

**SEGUNDO INVENTÁRIO BRASILEIRO DE
EMISSÕES E REMOÇÕES ANTRÓPICAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA**

RELATÓRIOS DE REFERÊNCIA

**EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NOS PROCESSOS
INDUSTRIAIS - PRODUTOS MINERAIS**

PARTE II

**Produção de Cal
Outros Usos do Calcário e Dolomita
Produção e Uso de Barrilha**

PRESIDENTE DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
LUÍS INACIO LULA DA SILVA

VICE-PRESIDENTE DA REPÚBLICA
JOSÉ DE ALENCAR GOMES DA SILVA

MINISTRO DE ESTADO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SERGIO MACHADO REZENDE

SECRETÁRIO EXECUTIVO
LUIZ ANTONIO RODRIGUES ELIAS

SECRETÁRIO DE POLÍTICAS E PROGRAMAS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
LUIZ ANTONIO BARRETO DE CASTRO

EXECUÇÃO

COORDENADOR GERAL DE MUDANÇAS GLOBAIS DE CLIMA
JOSÉ DOMINGOS GONZALEZ MIGUEZ

COORDENADOR TÉCNICO DO INVENTÁRIO
NEWTON PACIORNIK

**SEGUNDO INVENTÁRIO BRASILEIRO DE
EMISSÕES ANTRÓPICAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA**

RELATÓRIOS DE REFERÊNCIA

**EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NOS PROCESSOS
INDUSTRIAIS - PRODUTOS MINERAIS**

PARTE II

**Produção de Cal
Outros Usos do Calcário e Dolomita
Produção e Uso de Barrilha**

Elaborado por:

Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima

Colaboração:

ABPC - Associação Brasileira de Produtores de Cal
ABIQUIM - Associação Brasileira de Indústria Química
MME - Ministério de Minas e Energia
Rima Industrial S.A.

***Ministério da Ciência e Tecnologia
2010***

Publicação do Ministério da Ciência e Tecnologia

Para obter cópias adicionais deste documento ou maiores informações, entre em contato com:

Ministério da Ciência e Tecnologia
Secretaria de Políticas e Programas de Ciência e Tecnologia
Departamento de Programas Temáticos
Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima
Esplanada dos Ministérios Bloco E 2º Andar Sala 268
70067-900 - Brasília - DF
Telefone: 61 3317-7923 e 3317-7523
Fax: 61 3317-7657
e-mail: cpmg@mct.gov.br
<http://www.mct.gov.br/clima>

Elaboração e Revisão:

Mauro Meirelles de Oliveira Santos
Newton Paciornik
Ricardo Leonardo Vianna Rodrigues

Revisão de Editoração:

Márcia dos Santos Pimenta

A realização deste trabalho só foi possível com o apoio financeiro e administrativo do:

Fundo Global para o Meio Ambiente - GEF

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD

Projeto BRA/05/G31

EQSW 103/104 lote 1 bloco D Setor Sudoeste.

70670-350 - Brasília - DF

Telefone: 61 3038-9065

Fax: 613038-9009

e-mail: registry@undp.org.br

<http://www.undp.org.br>

Agradecimentos:

Expressamos nossa mais profunda gratidão, pelos constantes incentivos e apoio em todos os momentos aos trabalhos realizados, ao Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, Dr. Sérgio Rezende, e ao Secretário Executivo, Dr. Luis Elias. Estendemos nossos agradecimentos ao Dr. Eduardo Campos, que ocupou a pasta de 2004 a 2005 e ao Dr. Luiz Fernandes, que representou a Secretaria Executiva de 2004 a 2007.

Agradecemos às equipes do GEF, do PNUD e da ABC/MRE por meio dos dirigentes dessas instituições: Sra. Monique Barbut, Dr. Jorge Chediek e Ministro Marco Farani, respectivamente, e, em particular, algumas pessoas muito especiais sem as quais a realização desse trabalho não teria sido possível: Robert Dixon, Diego Massera e Oliver Page, do GEF; Rebeca Grynstan, do PNUD/Latino América e Caribe; Kim Bolduc, Eduardo Gutierrez, Carlos Castro, Rose Diegues, Luciana Brant, do PNUD-Brasil, bem como Márcio Corrêa e Alessandra Ambrosio, da ABC/MRE. Agradecemos, igualmente, à equipe da ASCAP/MCT, por meio de sua dirigente, Dra. Ione Egler. Agradecemos, por fim, à equipe da Unidade de Supervisão Técnica e Orientação Jurídica do PNUD-Brasil. A todas essas pessoas, por seu apoio e liderança neste processo, nosso mais sincero agradecimento.

