícola, a Instrução Normativa SDA/ Nº 35, de 04 de julho de 2006, da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), oferece orientações em relação às normas sobre especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos corretivos de acidez, de alcalinidade e de sodicidade, e dos condicionadores de solo, destinados à agricultura.

Além de definições técnicas relativas ao calcário agrícola, essa instrução normativa estabelece parâmetros referentes à qualidade dos produtos utilizados como corretivos de acidez, como o calcário agrícola. São definidos os valores mínimos exigidos para o poder de neutralização (PN), soma dos óxidos (CaO e MgO), e PRNT desses produtos, assim como valores para o teor de enxofre, quando utilizados como corretivos de alcalinidade. Os produtos também são classificados de acordo com a origem de suas matérias primas (se vegetal, mineral, de processo industrial, ou de resíduos sólidos domiciliares ou industriais).

A Instrução Normativa N° 35 exige que os produtos comercializados como corretivos de solos sejam registrados no MAPA, conforme as garantias referentes aos seus parâmetros de qualidade, oferecidas pelos fornecedores. Para a comercialização, são estabelecidas normas de embalagem e rotulagem, e de armazenamento.

A íntegra da Instrução Normativa N° 35 está disponível no site do MAPA (MAPA, 2009).

8.3. Licenciamento e Leis Ambientais

Em meados da década de 1970 surgiram no Brasil as primeiras exigências legais de controle de poluição. Desde então as minas passaram a dispor de licenças ambientais com obrigações específicas; planos para recuperar as áreas degradadas; seus dirigentes estão sujeitos a sanções penais em caso de descumprimento da lei; estudos de impacto ambiental, diagnósticos, e uma série de outros estudos foram realizados.

Qualquer nova atividade que possa gerar possíveis impactos ambientais, o que no caso da mineração é certo, está sujeita ao licenciamento ambiental, estipulado pelo Artigo 10 da Lei nº 6.938/81 (Lei da Política Nacional do Meio Ambiente), que atribui ao órgão estadual ambiental a competência primária para o licenciamento ambiental, ou ao IBAMA, no caso de impactos em nível regional ou nacional.

A obtenção de licenciamento ambiental é obrigatória para a localização, instalação, ampliação e operação de qualquer atividade de mineração objeto dos regimes de concessão de lavra e licenciamento, determinada pelo Decreto 99.274/90, que dá competência aos órgãos estaduais de meio ambiente para expedição e controle da licença prévia (LP), licença de instalação (LI), e licença de operação (LO). Em casos de empreendimentos de mineração com impacto ambiental significativo, de âmbito nacional ou regional, a competência é do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis (IBAMA), órgão ligado ao Ministério do Meio Ambiente.

A lei de Crimes Ambientais, Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. A Lei 9.605-98, regulamentada pelo Decreto 3179/1999, que define multas, penalidades, e implementa outros instrumentos legais, como o TAC (Termo de Ajustamento de Conduta), passou a fazer parte de qualquer consideração na tomada de decisões sobre novos empreendimentos, sobre a conduta dos negócios, e sobre a gestão dos recursos naturais que possam ser impactados pelas operações da empresa.

8.4. Normas Regulamentadoras da Mineração

As Normas Regulamentadoras da Mineração, emitidas pelo DNPM, estabelecem procedimentos para disciplinar o aproveitamento racional das jazidas, considerando-se as condições técnicas e tecnológicas de operação, de segurança e de proteção ao meio ambiente, de forma a tornar o planejamento e o desenvolvimento da atividade minerária compatíveis com a busca permanente da produtividade, da preservação ambiental, da segurança e da saúde dos trabalhadores (DNPM, 2007).

9. CENÁRIO INTERNACIONAL

9.1. Produção e Demanda

O consumo mundial de calcário agrícola é muito semelhante à produção mundial, pois em geral não ocorre armazenamento deste bem mineral.

Quanto à produção mundial, há uma falta de informações confiáveis sobre a produção de calcário no mundo, e especialmente em relação ao calcário agrícola, em parte devido à falta de estatísticas fornecidas pelos respectivos países, e em parte devido à dificuldade de caracterização da produção de calcário, diferenciada da produção de outras rochas comumente consideradas como calcário, e vice-versa. Informações a respeito do calcário não são fornecidas por nenhuma das principais entidades que publicam informações sobre a produção mineral mundial, como o USGS (United States Geological Survey), o British Geological Survey, etc. Também existe uma inconsistência nos critérios de informação dos dados apresentados entre diferentes países, que dificulta uma comparação dos dados sobre o calcário, no mundo como um todo.

Ainda assim, a partir dos dados do “UNdata”, mais informações de diversas outras fontes, foi ensaiado um cálculo, neste estudo, da provável produção mundial de calcário, considerando os dados mais atuais disponíveis nessas fontes de dados, geralmente abrangendo o período de 2002 a 2007. Dessa forma, a produção anual de calcário nos últimos anos foi estimada em aproximadamente 780 milhões de toneladas, excluindo-se a produção da China (provavelmente um dos três maiores produtores mundiais), para o qual não há dados nacionais fornecidos, assim como excluindo-se a quantidade de calcário produzido nos EUA, mas que provavelmente deveria ser classificada como rochas minerais destinadas à construção (agregados para construção).

A produção mundial aproximada de rochas calcárias (uma definição um tanto mais abrangente do que a do calcário em si), para os maiores países produtores para os quais informações relativamente confiáveis estão disponíveis, está relacionada na Tabela 7.

Tabela 7 - Produção Mundial de Rochas Calcárias

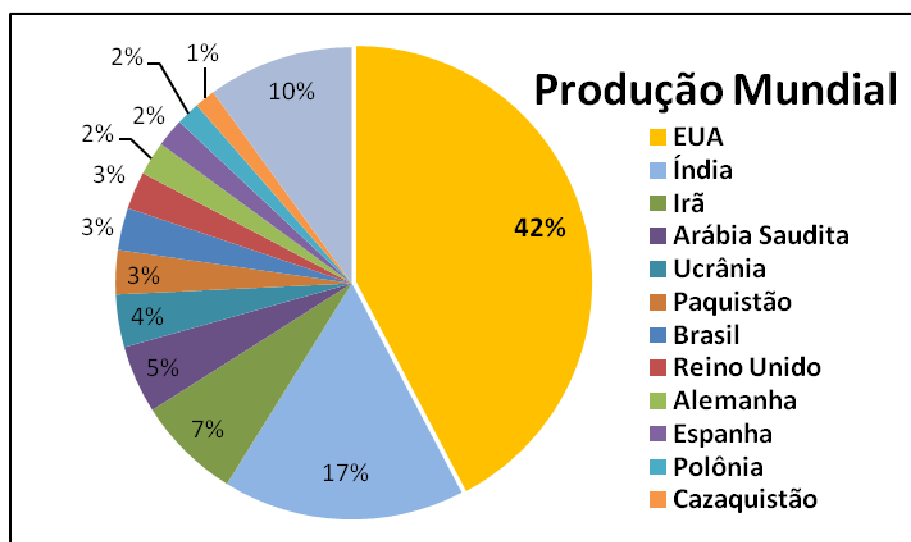
País	Produção recente (mil toneladas)
China	N/A
EUA	331.549
Índia	129.800
Irã	55.900
Arábia Saudita	36.450
Ucrânia	28.249
Paquistão	23.642
Brasil	22.679
Reino Unido	20.096
Alemanha	18.129
Espanha	15.225
Polônia	12.730
Cazaquistão	11.006
Tailândia	8.354
Canadá	7.638
Rep. Checa	5.975
México	5.950
Eslováquia	5.420
Bulgária	5.232
Romênia	4.928
Noruega	4.782

Suécia	3.554
Omã	3.020
Finlândia	3.002
Rússia	2.988
Croácia	2.370
Portugal	2.305
Hungria	1.748
Lituânia	1.672
Azerbaijão	1.425
Argentina	1.070
Outros países	6.836
Total	783.735

Fonte: Elaboração própria, com base nas informações do “UNdata” - “Industrial Commodity Statistics Database” (UN, 2008); Freas, Hayden e Pyor, 2006; Mineral Commodity Summaries (USGS, 2009); GIC, 2009; e outras

A relativa participação dos diferentes países na produção mundial pode ser vista na Figura 7.