Índice

	Página
Apresentação _____	9
Sumário Executivo _____	10
1. Introdução _____	12
2. Emissão de CO₂ pela Calcinação de Calcário e Dolomita _____	12
2.1 Produção de Cal _____	12
2.1.1 Metodologia _____	14
2.1.2 Dados _____	15
2.1.3 Resultados _____	17
2.2 Outros Usos de Calcário e Dolomita com Calcinação _____	19
2.2.1 Metodologia _____	19
2.2.2 Siderurgia _____	20
2.2.3 Produção de Vidro _____	23
2.2.4 Produção de Magnésio _____	27
2.2.5 Resultados Agregados de Outros Usos de Calcário e Dolomita por Calcinação _____	29
3. Produção e uso de carbonato neutro de sódio (barrilha) _____	30
3.1 Metodologia _____	30
3.2 Dados _____	31
3.3 Resultados. _____	31
4. Diferenças em relação ao Inventário Inicial _____	33
5. Referências Bibliográficas _____	34
Anexos _____	36
Anexo 1 - Dados anuais de produção de cal no Brasil _____	36
Anexo 2 - Dados anuais da utilização de calcário e dolomita no setor siderúrgico no Brasil, de 1990 a 2007 _____	37
Anexo 3 - Dados anuais da produção de vidro do Brasil, de 1997 a 2008 _____	37
Anexo 4 - Reciclagem de embalagens de vidro do Brasil, de 1991 a 2008 _____	38
Anexo 5 - Variação anual da produção de vidro do Brasil, de 1992 a 1997 _____	38
Anexo 6 - Produção de magnésio no Brasil, de 1990 a 2007 _____	38
Anexo 7 - Produção, importação, exportação de barrilha no Brasil, de 1990 a 2007 _____	39

Lista de Tabelas

	Página
<i>Tabela 1 – Classificação da cal</i>	14
<i>Tabela 2 – Relação entre o percentual total de CaO na cal e sua composição</i>	15
<i>Tabela 3 – Fatores de emissão por tipo de cal</i>	15
<i>Tabela 4 – Produção de cal no Brasil</i>	16
<i>Tabela 5 – Tipos de cales produzidas, sem água</i>	17
<i>Tabela 6 – Emissões da produção da cal no Brasil</i>	17
<i>Tabela 7 – Emissões de CO₂ do setor da cal no Brasil, de 1990 a 2008</i>	18
<i>Tabela 8 – Consumo de calcário e dolomita do setor metalúrgico</i>	20
<i>Tabela 9 – Outros usos do calcário e dolomita na siderurgia, exceto a produção cativa de cal</i>	21
<i>Tabela 10 – Emissões relativas a outros usos do calcário e dolomita na siderurgia, fora o uso para produção cativa de cal</i>	21
<i>Tabela 11 - Emissões relativas a outros usos do calcário e dolomita na siderurgia, fora o uso para produção cativa de cal, para o período de 1990 a 2007</i>	22
<i>Tabela 12 – Produção da indústria do vidro</i>	24
<i>Tabela 13 – Índices de reciclagem de vidro no Brasil</i>	25
<i>Tabela 14 – Utilização de calcário e dolomita na fabricação do vidro</i>	25
<i>Tabela 15 - Emissões relativas ao uso de calcário e dolomita na produção de vidro</i>	25
<i>Tabela 16 - Emissões de CO₂ na produção de vidro, de 1990 a 2007</i>	26
<i>Tabela 17 – Produção nacional de magnésio</i>	27
<i>Tabela 18 - Emissões de CO₂ na produção de magnésio, pela calcinação da dolomita</i>	27
<i>Tabela 19 – Emissões da calcinação da dolomita na produção de magnésio, de 1990 a 2007</i>	28
<i>Tabela 20 - Emissões de outros usos de calcário e dolomita, por calcinação</i>	29
<i>Tabela 21 - Emissões de outros usos do calcário e da dolomita, de 1990 a 2007</i>	29
<i>Tabela 22 - Consumo de barrilha</i>	31
<i>Tabela 23 - Emissões de CO₂ pelo consumo de barrilha</i>	31
<i>Tabela 24 - Emissões de CO₂ pelo consumo de barrilha, de 1990 a 2007</i>	32

Lista de Figuras

	Página
<i>Figura 1 - Emissões da produção da cal no Brasil 1990-2008</i> _____	19
<i>Figura 2 – Emissões relativas a outros usos do calcário e dolomita na siderurgia, fora o uso para produção cativa de cal, para o período de 1990 a 2007</i> _____	22
<i>Figura 3 - Emissões de CO₂ na produção de vidro, de 1990 a 2007</i> _____	26
<i>Figura 4 – Emissões de CO₂ pela calcinação da dolomita na produção de magnésio</i> _____	28
<i>Figura 5 - Emissões relativas aos outros usos de calcário e da dolomita com calcinação no Brasil, de 1990-2007</i> _____	30
<i>Figura 6 – Emissões de CO₂ pelo consumo da barrilha</i> _____	32

Apresentação

O Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal (Inventário) é parte integrante da Comunicação Nacional à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (Convenção de Mudança do Clima). A Comunicação Nacional é um dos principais compromissos de todos os países signatários da Convenção de Mudança do Clima.