Figura 7 - Participação relativa dos países na produção mundial



Fonte: Elaboração própria

9.2. Reservas

A produção mundial de calcário agrícola não é acompanhada pelo USGS, mas sim a de cal e de outros subprodutos do calcário. Ainda assim, o USGS sugere que as reservas mundiais, provadas e inferidas, de calcário e dolomita, mesmo não sendo estimadas especificamente, seriam adequadas para atender a demanda mundial durante muitos anos (USGS, 2009). Estima-se que as maiores reservas estejam com os maiores produtores mundiais.

10. PROJEÇÕES ATÉ 2030

10.1. Cenários

Na projeção dos valores para o ano de 2030, para cada parâmetro estimado (variável dependente), são consideradas as variáveis independentes que influenciam esse parâmetro, descritas

nas seções correspondentes, e que geralmente envolvem indicadores macroeconômicos nacionais, além de outras variáveis específicas para cada parâmetro.

Adicionalmente, são considerados três cenários macroeconômicos para as projeções, um conservador, outro médio e um otimista. No cenário conservador, as variáveis independentes que envolvem indicadores macroeconômicos nacionais são projetadas segundo um cenário denominado “Frágil”; no cenário médio, as variáveis independentes que envolvem indicadores macroeconômicos nacionais são projetadas segundo um cenário denominado “Vigoroso”; e no cenário otimista, as variáveis independentes que envolvem indicadores macroeconômicos nacionais são projetadas segundo um cenário denominado “Vigoroso”. Os critérios utilizados para caracterizar os três cenários foram fornecidos como condicionantes exógenas, pela coordenação dos trabalhos sendo realizados para o MME, e aplicáveis às projeções realizadas para todos os produtos estudados.

Para os indicadores macroeconômicos nacionais, o Cenário Frágil considera uma possível reversão dos atuais condicionamentos sócio-políticos e a desestabilização do atual contexto fiscal e monetário. Consequentemente, o país deverá regredir no processo de estabilização de sua economia, concomitantemente a retrocessos no plano externo, com deterioração do atual contexto de integração competitiva à economia internacional. De acordo com as projeções realizadas, esse cenário prevê o crescimento do PIB a uma taxa média de aproximadamente 2,3% a.a., no período 2010 a 2030, sendo alcançada uma renda per capita de US\$ 11,9 mil, em 2030. Esse valor de crescimento médio é resultante da aplicação de estimativas de crescimento de 2,8% no período até 2015; de 2,5% no período de 2016 a 2020; e de 2,0% no período de 2021 a 2030, nas planilhas de projeções.

O Cenário Vigoroso pressupõe a manutenção e o aperfeiçoamento das atuais condições de estabilidade e de aprofundamento das reformas político-institucionais, especialmente nos campos da gestão pública (reforma administrativa), fiscal (reforma tributária), e da previdência social (reforma previdenciária), além das concessões de serviços de infra-estrutura (saneamento, energia, portos e transporte rodoviário, fluvial e marítimo). De acordo com as projeções realizadas, esse cenário prevê o crescimento do PIB à taxa de 4,6% a.a., no período 2010 a 2030, sendo alcançada uma renda per capita de US\$ 18,9 mil, em 2030. Esse valor de crescimento médio é resultante da aplicação de estimativas de crescimento de 4,0% no período até 2015; de 4,5% no período de 2016 a 2020; e de 5,0% no período de 2021 a 2030, nas planilhas de projeções.

O Cenário Inovador admite um condicionamento ainda mais virtuoso, no qual – além do aperfeiçoamento da estabilização e do aprofundamento das reformas institucionais - o país empreende uma vigorosa mobilização nacional pela inovação, contando com uma ampla participação de instituições públicas, entidades não governamentais, empresas e da sociedade como um todo. Admite-se que tal processo de mobilização seja focado em planos e programas direcionados para uma ampla geração e difusão de informação, conhecimento e aprendizado, como estímulo a projetos específicos de pesquisa, desenvolvimento e inovação. De acordo com as projeções realizadas, esse cenário prevê o crescimento do PIB à taxa de 6,9% a.a., no período 2010 a 2030, sendo alcançada uma renda per capita de US\$ 29,2 mil, em 2030. Esse valor de crescimento médio é resultante da aplicação de estimativas de crescimento de 5,0% no período até 2015; de 6,5% no período de 2016 a 2020; e de 8,0% no período de 2021 a 2030, nas planilhas de projeções.

Há de se notar que em vista da recente crise mundial, deflagrada a partir de 2008, estes cenários ainda podem representar ambientes macroeconômicos demasiadamente otimistas, em relação ao crescimento macroeconômico observado atualmente, onde até mesmo a contração no nível de atividade econômica de muitos países e segmentos está ocorrendo, incluindo alguns segmentos de relevância para o calcário, como o da construção civil e diversas indústrias. As projeções realizadas neste estudo representam, portanto, um viés que acompanha os parâmetros dos cenários macroeconômicos descritos.

10.2. Produção e Demanda

Como a produção de calcário agrícola no Brasil acompanha de perto a demanda, e como não são observados estoques significativos de calcário, a projeção da demanda (consumo) em 2030 é estimada como sendo igual à produção à época. Adicionalmente, está afastada a possibilidade da demanda ser restringida pela falta de produção, ou pela falta de agilidade na transformação das reservas em produção, pois a distribuição das acumulações das jazidas de calcário, assim como a quantidade total de reservas lavráveis, são tidas como sendo amplamente suficientes para atender qualquer demanda estimada, pelo menos no prazo da projeção (até o ano de 2030).

O conjunto das variáveis independentes consideradas na projeção da demanda por calcário agrícola no Brasil, no ano de 2030, é diferente do conjunto de variáveis independentes consideradas para as projeções em relação ao calcário em geral, pois este último tem forte dependência de variáveis relacionadas à atividade industrial e à produção de cimento. Dessa forma, as variáveis independentes consideradas na projeção da demanda por calcário agrícola são as seguintes:

- o PIB, especialmente em relação à parcela do consumo dedicada a atender à demanda na produção de cimento e para os demais usos industriais do calcário;
- um indicador agrícola (IA), representado pelo número de hectares de lavouras plantadas no Brasil, como *proxy* da demanda por calcário agrícola, cujo uso varia principalmente com a área a ser plantada.

As informações sobre o PIB brasileiro foram obtidas a partir dos dados publicados pelo IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), até o ano de 2007. Os valores futuros foram extrapolados, conforme os cenários macroeconômicos descritos acima, através da utilização de ferramentas estatísticas simples, aplicadas na plataforma de manejo de planilhas de dados Excel®, da Microsoft Corporation.

As informações sobre o valor do indicador agrícola (IA) utilizado foram obtidas a partir dos dados publicados pelo IBGE, em seu Anuário Agropecuário 2006, apesar de que nele não constam valores desse indicador para todos os anos. Dessa forma, os valores intermediários tiveram que ser interpolados, e os valores futuros foram extrapolados, através da utilização de ferramentas estatísticas simples, aplicadas na plataforma de manejo de planilhas de dados Excel®, da Microsoft Corporation.