A responsabilidade da elaboração da Comunicação Nacional é do Ministério da Ciência e Tecnologia, ministério responsável pela coordenação da implementação da Convenção de Mudança do Clima no Brasil, conforme divisão de trabalho no governo que foi estabelecida em 1992. A Segunda Comunicação Nacional Brasileira foi elaborada de acordo com as Diretrizes para Elaboração das Comunicações Nacionais dos Países não Listados no Anexo I da Convenção (países em desenvolvimento) (Decisão 17/CP.8 da Convenção) e as diretrizes metodológicas do Painel Intergovernamental de Mudança do Clima (IPCC).

Em atenção a essas Diretrizes, o presente Inventário é apresentado para o ano base de 2000. Adicionalmente são apresentados os valores referentes aos outros anos do período de 1990 a 2005. Em relação aos anos de 1990 a 1994, o presente Inventário atualiza as informações apresentadas no Primeiro Inventário.

Como diretriz técnica básica, foram utilizados os documentos elaborados pelo Painel Intergovernamental de Mudança Global do Clima (IPCC) “*Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*” publicado em 1997, o documento “*Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*” publicado em 2000 e o documento “*Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry*” publicado em 2003. Algumas das estimativas já levam em conta informações publicadas no documento “*2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*” publicado em 2006.

De acordo com as diretrizes, o Inventário deve ser completo, acurado, transparente, comparável, consistente e ser submetido a processo de controle de qualidade.

A elaboração do Inventário contou com a participação ampla de entidades governamentais e não-governamentais, incluindo ministérios, institutos, universidades, centros de pesquisa e entidades setoriais da indústria. Os estudos elaborados resultaram em um conjunto de Relatórios de Referência, do qual o este relatório faz parte, contendo as informações utilizadas, descrição da metodologia empregada e critérios adotados.

Todos os Relatórios de Referência estão foram submetidos a uma consulta ampla de especialistas que não participaram na elaboração do Inventário diretamente, como parte do processo de controle e garantia de qualidade. Esse processo foi essencial para assegurar a qualidade e a correção da informação que constitui a informação oficial do governo brasileiro submetida à Convenção de Mudança do Clima.

Sumário Executivo

Este relatório apresenta as estimativas das emissões de dióxido de carbono - CO₂, provenientes da produção de cal, de outros usos do calcário e da dolomita com calcinação e do uso de carbonato neutro de sódio (barrilha), para o período 1990-2005. Foi elaborado com base nas Diretrizes Revisadas de 1996 do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima - IPCC ou, de forma abreviada, os *Guidelines 1996*. De acordo com essas diretrizes, não são cobertas as emissões provenientes do uso de combustíveis para produção de energia, que são incluídas nos relatórios referentes à queima de combustíveis nem as emissões pelo uso de calcário como insumo agrícola, que são incluídas nos relatórios referentes à mudança no uso da terra e florestas.

Outros usos do calcário e da dolomita com calcinação incluem sua utilização no setor siderúrgico, na produção de vidro e na produção de magnésio.

As fontes de emissão apresentadas neste relatório, junto com o setor de produção de cimento (objeto de Relatório de Referência específico), integram o grupo denominado de Produtos Minerais.

Em 2005, as emissões de CO₂ da produção de cal foram estimadas em 5.356 Gg CO₂, com um crescimento de 45,2% em relação às emissões de 1990.

Outros usos do calcário e da dolomita com calcinação foram responsáveis por 1.812 Gg CO₂, com um crescimento de 11,2% em relação às emissões de 1990.

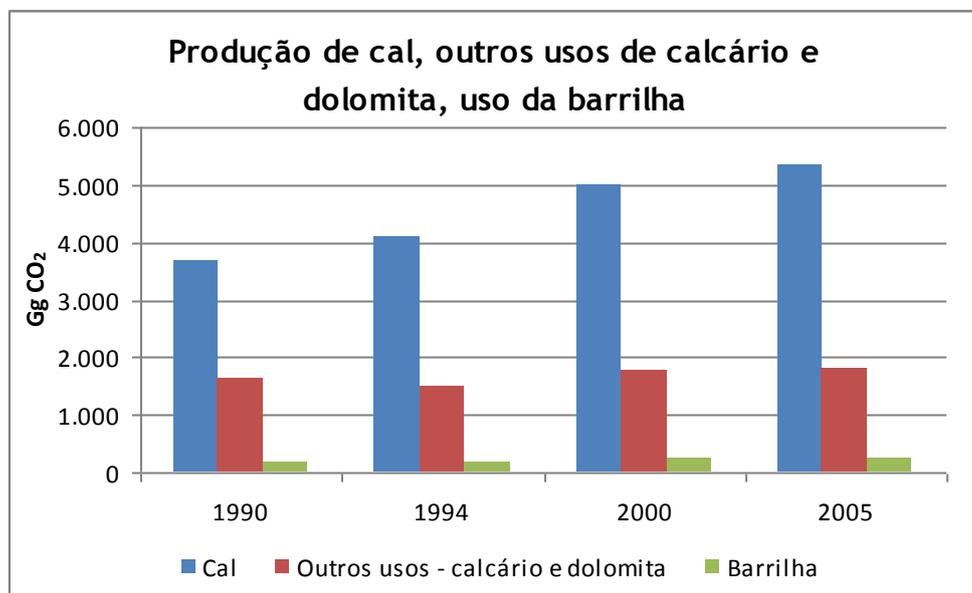
A produção de carbonato neutro de sódio - da barrilha, no Brasil, não é fonte de emissão de CO₂ devido ao processo produtivo aqui utilizado, e apenas o uso dessa substância gera emissões de CO₂. Foram estimadas emissões de 248 Gg CO₂, com um crescimento de 36,3% em relação às emissões observadas em 1990.