Para levar em conta possíveis diferentes ritmos de crescimento da demanda por calcário agrícola, os valores futuros do IA utilizado também foram sujeitos a três cenários do desempenho futuro desse indicador. No primeiro cenário (Cenário Frágil), os valores do IA são extrapolados considerando um crescimento da área plantada com lavouras, igual a 75% do crescimento histórico observado até o presente, nos dados disponíveis. No segundo cenário (Cenário Vigoroso), os valores do IA são extrapolados considerando um crescimento da área plantada com lavouras, igual a 100% do crescimento histórico observado até o presente, nos dados disponíveis. No terceiro cenário (Cenário Inovador), os valores do IA são extrapolados considerando um crescimento da área plantada com lavouras, igual a 125% do crescimento histórico observado até o presente, nos dados disponíveis. Dessa forma, esses cenários poderiam ajudar a expressar o efeito de um aumento da prática de calagem de solos no Brasil, o que representaria uma significativa fonte de nova demanda por calcário agrícola.

Os dados históricos de 2000 a 2007, dos volumes da produção anual de calcário agrícola no Brasil, assim como os valores das variáveis independentes (PIB e IA) utilizadas para realizar as

projeções da demanda por calcário agrícola até o ano de 2030, constam da Tabela 8. O Anexo II apresenta os dados históricos completos dessas variáveis (Tabela 14).

Tabela 8 - Dados históricos utilizados para o cálculo das projeções de demanda e produção de Calcário Agrícola

Ano	Produção Mineral de Calcário Agrícola (1.000 t)	PIB (milhões US\$)	Indicador Agrícola (1.000ha de lavouras)
2000	19.305	644.984	53.282
2001	18.187	553.771	56.617
2002	22.439	504.359	60.161
2003	27.360	553.603	63.926
2004	27.128	663.783	67.927
2005	17.120	882.439	72.179
2006	16.630	1.088.911	76.697
2007	22.747	1.333.818	78.197

Fonte: SINDICAL (SINDICAL, 2009); CONAB, 2009; IBGE, 2009; Censo Agropecuário (IBGE, 2006)

Considerando cada um dos três cenários para as projeções, foram calculados os valores futuros até o ano de 2030, para as variáveis independentes PIB e IA, utilizando ferramentas estatísticas de correlação e regressão, disponíveis na plataforma Excel®. Com essas mesmas ferramentas estatísticas, foi obtida uma fórmula exponencial da demanda (e produção) de calcário agrícola, com base nos valores da variável independente IA, considerando os dados históricos disponíveis para os anos 1986 a 2006. A escolha dos períodos, do tipo de correlação estatística, e das variáveis independentes foi feita com base na experiência de especialista em projeções de variáveis econômicas. O Anexo II apresenta os valores de cada variável (PIB e IA), extrapolados para cada cenário, até o ano de 2030 (Tabela 14 e Tabela 15), os quais foram utilizados para realizar as projeções seguintes.

Para as projeções dos valores futuros da produção (e demanda) de calcário agrícola, a fórmula sugerida para realizar as projeções foi aplicada aos dados das variáveis independentes, em cada cenário, extrapolados até o ano de 2030, resultando nos valores de produção de calcário agrícola projetados para cada cenário. Esses valores, para anos selecionados (de cinco em cinco anos) constam da Tabela 9. O Anexo II (Tabela 16) apresenta os valores projetados completos, para a produção de calcário agrícola, para cada cenário, até o ano de 2030.

Tabela 9 - Projeção da demanda por Calcário Agrícola até 2030 (mil toneladas)

Ano	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
2010	19.997	20.231	20.470
2015	21.245	21.975	22.757
2020	22.674	24.071	25.644
2025	24.318	26.611	29.345
2030	26.220	29.722	34.166

Fonte: Elaboração própria

10.2. Mão de Obra

Na projeção de demanda por mão de obra, de nível superior e outros, essa demanda é considerada como sendo diretamente proporcional ao volume da produção projetado, com a

aplicação do coeficiente de ocupação atual, visto que o segmento não apresenta significativas mudanças tecnológicas que impliquem numa mudança nesse coeficiente.

Para os níveis de produção futura de calcário agrícola, o mesmo coeficiente de ocupação de mão de obra observado nos últimos anos (0,14 empregos por mil toneladas produzidas) foi utilizado nas projeções da demanda por mão de obra até o ano de 2030, considerando-se que 55% dessa mão de obra continuará sendo alocada às minas e 45% às usinas, e sendo que 10% e 15% terá qualificação de nível superior, respectivamente, nas minas e nas usinas. No agregado, 12,25% da mão de obra total empregada é considerada como sendo de nível superior.

Dessa forma, considerando cada um dos três cenários para as projeções, foram calculados os níveis de mão de obra a ser empregada nas minas e nas usinas, até o ano de 2030, através de cálculos simples sobre os coeficientes de ocupação atuais, aplicados aos valores projetados para a produção de calcário futura. A Tabela 10 apresenta esses resultados.

Tabela 10 - Projeção da demanda por mão de obra total (Minas e Usinas), até 2030

Ano	Cenário Frágil		Cenário Vigoroso		Cenário Inovador	
	Nível Superior	Outros	Nível Superior	Outros	Nível Superior	Outros
2010	343	2.457	347	2.485	351	2.515
2015	364	2.610	377	2.700	390	2.796
2020	389	2.785	413	2.957	440	3.150
2025	417	2.987	456	3.269	503	3.605
2030	450	3.221	510	3.651	586	4.197

Fonte: Elaboração própria

Há de se lembrar que a projeção para os níveis de mão de obra empregada nas minas e nas usinas representa apenas uma demanda por recursos humanos à época, sem sugerir o nível de investimentos necessários para garantir que essa mão de obra esteja de fato disponível e adequadamente qualificada. Como grande parte dessa mão de obra é pouco qualificada, atualmente, e não é prevista uma mudança nas exigências em relação à proporção de mão de obra qualificada, até 2030, imagina-se que o mercado não terá dificuldade em disponibilizar essa mão de obra.

As projeções da mão de obra a ser empregada até o ano de 2030 sugerem que um total de aproximadamente 3.671 (Cenário Frágil) a 4.783 (Cenário Inovador) trabalhadores serão empregados na produção de calcário. A distribuição dessa mão de obra entre as minas e as usinas, pode ser vista na Tabela 11.

Tabela 11 - Projeção da demanda por mão de obra nas Minas e nas Usinas, em 2030

	Nas Minas			Nas Usinas		
	Nível Superior	Outros	Total	Nível Superior	Outros	Total
Cenário Frágil	202	1.817	2.019	248	1.404	1.652
Cenário Vigoroso	229	2.060	2.289	281	1.592	1.873
Cenário Inovador	263	2.368	2.631	323	1.830	2.152

Fonte: Elaboração própria

10.3. Investimentos

Na projeção da demanda por investimentos, nas diferentes categorias de investimentos aplicáveis às minas e às usinas, essa variável é considerada como sendo diretamente proporcional ao volume da produção projetada até o ano de 2030. Visto que o segmento não apresenta significativas mudanças tecnológicas que impliquem numa mudança nesse parâmetro, foram utilizados os mesmos coeficientes de investimentos realizados, observados atualmente, como indicador do nível de investimentos necessários para manter a produção nos níveis da demanda esperada em cada ano futuro. O valor atual desses coeficientes (em reais por tonelada produzida nas minas ou processada nas usinas) é de aproximadamente R\$0,605 por tonelada produzida nas minas, e de aproximadamente R\$0,576 por tonelada processada nas usinas.

Adicionalmente, foi considerado que a alocação dos investimentos futuros nas minas seguirá a alocação atual, onde 44,3% dos investimentos são alocados a equipamentos, 11,0% são alocados à geologia e pesquisa mineral, e 44,7% são alocados a outras categorias de investimentos. Da mesma forma, a alocação futura dos investimentos nas usinas foi considerada como sendo a mesma que vigora atualmente: 52,8% alocados a equipamentos, 24,3% são alocados à infra-estrutura, e 22,9% são alocados a outras categorias de investimentos. A Tabela 12 apresenta os resultados das projeções dos investimentos a serem realizados nas minas e nas usinas, nas diferentes categorias de investimento, em 2030.

Tabela 12 - Projeção dos investimentos necessários nas Minas e nas Usinas, em 2030 (R\$ milhões)

	Nas Minas			Nas Usinas		
	Equips.	Geologia e Pesquisa Mineral	Outros	Equips.	Infra-Estrutura	Outros
Cenário Frágil	7,0	1,7	7,1	8,0	3,7	3,5
Cenário Vigoroso	8,0	2,0	8,1	9,0	4,2	3,9
Cenário Inovador	9,2	2,3	9,3	10,4	4,8	4,5

Fonte: Elaboração própria

O total de investimentos nas minas e nas usinas, nos três anos antecedentes (2028 a 2030), estimado entre R\$91,56 milhões (Cenário Frágil) e R\$117,42 milhões (Cenário Inovador), sugere um nível continuado de investimentos necessários para manter essa produção, num período que provavelmente compreende o ciclo de maturação dos investimentos típicos dessa indústria.

Há de se levar em conta que os investimentos necessários para manter a produção nesses níveis terão que ser realizados ano a ano, durante os anos antecedentes, para manter e elevar a capacidade produtiva aos níveis projetados para 2030, o que implica na necessidade de uma relativa estabilidade no ambiente de investimentos, para que essas previsões possam se realizar.

11. CONCLUSÕES

Apesar de que o calcário agrícola é um produto extremamente importante para a produção agrícola, há uma relativa falta de dados sobre sua produção e comercialização. Essa lacuna em relação aos dados globais sobre sua produção e consumo prejudica a tomada de decisões tecnicamente embasadas nessas informações. Boa parte desta dificuldade se deve ao fato que as informações sobre o calcário agrícola acabam sendo englobadas nos dados sobre o calcário em geral, dificultando um acompanhamento estatístico acurado.

Esta dificuldade se estende às informações em nível mundial, e mesmo importantes agências e serviços geológicos, como o USGS, não apresentam relatórios dirigidos especificamente à produção e consumo de calcário agrícola, nos EUA ou no mundo, publicando apenas relatórios sobre alguns dos usos do calcário, como na produção de cimento e cal. A variedade de produtos que podem se enquadrar como calcário, como as rochas carbonáticas, dolomíticas e outras, e as diferentes finalidades às quais a produção pode se destinar, como calcário para a indústria cimenteira, agregados para a construção civil, corretivos de solos, e outros, dificultam a padronização das informações publicadas por diferentes países, e tornam estatísticas globais praticamente inúteis.

Justamente por esta razão, uma das mais importantes iniciativas que os principais serviços geológicos nacionais poderiam realizar, seria um estudo mais amplo da produção e dos usos do calcário agrícola, fazendo um levantamento minucioso da produção e dos usos que não são corretamente contabilizados, atualmente, transformando esse trabalho numa importante ferramenta de gestão de recursos naturais, de planejamento agrícola, e de desenvolvimento nacional. Tal iniciativa seria especialmente importante para o Brasil, que apresenta um grande potencial para ampliar ainda mais sua consagrada posição como potência agrícola e fornecedor mundial de produtos alimentícios e energéticos, baseados na agricultura sustentável e eficiente. Tal levantamento, se realizado pelo MME, dando continuidade ao presente trabalho, seria de grande utilidade para muitos empreendedores que poderiam ter interesse em investir em novas minas ou usinas; para produtores agrícolas que poderiam ampliar o uso da calagem como forma de potencializar o uso dos fertilizantes e otimizar sua produção; e para órgãos de apoio e estímulo à atividade agrícola nacional, que assim poderiam contar com informações mais precisas e confiáveis.

Independentemente das dificuldades, lacunas e defasagens na obtenção de informações atualizadas, relativas à produção e consumo do calcário agrícola no Brasil, o presente estudo pôde apresentar um perfil do calcário agrícola, reunindo informações sobre sua produção e comercialização, sobre alguns aspectos técnicos, e sobre algumas tendências projetadas para os próximos anos.

Em relação à produção, além do Brasil ser um produtor de calcário agrícola de grande porte, com produção de mais de 22 milhões de toneladas anuais, sua produção tem um potencial de crescimento significativo, proporcional ao aumento potencial da área de lavouras empregadas na produção agrícola de alimentos e insumos energéticos, como grãos, cana de açúcar e outros. As projeções realizadas para a demanda de calcário agrícola no Brasil, até o ano de 2030, consideram que o consumo será igual à produção, pois não são observados estoques significativos na cadeia produtiva. Segundo os três diferentes cenários macroeconômicos para o PIB, e os três cenários de crescimento do indicador agrícola utilizado para modelar as projeções de sua demanda, a demanda e produção de calcário agrícola no Brasil deverá atingir entre 26,22 (Cenário Frágil) e 34,17 (Cenário Inovador) milhões de toneladas, em 2030, portanto um incremento substancial de 134% a 174% acima da produção recente.

O levantamento dos preços de comercialização do calcário agrícola praticados no Brasil sofre os efeitos da grande variedade de tipos e de custos de frete nos diversos estados. Os preços observados vão desde os mais elevados, de mais de R\$28 por tonelada, até os mais baratos, em torno de R\$15 por tonelada. Sem maiores e melhores fontes de informação, neste estudo foi utilizado um valor estimado para o preço médio do calcário agrícola de R\$25 por tonelada, em 2007, com apenas um provável pequeno incremento em 2008, o que implica num valor total da produção de calcário agrícola, em 2007, de aproximadamente R\$570 milhões. Os baixos preços do calcário agrícola também implicam numa preponderante importância dos custos de logística na sua comercialização.

Dessa forma, os dados sobre o valor da produção de calcário agrícola, em nível nacional, são uma informação útil, mas precária, como referência para uma análise de investimentos, para um planejamento macro- ou microeconômico, ou para uma tomada de decisões. Ainda assim, o valor

estimado da produção total de calcário agrícola no Brasil, de aproximadamente R\$570 milhões, revela que não tem, atualmente, uma expressiva importância na economia nacional, apesar de ser insumo importante para o setor agrícola, este sim, de grande peso na economia nacional e na pauta das exportações brasileiras.

As estimativas da CFEM arrecadada sobre o calcário agrícola, considerando que esta seja proporcional à participação do calcário agrícola na produção total de calcário, sugerem que essa CFEM foi de R\$1,6 milhões, em 2005. Há de se levar em conta, entretanto, que a CFEM relativa ao calcário agrícola poderia representar um valor bem inferior, pois os preços do calcário agrícola são geralmente os mais baixos entre os preços dos diversos tipos de calcário comercializados, considerados nas estatísticas da CFEM referente à produção de calcário em geral. Dessa forma, considerando os valores da produção total de calcário agrícola no Brasil, de aproximadamente R\$570 milhões em 2007, a CFEM poderia ser de apenas R\$1,2 milhões, ou menos, ou seja, menos de 0,4% de toda a CFEM arrecadada no Brasil, o que corrobora a relativa baixa participação do calcário agrícola na economia em geral.

Em relação às reservas lavráveis de calcário no Brasil, fonte também do calcário agrícola, praticamente todas essas reservas estão em minas a céu aberto, e as estimativas sugerem que elas representam mais de quatrocentos anos de produção, nos níveis atuais. Mundialmente, a razão reservas/produção também é confortável. Não se espera, portanto, que a produção de calcário seja limitada pela disponibilidade de reservas lavráveis, pelo menos até o horizonte de projeção (ano de 2030) utilizado para fazer as projeções de demanda e consumo de calcário no Brasil.

A produção e o beneficiamento de calcário agrícola no Brasil são realizados por muitas empresas que atuam no mercado, mas a produção das dez maiores empresas representa mais de um terço da produção total, e existe uma forte concentração econômica, especialmente em relação ao beneficiamento. Ainda assim, devido à grande importância dos custos de logística, e ao fato que as reservas lavráveis de calcário estão amplamente distribuídas pelos estados brasileiros, reduzindo possíveis barreiras à entrada de novos produtores, não é provável que essa indústria sofra significativamente devido à concentração atual da produção nas mãos de relativamente poucos concorrentes importantes. Por outro lado, o expressivo número de pequenos produtores que tradicionalmente opera na mineração e no beneficiamento do calcário, especialmente no calcário agrícola, também atesta para um mercado relativamente livre e competitivo. A relativa facilidade de lavra e os investimentos relativamente baixos para a lavra e o beneficiamento impedem que os preços de mercado sejam facilmente controlados por determinados grupos, nessas condições.