A Tabela I a seguir mostra as estimativas para os anos de 1990, 1994, 2000 e 2005, juntamente com as variações entre 1990 e 2005. A Figura I mostra a evolução das emissões no período.

Tabela I - Emissões de CO₂ da produção de cal, outros usos do calcário e da dolomita e uso da barrilha

Emissões de CO ₂	1990	1994	2000	2005	Var. 1990/2005
	Gg				%
Produção da cal	3.688	4.098	5.008	5.356	45,2
Outros usos do calcário e da dolomita	1.630	1.480	1.756	1.812	11,2
Uso da barrilha	182	187	243	248	36,3

Figura I - Emissões de CO₂ da produção de cal, outros usos do calcário e da dolomita e uso da barrilha



1. Introdução

Nos processos industriais há emissões de gases de efeito estufa não ligadas à produção e consumo de energia. São emissões oriundas das transformações químicas durante o processo produtivo. Segundo a classificação do IPCC (1997), os processos industriais compreendem Produtos Minerais, Indústria Química, Produção de Metais e Outros, como grandes grupos.

Este relatório, complementado pelo da indústria do cimento (Parte I), contempla as emissões relacionadas aos Produtos Minerais. São aqui analisados a Produção de Cal, Outros Usos do Calcário e da Dolomita com Calcinação e o Consumo de Barrilha.

2. Emissão de CO₂ pela Calcinação de Calcário e Dolomita

O calcário (CaCO₃) e a dolomita (CaCO₃.MgCO₃) são produtos minerais com uma ampla gama de aplicações. São utilizados na indústria de construção civil, como insumo agrícola (calagem de solos), na produção de cimento, na produção de cal, na indústria siderúrgica, na indústria de vidro, na produção de magnésio, na indústria de alimentação, na indústria de tintas, papel, plásticos, cerâmicas, na purificação do ar e tratamento de esgotos.

Vários desses usos em que o calcário não sofre reação química, como o uso na construção civil, não resultam em emissões de CO₂. O uso na calagem de solos gera emissões de CO₂, que são descritas no Relatório de Referência de Uso da Terra e Florestas. As emissões na produção de cimento são relatadas na Parte I deste Relatório. Nesta Parte II são descritas as emissões referentes aos outros usos em que o calcário e a dolomita sofrem reação química (calcinação) quando submetidos a altas temperaturas, resultando na geração de CO₂.

2.1 Produção de Cal

A cal é um produto com diversas aplicações, entre as quais se podem destacar a metalurgia, a construção civil, a indústria de papel e celulose, o tratamento de água e de efluentes, o controle de pH e a estabilização de solos.

Em 2005, o Brasil era responsável por 5,1% da produção mundial de cal, sendo o sexto maior produtor, antecedido pela China, Estados Unidos, Japão, Rússia e Alemanha, nessa ordem. Nesse ano, a produção de cal no Brasil estava localizada, principalmente, nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo.

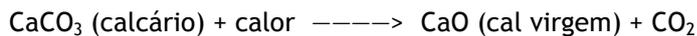
São produzidos, basicamente, dois tipos de cal: a cal virgem, também chamada cal viva ou ordinária e a cal hidratada, que é resultado da combinação química entre a cal virgem e água.

O termo cal é utilizado, na literatura brasileira e nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, para designar o produto composto por óxido de cálcio (CaO) e por óxido de cálcio e magnésio (CaOMgO), resultantes da calcinação de calcários, calcários magnesianos e dolomitos. A cal é classificada conforme o percentual de óxido de cálcio total:

- ⇒ Cal calcítica ou cálcica - com óxido de cálcio (CaO) entre 100 e 90% do peso total;
- ⇒ Cal magnesiana - com teores intermediários de óxido de cálcio, entre 90 e 65% do peso total;
- ⇒ Cal dolomítica - com óxido de cálcio entre 65 e 58% do peso total.

Sendo assim, ao referir-se a um tipo de cal, refere-se na realidade a uma gama de produtos, com composições de CaO e CaO.MgO variáveis.

A cal é formada pelo aquecimento do calcário para decompor os carbonatos, num processo chamado de calcinação ou descarbonatação. Isso é feito em altas temperaturas num forno rotativo e o processo libera dióxido de carbono, de acordo com a seguinte equação:



Já a cal hidratada é obtida a partir da cal virgem, com operações de adição de água. Dolomita pode também ser processada em altas temperaturas para se obter cal dolomítica (e liberação de CO₂) de acordo com a seguinte reação:



2.1.1 Metodologia

A massa de CO₂ produzida por unidade de cal fabricada pode ser estimada pelos pesos moleculares e o conteúdo de cal dos produtos. Com base na reação de calcinação, um mol de dióxido de carbono é formado para cada mol de cal virgem produzido pela calcinação do carbonato de cálcio. Nos casos em que dolomita é calcinada, o fator de emissão é baseado na proporção dos óxidos de cálcio e magnésio.

Conforme a Tabela 2-2 do IPCC (1997), os fatores de emissão de CO₂ são apresentados:

Para a cal virgem:

$$FE = 44,01 \text{ g/mol CO}_2 / 56,08 \text{ g/mol CaO}$$

$$= 0,785 \text{ t CO}_2 / \text{ t cal virgem.}$$

Para cal dolomítica:

$$FE = 2 \times 44,01 \text{ g/mol CO}_2 / 96,39 \text{ g/mol CaO.MgO}$$

$$= 0,913 \text{ t CO}_2 / \text{ t cal dolomítica.}$$

Em ambos os casos as fórmulas supõem cal pura, mas em alguns casos a pureza pode variar de 85% a 95% (IPCC, 1997). Nesses casos, as fórmulas devem ser ajustadas de acordo com a pureza da cal.

Na prática, como há mistura de calcários, calcários magnesianos e dolomitos, as cales resultantes têm conteúdos variáveis de CaO e de CaO.MgO. No Brasil a seguinte classificação é adotada:

Tabela 1 - Classificação da cal

Classificação da cal	% CaO total
Calcítica	90 - 100
Magnesiana	65 - 90
Dolomítica	58,2 - 65

Usando-se as relações estequiométricas, pode-se chegar à seguinte tabela de correspondência entre percentual de CaO total com a composição da cal, considerando-se uma participação variável entre CaO e CaO.MgO:

Tabela 2 - Relação entre o percentual total de CaO na cal e sua composição

% CaO total	CaO	CaO.MgO
58,2	0,0%	100,0%
65,0	16,3%	83,7%
90,0	76,1%	23,9%
100,0	100,0%	0,0%

Na falta de uma caracterização completa das cales no país, adotaram-se, para este relatório, os valores médios de percentual de CaO total, resultando na seguintes proporções de CaO e CaO.MgO, com os correspondentes fatores de emissão:

Tabela 3 - Fatores de emissão por tipo de cal

Classificação da cal	CaO médio	CaO.MgO médio	FE (t CO ₂ /t cal)
Calcítica	88,0%	12,0%	0,800
Magnesiana	46,2%	53,8%	0,854
Dolomítica	8,2%	91,8%	0,903

2.1.2 Dados

A Associação Brasileira de Produtores de Cal - ABPC é a principal fonte de informação sobre os números do setor, sendo base também para o Sumário Mineral do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM.

Foram obtidos dados sobre a produção de cal virgem e hidratada da Associação Brasileira de Produtores de Cal - ABPC, que reporta informação das empresas associadas, das empresas de mercado cativo e avalia as não associadas. As empresas de mercado cativo são as que suprem suas necessidades com produção própria, basicamente as grandes siderúrgicas, que têm na cal um insumo estratégico de larga importância, a ponto de justificar a manutenção de instalações próprias de produção. Em 2008 as empresas associadas foram responsáveis por 50,3% da produção nacional, o mercado cativo possuía 22,0% e as não associadas tiveram uma participação estimada em 27,6%.

Segundo a ABPC, os dados do período 1990-2008 (Ver Anexo 1) foram baseados em estimativas e dados estatísticos da associação.

Para as produções de não-associados de 1990 a 1994, a ABPC informa que os dados de produção foram os publicados no Sumário Mineral. Em relação aos anos de 1995 a 2000, 2004 e 2005, há

algumas divergências entre o Sumário Mineral e a ABPC, com variações situadas entre +13% e -10%. Como a informação do Sumário Mineral é expressamente baseada na ABPC e esta fez atualizações posteriores às publicações do Sumário, optou-se neste relatório por utilizar os dados de produção da ABPC.

Além disso, até 1996, as estimativas de produção de não-associados à ABPC referiam-se apenas a dados gerais, e não separavam Cal Virgem e Cal Hidratada. Para efeito deste relatório e estimativa das emissões da produção da cal, para esses primeiros anos foi feita uma aproximação quanto à separação dos dois tipos de cal: o percentual médio de Cal Virgem dos anos 1997 e 1998 (42%) dos não-associados foi aplicado aos anos 1990 a 1996, bem como para 1999.