As empresas atuantes na indústria de mineração e beneficiamento do calcário agrícola apresentam, majoritariamente, uma estrutura relativamente fechada (poucas são incorporadas como sociedades anônimas), e poucas detêm certificações relativas à qualidade e ao meio ambiente (ISO 9001 e ISO 14.001).

Os investimentos totais nas minas e nas usinas de beneficiamento de calcário agrícola no Brasil têm sido tímidos (aproximadamente R\$1,18 por tonelada, em 2005), e as previsões de novos investimentos para o triênio 2006-2008 são pouco melhores (estimadas em aproximadamente R\$1,80 por tonelada por ano). O parque produtivo tem investido relativamente pouco em inovações tecnológicas, e os fornecedores têm conseguido atender à demanda do mercado com as instalações atuais, mesmo se em muitos casos elas não são modernas ou muito eficientes.

Dados os impedimentos para a maior utilização da calagem como prática agrícola padrão, citados acima, no contexto dos incentivos que já foram praticados em prol do calcário agrícola, a solução para incrementar esta prática provavelmente está na adoção de programas que atinjam as três barreiras simultaneamente, ou seja, programas de apoio e extensão agrícola, aliados a programas de financiamento à aquisição de calcário agrícola, e implementação de medidas para

melhorar a infra-estrutura logística do país, apesar de que esses esforços demandarão prazos relativamente longos para alcançar resultados significativos e sustentáveis.

As projeções realizadas para a demanda por investimentos nas minas e nas usinas de calcário agrícola no Brasil, até o ano de 2030, levaram em conta que não houve expressivas mudanças tecnológicas que impliquem numa mudança nos coeficientes de investimentos realizados, por tonelada produzida nas minas ou processada nas usinas, observados atualmente. Dessa forma, o total de investimentos nas minas e nas usinas, estimados como necessários para manter a produção nos níveis projetados, nos últimos três anos até o horizonte de projeção (2028 a 2030), foi estimado entre R\$91,56 milhões (Cenário Frágil) e R\$117,42 milhões (Cenário Inovador). Esse valor sugere que o nível de investimentos necessários para manter a produção nos patamares projetados terá que crescer significativamente, em relação aos baixos níveis atuais de investimento, mesmo mantendo os mesmos coeficientes de investimento observados atualmente.

Quanto à demanda por mão de obra nas minas e nas usinas de calcário agrícola, no Brasil, as projeções realizadas com base nos valores da produção projetada apontam para um substancial aumento da mão de obra empregada, dos quase 2,5 mil empregados, atualmente, para algo entre 3,7 mil (Cenário Frágil) a 4,8 mil (Cenário Inovador) trabalhadores, com pouco mais da metade ocupada nas minas. Como grande parte dessa mão de obra é pouco qualificada (pouco mais de 12%, entre minas e usinas, é de nível superior), atualmente, e não é prevista uma mudança nas exigências em relação à proporção de mão de obra mais qualificada, até 2030, imagina-se que o mercado não terá dificuldade em disponibilizar essa mão de obra.

Um possível fator que poderia limitar a oferta de mão de obra adequadamente qualificada, mesmo nos níveis relativamente baixos previstos, é o fato que a demanda prevista por mão de obra empregada nas minas e nas usinas não sugere o nível de investimentos necessários para garantir que essa mão de obra esteja de fato disponível e adequadamente qualificada. Esses investimentos, mesmo não tendo sido estimados diretamente, serão necessários para que as minas e as usinas de beneficiamento de calcário agrícola possam ser supridas com a mão de obra necessária.

Em relação às perspectivas para a intensificação do consumo do calcário agrícola, o que tem sido observado é que os diversos planos governamentais para estimular o uso do calcário agrícola no Brasil não têm obtido êxito em seus objetivos. Ainda há pouca disseminação da prática de calagem dos solos brasileiros, que são especialmente carentes de correção de seu pH, geralmente ácido. O baixo consumo de calcário agrícola continua, apesar das diversas fontes de incentivos e financiamentos oficiais disponíveis, que buscam incentivar o consumo de calcário agrícola no Brasil, otimizando a produtividade agrícola, e alavancando os benefícios dos fertilizantes utilizados no campo.

Com relação às perspectivas para o futuro da indústria do calcário agrícola, é importante notar que em vista da recente crise mundial, deflagrada a partir de 2008, os cenários adotados ainda podem representar ambientes macroeconômicos demasiadamente otimistas. As projeções realizadas neste estudo representam, portanto, um viés que acompanha os parâmetros dos cenários macroeconômicos descritos.

Por outro lado, os investimentos necessários para manter e elevar a produção aos níveis projetados terão que ser realizados ano a ano, durante os anos antecedentes à produção projetada para cada ano, o que implica na necessidade de uma relativa estabilidade no ambiente de investimentos, para que essas previsões possam se realizar. Dada a situação econômica mundial atual, a continuidade dessa estabilidade pode ser questionada, apesar de que o Brasil tem apresentado boa resiliência econômica durante a presente crise econômica mundial.

Apesar das diversas dificuldades em relação à falta de informações precisas e confiáveis sobre a produção e comercialização do calcário agrícola no Brasil e no mundo, as informações

apresentadas no presente estudo fornecem um perfil amplo sobre o calcário agrícola, perfil esse que deve ajudar a subsidiar as estratégias empresariais dos participantes dessa indústria, assim como subsidiar as políticas nacionais e o planejamento do desenvolvimento nacional.

12. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ABPC – Associação Brasileira de Produtores de Cal, 2009. Site institucional. Disponível em <http://www.abpc.org.br/frame.htm>, acessado em 31-05-09.
- ABPC - Associação Brasileira de Produtores de Cal, 2008. Visão Geral do Mercado da Cal no Brasil, Maio 2008. Disponível em http://www.apfac.pt/eventos/seminario_argamassas_fabris_2008/ABPC%20Tektonica08.pdf, acessado em 15-07-09.
- ABRACAL – Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola, 2009. Site institucional. Disponível em http://www.sindical.com.br/fram_abracal.htm, acessado em 17-05-2009.
- AGROLINK, 2009. Consumo de fertilizantes no Brasil – O complexo 2008. Disponível em <http://www.agrolink.com.br/noticias/ClippingDetalhe.aspx?CodNoticia=126970>, acessado em 15-07-2009.
- Bliss, J. D., Hayes, T. S., Orris, G. J., 2008. Limestone - A Crucial and Versatile Industrial Mineral Commodity. USGS Fact Sheet 2008-3089. Disponível em <http://pubs.usgs.gov/fs/2008/3089/>, acessado em 31-05-2009.
- BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 1997. Calcário – Informe Setorial No 12, Novembro/97.
- Carvalho, E. A., Almeida, S. L. M., 1997. Caulim e carbonato de cálcio: competição na indústria de papel. Série Estudos e Documentos, no 41, Rio de Janeiro, CETEM.
- CETEM – Centro de Tecnologia Mineral, 2009. Ferramenta de pesquisa e banco de dados Mineral Data, do Ministério de Ciência e Tecnologia. Disponível em http://w3.cetem.gov.br:8080/mineraldata/app/*, acessado em 17-05-2009.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento, 2009. Site institucional. Disponível em <http://www.conab.gov.br>, acessado em 15-07-2009.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2009. Site institucional. Disponível em <http://www.cprm.gov.br>, acessado em 17-05-2009.
- Delboni Jr., H., 2008. Cominuição, Parte II, Capítulo 2, in Tendências Tecnológicas Brasil 2015, Eds. F. R. C. Fernandes, G. M. M. Matos, Z. C. Castilhos, A. B. Luz. Disponível em http://www.cetem.gov.br/tendencias/livro_n.htm, acessado em 15-07-2009.
- DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, 2000. Tributação da Mineração no Brasil. Disponível em http://www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=368, acessado em 31-05-2009.
- DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, 2006. Anuário Mineral Brasileiro 2006. Disponível em <http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=789>, acessado em 17-05-2009.
- DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, 2007. Informações preliminares do Anuário Mineral Brasileiro 2007. Fornecido diretamente pelo DNPM.
- DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, 2008. Informações preliminares do Anuário Mineral Brasileiro 2008. Fornecido diretamente pelo DNPM.
- DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, 2009. Sumário Mineral 2008. Disponível em <http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/SumarioMineral2008/calcarioagricola.pdf>, acessado em 17-05-2009.
- DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, 2009. Economia Mineral - Produção e Comercialização: Goiás - 6º Distrito. Disponível em <http://www.dnpm.gov.br/go/conteudo.asp?IDSecao=525>, acessado em 17-05-2009.

- DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, 2009. Informe Mineral, 2º Semestre de 2008. Diretoria de Desenvolvimento e Economia Mineral, Ministério de Minas e Energia. Disponível em http://www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=3116, acessado em 31-05-2009.
- DNPM, 2009. Pesquisa de Processos no Módulo Administrativos. Disponível em <https://sistemas.dnpm.gov.br/SCM/extra/site/admin/pesquisarProcessos.aspx>. Acessado em 19-05-2009.
- Freas, R. C., Hayden, J. S., Pryor Jr., C. A., 2006. Limestone and Dolomite, in *Industrial Minerals and Rocks*, 7th Ed., Society for Mining, Metallurgy and Exploration.
- Freas, R. C., 2006. Limestone – Nature’s Duct Tape. SME Annual Meeting, March 27-29, 2006, St. Louis, USA.
- IEA – Instituto de Economia Agrícola, 1999. Calcário agrícola: decréscimo de 16% nos dez primeiros meses de 1999. Disponível em <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=591>, acessado em 15-07-2009.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. Censo Agropecuário 2006. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>, acessado em 15-07-2009.
- IBRAM – Instituto Brasileiro da Mineração, 2008. Programas incentivam o uso dos calcários agrícolas. *Revista Indústria da Mineração*, Ano III, no 13, p. 10-11, jan, 2008. Disponível em <http://www.ibram.org.br/sites/700/784/00001300.pdf>, acessado em 15-07-2009.
- GIC – Gujarat Industries Commissionerate, 2009. Mines & Minerals statistics. Disponível em <http://ic.gujarat.gov.in/major-events/mines.htm>, acessado em 15-07-2009.
- Industrial Minerals, 2009. Disponível em <http://www.indmin.com/Article/2187961/Industrial-Minerals-May-2009-Prices.html>, acessado em 18-05-2009.
- Internetgeography, 2009. Limestone. Disponível em <http://www.geography.learnontheinternet.co.uk/topics/limestoneinfo.html#lime>, acessado em 31-05-2009.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. Instrução Normativa Nº 35, de 04 de julho de 2006. Disponível em <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=17043>, acessado em 15-07-2009.
- MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2009. Estatísticas de Comércio Exterior – DEPLA, SECEX – Secretaria de Comércio Exterior. Disponível em <http://www.desenvolvimento.gov.br/>, acessado em 17-05-2009.
- MME – Ministério de Minas e Energia, 2009. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM). Prévias da Indústria Mineral 2009/2008. Disponível em http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=45, acessado em 31-05-2009.
- MME – Ministério de Minas e Energia, 2009. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM). Prévias da Indústria Mineral 2008. Disponível em http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/publicacoes/Sinopse/Sinopse_Mineral_2008-2008.pdf, acessado em 31-05-2009.
- MME – Ministério de Minas e Energia, 2008. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM). Prévias da Indústria Mineral 2007. Disponível em http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/publicacoes/Sinopse/Sinopse_Mineral_2007-2007.pdf, acessado em 31-05-2009.
- MME – Ministério de Minas e Energia, 2007. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM). Prévias da Indústria Mineral 2006. Disponível em http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/publicacoes/Sinopse/Sinopse_Mineral_2006-2006.pdf, acessado em 31-05-2009.

- MME – Ministério de Minas e Energia, 2009. Anuário Estatístico do Setor de Transformação de Não-Metálicos - 2008. Disponível em <http://www.mme.gov.br/download.do?attachmentId=17093&download>, acessado em 31-05-2009.
- MME – Ministério de Minas e Energia, 2008. Anuário Estatístico do Setor de Transformação de Não-Metálicos - 2007. Disponível em <http://www.mme.gov.br/download.do?attachmentId=12089&download>, acessado em 31-05-2009.
- MME – Ministério de Minas e Energia, 2007. Anuário Estatístico do Setor de Transformação de Não-Metálicos - 2006. Disponível em <http://www.mme.gov.br/download.do?attachmentId=9428&download>, acessado em 31-05-2009.
- Nahass, S., Severino, J., 2003. Calcário Agrícola no Brasil. Série Estudos & Documentos, CETEM/MCT, 2003. Disponível em http://www.cetem.gov.br/publicacao/CETEM_SED_55.pdf, acessado em 31-05-2009.
- Neves, C. A. R., da Silva, L. R., 2007. Universo da Mineração Brasileira. Diretoria de Desenvolvimento e Economia Mineral, Ministério de Minas e Energia. Disponível em http://www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=2102, acessado em 17-05-2009.
- Pereira, C. de M., 2002. Caracterização da produção e consumo de calcário para uso agrícola no estado de São Paulo. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. Disponível em <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000240106>, acessado em 17-06-2009.
- Pereira, C de M., 2007. Política de Uso de Calcário Agrícola e a Sustentabilidade da Agricultura no Brasil. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. Disponível em <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000419726>, acessado em 17-06-2009.
- PORMIN – Portal de Apoio ao Pequeno Produtor Mineral, 2009. Site institucional. Disponível em <http://www.pormin.gov.br/#>, acessado em 15-07-2009.
- Portal Certificados.com, 2009. Guia de consulta. Disponível em <http://www.certificadas.com/default.asp>, acessado em 31-05-2009.
- Reis, E., Bicho, C. P., Melo, E., 2008. Exploração Mineral – Tendências Tecnológicas, Parte I, Capítulo 2, in Tendências Tecnológicas Brasil 2015. Eds. F. R. C. Fernandes, G. M. M. Matos, Z. C. Castilhos, A. B. Luz. Disponível em http://www.cetem.gov.br/tendencias/livro_n.htm, acessado em 15-07-2009.
- Sampaio, J. A., Almeida, S. L. M., 2009. Calcário e Dolomito – Capítulo 16, in Rochas & Minerais Industriais: Usos e Especificações, Ed. Adão Benvindo da Luz e Fernando A. Freitas Lins. Disponível em <http://www.cetem.gov.br/agrominerais/livros/16-agrominerais-calcario-dolomito.pdf>, acessado em 15-07-2009.
- Sánchez, L. E., 2008. Mineração e Meio Ambiente, Parte II, Capítulo 6, in Tendências Tecnológicas Brasil 2015. Eds. F. R. C. Fernandes, G. M. M. Matos, Z. C. Castilhos, A. B. Luz. Disponível em http://www.cetem.gov.br/tendencias/livro_n.htm, acessado em 15-07-2009.
- SEGEMAR – Servicio Geológico Minero Argentino, 2009. Oferta y Demanda de Caliza en Argentina. Disponível em http://www.segemar.gov.ar/P_Oferta_Regiones/Oferta/Caliza%20y%20Dolom%C3%ADa/Oferta%20y%20demanda%20en%20Argentina/OFERTA%20Y%20DEMANDA%20EN%20ARGENTINA.htm, acessado em 15-07-2009.
- SINDICAL – Sindicato das Indústrias de Calcário e Derivados para Uso Agrícola do Estado de São Paulo, 2009. Site institucional. Disponível em <http://www.sindical.com.br>, acessado em 17-05-2009.
- SINDICALC – Sindicato da Indústria de Calcário no Rio Grande do Sul, 2009. Site institucional. Disponível em <http://www.sindicalc.com.br>, acessado em 17-05-2009.
- The Mineral Mine, 2009. Calcite. Disponível em <http://www.mine-engineer.com/mining/mineral/calcite.htm>, acessado em 31-05-2009.