Tabela 4 - Produção de cal no Brasil

Produto	1990	1994	2000	2005	Var. 1990/2005
	Produção (mil t)				%
Cal virgem - associados à ABPC	1.335	1.498	1.595	2.189	64,0
Cal virgem - produção cativa	1.048	1.378	1.546	1.392	32,8
Cal virgem - não-associados à ABPC	646	599	1.491	1.521	135,3
Cal virgem total	3.029	3.475	4.632	5.102	68,4
Cal hidratada - associados à ABPC	978	1.122	1.244	1.165	19,1
Cal hidratada - não-associados à ABPC	893	828	682	720	-19,3
Cal hidratada total	1.871	1.950	1.926	1.885	0,8
Total	4.900	5.425	6.558	6.987	42,6

Fonte: ABPC

Também é necessário identificar, no caso da cal hidratada, a parcela relativa à água para que seja subtraída da produção total e se obter, assim, a produção seca (cal virgem) correspondente. Cada tonelada de cal virgem dá origem a 1,27 toneladas de cal hidratada, o que equivale a dizer que 21,3% do peso da cal hidratada são constituídos de água.

Outra informação importante para fins deste inventário é a composição da cal produzida no país. De acordo com informações da ABPC, a cal virgem é basicamente calcítica. A cal hidratada é dividida em calcítica, 20%, e dolomítica, 80%. Esse percentual de 80% da cal dolomítica pode ser ainda subdividido entre dolomítica, propriamente dita, 30% e magnesiana, 50%.

2.1.3 Resultados

Na Tabela 5 e na Tabela 6 a seguir são apresentados os resultados para anos selecionados.

Efetua-se o cálculo das emissões multiplicando-se a quantidade de cal produzida, subtraída da água referente à eventual hidratação, pelo fator de emissão da cal, segundo o tipo de cal.

Com as informações obtidas anteriormente, pode-se apresentar os seguintes tipos de cal e respectivas quantidades de produção, descontada a água:

Tabela 5 - Tipos de cales produzidas, sem água

Produto	1990	1994	2000	2005
	Produção (mil t)			
Cal calcítica - sem água	3.324	3.782	4.935	5.399
Cal magnesiana - sem água	736	768	758	742
Cal dolomítica - sem água	442	461	455	445
Total	4.502	5.011	6.149	6.586

Com os fatores de emissão apresentados na Tabela 3, obtêm-se as emissões de CO₂ oriundas da produção da cal no Brasil:

Tabela 6 - Emissões da produção da cal no Brasil

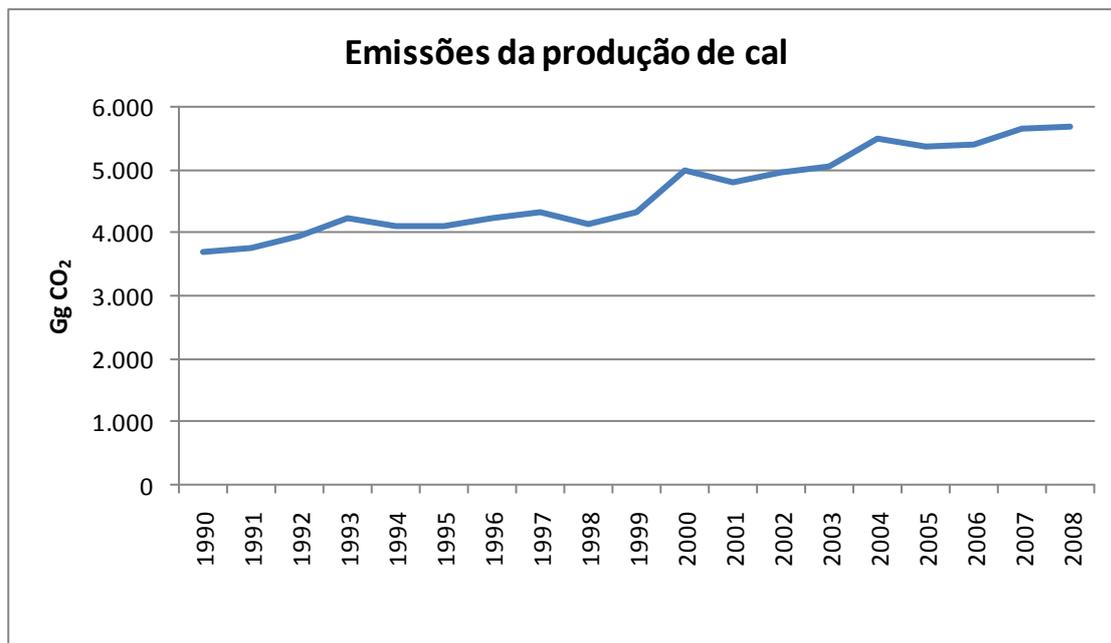
Produto	1990	1994	2000	2005	Var. 1990/2005
	Gg CO ₂				%
Emissões da Cal calcítica	2.660	3.027	3.950	4.321	62,4
Emissões da Cal magnesiana	629	655	647	634	0,8
Emissões da Cal dolomítica	399	416	411	402	0,8
Emissões de CO₂	3.688	4.098	5.008	5.356	45,2

A Tabela 7 apresenta as emissões para todos os anos, enquanto a Figura 1 mostra a evolução das emissões anuais de CO₂ da produção da cal no Brasil:

Tabela 7 - Emissões de CO₂ do setor da cal no Brasil, de 1990 a 2008

Ano	Emissões da Cal Calcítica	Emissões da Cal Magnésiana	Emissões da Cal Dolomítica	Total
	Gg CO ₂			
1990	2.660	629	399	3.688
1991	2.670	664	421	3.755
1992	2.869	660	419	3.948
1993	3.064	720	457	4.241
1994	3.027	655	416	4.098
1995	2.990	681	432	4.104
1996	3.056	729	463	4.248
1997	3.176	711	451	4.338
1998	3.021	686	435	4.141
1999	3.110	743	471	4.325
2000	3.950	647	411	5.008
2001	3.765	640	406	4.811
2002	3.941	621	394	4.956
2003	4.043	624	396	5.064
2004	4.347	709	449	5.505
2005	4.321	634	402	5.356
2006	4.363	640	406	5.410
2007	4.566	673	427	5.666
2008	4.583	678	430	5.690

Figura 1 - Emissões da produção da cal no Brasil 1990-2008



2.2 Outros Usos de Calcário e Dolomita com Calcinação

Similarmente aos processos de produção do cimento e da cal, outros há onde o calcário (CaCO_3) e a dolomita ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) são submetidos a altas temperaturas e onde CO_2 é liberado, ao mesmo tempo em que a cal também produzida entra em diversas outras reações. Neste item estão englobados os processos que envolvem a calcinação de calcário e dolomita, fora os relativos ao cimento e à cal.

2.2.1 Metodologia

A massa de CO_2 emitida pela calcinação do calcário e da dolomita pode ser estimada a partir do consumo e pureza das matérias primas, através da estequiometria dos processos químicos.

Com base na reação de calcinação, um mol de dióxido de carbono é formado para cada mol de calcário. Assim, o fator de emissão de CO_2 para o uso do calcário é:

$$FE_{\text{calc}} = f \times (44,01 \text{ g/mol CO}_2) / (100,09 \text{ g/mol CaCO}_3)$$

$$= (0,440 \times f) \text{ t CO}_2 / \text{ t calcário.}$$

onde,

f é a fração indicativa da pureza do calcário (t em tonelada de CaCO_3 / t minério), sendo considerada igual a 1 caso a pureza não seja conhecida.

Para a dolomita:

$$FE_{\text{dolom}} = f \times (2 \times 44,01 \text{ g/mol CO}_2) / (184,41 \text{ g/mol CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3)$$

$$= (0,477 \times f) \text{ t CO}_2 / \text{ t dolomita.}$$

onde,

f é a fração indicativa da pureza da dolomita (t em tonelada de $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ / t minério), sendo considerada igual a 1 caso essa pureza não seja conhecida.

No caso da produção de magnésio a quantidade de matéria prima (dolomita) empregada é estimada a partir da produção de magnésio.

2.2.2 Siderurgia

Na siderurgia, calcário e dolomita são usados como fundentes nos alto-fornos com o propósito de retirar impurezas existentes no metal e de tornar a escória mais fluida. No caso do ferro e do aço o fundente mais comum é o calcário.

2.2.2.1 Dados

Os consumos das matérias primas calcário e dolomita foram obtidos nos documentos a seguir:

- IBS - Anuário Estatístico - 1998 (IBS, 1998), para os anos de 1990 a 1997.
- SMM/MME - Anuário Estatístico - Setor Metalúrgico - 2003 (MME, 2003), para os anos de 1998 a 2002.
- SMM/MME - Anuário Estatístico - Setor Metalúrgico - 2006 (MME, 2006), para os anos de 2003 a 2005.

Tabela 8 - Consumo de calcário e dolomita do setor metalúrgico

Produto	1990	1994	2000	2005	Var. 1990/2005
	Produção (mil t)				%
Calcário	4.243	4.293	5.228	4.750	11,9
Dolomita	1.027	1.194	1.106	1.319	28,4

2.2.2.2 Cálculo

O consumo de calcário e dolomita informado na Tabela 8 engloba a utilização de insumos para produção de cal do mercado cativo, conforme contabilizado pela ABPC e informado na Tabela 4. O mercado cativo é basicamente formado pelas siderúrgicas, que produzem exclusivamente cal virgem. Então, pela relação estequiométrica entre o calcário e a cal, retirou-se a quantidade de calcário utilizada na produção de cal do total informado no setor metalúrgico, resultando a Tabela 9.

$$\text{Relação} = 100,09 \text{ g/mol CaCO}_3 / 56,08 \text{ g/mol CaO}$$

$$= 1,785$$

Tabela 9 - Outros usos do calcário e dolomita na siderurgia, exceto a produção cativa de cal

Produto	1990	1994	2000	2005	Var. 1990/2005
	mil t				%
Calcário, fora o usado para cal	2.373	1.834	2.469	2.266	-4,5
Dolomita	1.027	1.194	1.106	1.319	28,4

Usando os fatores de emissão do Item 2.2.1, com o fator $f = 1$, pois não se conhece a pureza dos minérios, chega-se às emissões relativas à calcinação desses minerais, conforme tabela a seguir.