UN – United Nations, 2008. Industrial Commodity Statistics Database - Gypsum; anhydrite; limestone and other calcareous stone. Disponível em <http://data.un.org/Data.aspx?d=ICS&f=cmID:15200-0>, acessado em 17-05-2009.

UNESP, 2009. Calcário. Disponível em Disponível em <http://www.mine-engineer.com/mining/mineral/calcite.htm>, acessado em 31-05-2009.

USGS - U.S. Geological Survey, 2009. Mineral Commodity Summaries, 2009. Disponível em <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/>, acessado em 17-05-2009.

USGS - U.S. Geological Survey, 2008. Lime statistics, Historical statistics for mineral and material commodities in the U.S., U.S. Geological Survey Data Series 140. Disponível em <http://minerals.usgs.gov/ds/2005/140/lime.pdf>, acessado em 17-05-2009.

13. ANEXOS

ANEXO I

Arcabouço Legal

Constituição Federal

O PORMIN destaca, de modo sintético, os seguintes aspectos da legislação referente à mineração no Brasil, listando trechos relevantes referentes à mineração na Constituição Federal do Brasil, de 1988, que podem ser encontrados no site do DNPM (<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=67&IDPagina=84&IDLegislacao=380>):

- Art. 20 - São bens da União:
- IX - os recursos minerais, inclusive os do subsolo;
- Art. 21 - Compete à União:
- XV - organizar e manter os serviços oficiais de estatística, geografia e cartografia de âmbito nacional;
- XXV - estabelecer as áreas e as condições para o exercício da atividade de garimpagem, em forma associativa.
- Art. 22 - Compete privativamente à União legislar sobre:
- XII - jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia;
- XVIII - sistema estatístico, sistema cartográfico e de geologia nacionais.
- Art. 23 - É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:
- XI - registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios.
- Art. 24 - Compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre:
- VI - florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição.
- Art. 26 - Incluem-se entre os bens dos Estados:
- I - as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União;
- Art. 48 - Cabe ao Congresso Nacional, com a sanção do Presidente da República, não exigida esta para o especificado nos arts. 49, 51 e 52, dispor sobre todas as matérias de competência da União, especialmente sobre:
- V - limites do território nacional, espaço aéreo e marítimo e bens do domínio da União.
- Art. 49 - É da competência exclusiva do Congresso Nacional:
- XVI - autorizar, em terras indígenas, a exploração e o aproveitamento de recursos hídricos e a pesquisa e lavra de riquezas minerais.
- Art. 91 - O Conselho de Defesa Nacional é órgão de consulta do Presidente da República nos assuntos relacionados com a soberania nacional e a defesa do Estado democrático, e dele participam como membros natos:
- Art. 153 - Compete à União instituir impostos sobre:
- Art. 155 - Compete aos Estados e ao Distrito Federal instituir impostos sobre:
- Art. 170. (*) A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios:
- Art. 171. Revogado pelo artigo 3º da Emenda Constitucional Nº 6, de 15 de agosto de 1995, DOU de 16 de agosto de 1995.

- Art. 174 - Como agente normativo e regulador da atividade econômica, o Estado exercerá, na forma da lei, as funções de fiscalização, incentivo e planejamento, sendo este determinante para o setor público e indicativo para o setor privado.
- Art. 176 - As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.
- Art. 177 - Constituem monopólio da União:
- Art. 225 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.
- Art. 231- São reconhecidos aos índios sua organização social, costumes línguas crenças e tradições, e os direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las, proteger e fazer respeitar todos os seus bens.

Código de Mineração do Brasil

O PORMIN também descreve sucintamente os sete primeiros capítulos do Código de Mineração do Brasil (Decreto-Lei Nº 227, de 27/02/1967), cujos artigos podem ser encontrados na íntegra no site do DNPM (http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/cm_00.php). Alguns dos principais trechos descritos são:

- Capítulo I - trata das disposições preliminares, abordando como obrigações da União, administrar os recursos minerais, a industrialização e comercialização dos produtos minerais. Fala sobre os regimes de aproveitamento das substâncias minerais, e regula os direitos sobre massa individualizada, seja mineral ou fóssil, o seu regime de aproveitamento e a fiscalização do Governo Federal da pesquisa, lavra, etc. Classifica uma mina em dois tipos: mina manifestada e mina concedida. Restringe o aproveitamento das jazidas, com a autorização de pesquisa do DNPM e concessão de lavra outorgada pelo Ministro de Estado de Minas e Energia.
- Art. 11 - Serão respeitados na aplicação dos regimes de Autorização, Licenciamento e Concessão:
 - b) o direito à participação do proprietário do solo nos resultados da lavra.
- Art. 13 - As pessoas naturais ou jurídicas que exerçam atividades de pesquisa, lavra, beneficiamento, distribuição, consumo ou industrialização de reservas minerais, são obrigadas a facilitar aos agentes do Departamento Nacional de Produção Mineral a inspeção de instalações, equipamentos e trabalhos, bem como a fornecer-lhes informações sobre:
 - I - volume da produção e características qualitativas dos produtos;
 - II - condições técnicas e econômicas da execução dos serviços ou da exploração das atividades mencionadas no "caput" deste artigo;
 - III - mercados e preços de venda;
 - IV - quantidade e condições técnicas e econômicas do consumo de produtos minerais.
- Capítulo II - define pesquisa mineral, as condições exigidas para a obtenção de autorização de pesquisa e para a retificação de alvará de pesquisa. Estabelece as obrigações do titular de autorização de pesquisa.
- Capítulo III – define Lavra e Lavra ambiciosa, estabelece as condições para sua outorga, e informa sobre a Imissão de Posse, estabelece as obrigações do titular da concessão de Lavra, define Grupamento Mineiro (Art. 53).
- Capítulo IV - refere-se às Servidões.

- Capítulo V - refere-se às Sanções e as Nulidades.
- Capítulo VI - refere-se ao fechamento de certas áreas de Garimpagem, Faiscação e Cata por proposta do Diretor-Geral do DNPM.
- Capítulo VII - apresenta as Disposições Finais.
- Art. 84 - A jazida é bem imóvel, distinto do solo onde se encontra, não abrangendo a propriedade deste o minério ou a substância mineral útil que a constitui.
- Art. 87 - Não se impedirá por ação judicial de quem quer que seja o prosseguimento da pesquisa ou lavra.
- Art. 88 - Ficam sujeitas à fiscalização direta do DNPM, todas as atividades concernentes à mineração, ao comércio e à industrialização de matérias-primas minerais, nos limites estabelecidos em Lei.

Decretos-Lei

O PORMIN lista alguns dos decretos-lei em vigor, relevantes às atividades de mineração no Brasil. Dois, de maior abrangência, são:

- Decreto-Lei Nº 2435, de 19/05/1988 - dispõe sobre a dispensa de controles prévios na exportação.
- Decreto-Lei Nº 227, de 27/02/1967 - Código de Mineração.

Decretos Executivos

O PORMIN lista alguns dos decretos em vigor, relevantes às atividades de mineração no Brasil. Alguns, de maior abrangência, são:

- Decreto de 17/09/2004 - cria Grupo Operacional para coibir a exploração mineral em terras indígenas, e dá outras providências.
- Decreto Nº 3866, de 16/07/2001 - regulamenta o inciso II-A do § 2º do art. 2º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, e a Lei nº 9.993, de 24 de julho 2000, no que destina recursos da compensação financeira pela exploração de recursos minerais para o setor de ciência e tecnologia.
- Decreto Nº 3358, de 02/02/2000 - regulamenta o disposto na Lei nº 9.827, de 27 de agosto de 1999, que Regulamenta o disposto na Lei nº 9.827, de 27 de agosto de 1999, que "acrescenta parágrafo único ao art. 2º do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, com a redação dada pela Lei nº 9.314, de 14 de novembro de 1996", dispondo sobre a extração de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil.
- Decreto Nº 1, de 11/01/1991 - regulamenta o pagamento da compensação financeira instituída pela Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências.
- Decreto Nº 98812, de 09/01/1990 - regulamenta a Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, e dá outras providências.
- Decreto Nº 97632, de 10/04/1989 - dispõe sobre a regulamentação do artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências (áreas degradadas).
- Decreto Nº 95002, de 05/10/1987 - modifica dispositivos do Regulamento do Código de Mineração, aprovado pelo Decreto nº 62.934, de 2 de julho de 1968.
- Decreto Nº 88814, de 04/10/1983 - altera Dispositivos do Regulamento do Código de Mineração, aprovado pelo Decreto nº 62.934, de 02 de julho de 1968.

- Decreto N° 69885, de 31/12/1971 - dispõe sobre a incorporação dos direitos de lavra ao Ativo das empresas de mineração e dá outras providências.
- Decreto N° 66404, de 01/04/1970 - acrescenta item ao artigo 49 do Regulamento do Código de Mineração.
- Decreto N° 62934, de 02/04/1968 - aprova o Regulamento do Código de Mineração.

Portarias

Inúmeras portarias são divulgadas cada ano, nos três níveis de governo, e podem melhor ser acompanhadas e acessadas através do site do DNPM (<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=67>) ou dos diversos órgãos do governo.

Normas Reguladoras da Mineração

O DNPM estabelece procedimentos para disciplinar o aproveitamento racional das jazidas, considerando as condições técnicas e tecnológicas de operação, de segurança e de proteção ao meio ambiente, de forma a tornar o planejamento e o desenvolvimento da atividade minerária compatíveis com a busca permanente da produtividade, da preservação ambiental, da segurança e da saúde dos trabalhadores Disponíveis em: http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/nrm_01.htm.

ANEXO II
Planilhas de Bases de Dados e Projeções até o ano de 2030

Tabela 13 – Dados históricos completos das variáveis independentes, para anos selecionados disponíveis, utilizados para desenvolver a fórmula exponencial de correlação para realizar as projeções da demanda (produção) de Calcário Agrícola

Ano	Produção Mineral de Calcário Agrícola (1.000 t)	PIB (milhões US\$)	Indicador Agrícola (1.000ha de lavouras)
1976		153.959	
1977		177.247	
1978		201.204	
1979		223.477	
1980		237.772	49.104
1981		258.553	49.698
1982		271.252	50.300
1983		189.459	50.908
1984		189.744	51.524
1985		211.092	52.148
1986		257.812	51.119
1987	13.537	282.357	50.111
1988	16.608	305.707	49.123
1989	14.477	415.916	48.154
1990	11.599	469.318	47.204
1991	10.525	405.679	46.273
1992	15.624	387.295	45.361
1993	19.390	429.685	44.466
1994	20.457	543.087	43.589
1995	12.245	770.350	42.729
1996	14.763	840.268	41.794
1997	17.432	871.274	44.410
1998	16.285	843.985	47.190
1999	15.768	586.777	50.143
2000	19.305	644.984	53.282
2001	18.187	553.771	56.617
2002	22.439	504.359	60.161
2003	27.360	553.603	63.926
2004	27.128	663.783	67.927
2005	17.120	882.439	72.179
2006	16.630	1.088.911	76.697
2007	22.747	1.333.818	78.197

Fonte: Elaboração própria

Tabela 14 – Projeções para o PIB, de 2008 a 2030, para cada cenário macroeconômico (milhões US\$)

Ano	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
2008	1.371.165	1.387.171	1.400.509
2009	1.371.165	1.387.171	1.400.509
2010	1.409.558	1.442.658	1.470.535
2011	1.449.026	1.500.364	1.544.062
2012	1.489.598	1.560.379	1.621.265
2013	1.531.307	1.622.794	1.702.328
2014	1.574.184	1.687.706	1.787.444
2015	1.618.261	1.755.214	1.876.817
2016	1.658.717	1.834.199	1.998.810
2017	1.700.185	1.916.738	2.128.732
2018	1.742.690	2.002.991	2.267.100
2019	1.786.257	2.093.125	2.414.461
2020	1.830.914	2.187.316	2.571.401
2021	1.867.532	2.296.682	2.777.113
2022	1.904.883	2.411.516	2.999.282
2023	1.942.980	2.532.092	3.239.225
2024	1.981.840	2.658.696	3.498.363
2025	2.021.477	2.791.631	3.778.232
2026	2.061.906	2.931.213	4.080.491
2027	2.103.144	3.077.773	4.406.930
2028	2.145.207	3.231.662	4.759.484
2029	2.188.111	3.393.245	5.140.243
2030	2.231.873	3.562.907	5.551.462

Fonte: Elaboração própria

Tabela 15 – Projeções para o indicador agrícola (IA), de 2008 a 2030, para cada cenário de crescimento futuro (mil hectares plantados)

Ano	Cenário Frágil (75% do crescimento médio histórico)	Cenário Vigoroso (100% do crescimento médio histórico)	Cenário Inovador (125% do crescimento médio histórico)
2008	78.964	79.727	80.494
2009	80.122	81.287	82.462
2010	81.298	82.877	84.478
2011	82.491	84.498	86.544
2012	83.701	86.151	88.660
2013	84.929	87.836	90.828
2014	86.175	89.554	93.049
2015	87.439	91.306	95.324
2016	88.722	93.092	97.655
2017	90.024	94.913	100.043
2018	91.344	96.770	102.489
2019	92.684	98.663	104.995
2020	94.044	100.593	107.562
2021	95.424	102.560	110.192
2022	96.824	104.567	112.887

2023	98.244	106.612	115.647
2024	99.686	108.698	118.475
2025	101.148	110.824	121.372
2026	102.632	112.992	124.339
2027	104.138	115.202	127.380
2028	105.666	117.455	130.494
2029	107.216	119.753	133.685
2030	108.789	122.096	136.954

Fonte: Elaboração própria

Tabela 16 – Projeções para a produção de Calcário Agrícola, de 2008 a 2030, para cada cenário considerado (mil toneladas)

Ano	Cenário Frágil	Cenário Vigoroso	Cenário Inovador
2008	19.542	19.616	19.690
2009	19.767	19.918	20.072
2010	19.997	20.231	20.470
2011	20.234	20.556	20.887
2012	20.476	20.892	21.323
2013	20.726	21.240	21.779
2014	20.982	21.601	22.257
2015	21.245	21.975	22.757
2016	21.515	22.363	23.280
2017	21.793	22.766	23.829
2018	22.078	23.185	24.405
2019	22.372	23.619	25.009
2020	22.674	24.071	25.644
2021	22.984	24.540	26.311
2022	23.304	25.027	27.012
2023	23.632	25.534	27.750
2024	23.970	26.062	28.527
2025	24.318	26.611	29.345
2026	24.676	27.183	30.207
2027	25.045	27.779	31.117
2028	25.425	28.400	32.078
2029	25.817	29.047	33.093
2030	26.220	29.722	34.166

Fonte: Elaboração própria

Fórmula exponencial utilizada para projetar a demanda por calcário agrícola com base nos valores da variável independente IA (produzida por ferramentas estatísticas no Excel®):

$$\text{Demanda por Calcário Agrícola} = 4430,2 * \exp(3E-05 * IA)$$

$$R^2 = 0,5223 \text{ (sugere uma correlação razoavelmente satisfatória)}$$