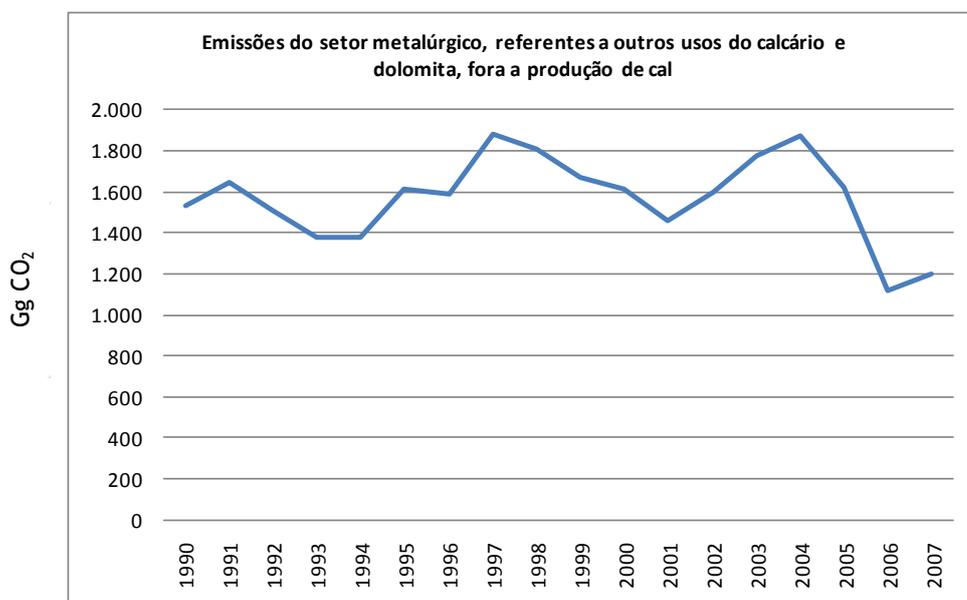
Tabela 10 - Emissões relativas a outros usos do calcário e dolomita na siderurgia, fora o uso para produção cativa de cal

Emissões de CO ₂ na siderurgia, por calcinação	1990	1994	2000	2005	Var. 1990/2005
	Gg				%
do calcário, fora o usado para cal	1.044	807	1.086	997	-4,5
da dolomita	490	570	528	629	28,4
Total	1.534	1.376	1.614	1.626	6,0

A Tabela 11 apresenta essas mesmas emissões, para os anos de 1990 a 2007, sendo que a Figura 2 mostra a evolução dessas emissões.

Tabela 11 - Emissões relativas a outros usos do calcário e dolomita na siderurgia, fora o uso para produção cativa de cal, para o período de 1990 a 2007

Ano	Emissões do setor siderúrgico		
	do calcário, fora o usado para produção de cal	da dolomita	Total
	Gg CO ₂		
1990	1.044	490	1.534
1991	1.195	454	1.649
1992	1.057	448	1.505
1993	900	481	1.381
1994	807	570	1.376
1995	882	730	1.613
1996	996	590	1.586
1997	1.178	701	1.879
1998	1.063	747	1.809
1999	951	718	1.669
2000	1.086	528	1.614
2001	1.044	414	1.458
2002	1.035	562	1.596
2003	1.025	753	1.778
2004	1.015	860	1.875
2005	997	629	1.626
2006	571	546	1.117
2007	630	573	1.203

Figura 2 - Emissões relativas a outros usos do calcário e dolomita na siderurgia, fora o uso para produção cativa de cal, para o período de 1990 a 2007

2.2.3 Produção de Vidro

Na indústria de vidro, o calcário e a dolomita são utilizados nos fornos de produção. Segundo Sampaio (2008), essas substâncias ocupam o terceiro lugar como insumo básico na fabricação do vidro, depois da areia de quartzo e da barrilha. A cal produzida no processo atua como material fundente sobre a areia de quartzo, aumentando a insolubilidade e a resistência, além de reduzir a fragilidade do vidro.

2.2.3.1 Dados

Os dados da produção de vidro foram obtidos no Anuário Estatístico - Setor de Transformação de Não-Metálicos (MME, 2006, 2007, 2009).

Os dados de produção são apresentados segundo quatro tipos:

- ⇒ Embalagens de vidro, utilizadas no setor de bebidas, em frascos e garrafas, principalmente para cervejas; no setor de alimentos e, por último, na embalagem de produtos não alimentícios (farmacêuticos e cosméticos).
- ⇒ Vidros planos, fabricados em chapas, utilizados, principalmente, pela construção civil, seguida pela indústria automobilística, moveleira, e decorações de interiores, principalmente espelhos.
- ⇒ Vidros especiais (técnicos), compreendendo as lãs e fibras de vidro (para isolamento e indústria têxtil), os tijolos e blocos de vidro, os isoladores elétricos de vidro, as ampolas para garrafas térmicas, os bulbos de lâmpadas, os vidros para tubo de imagem e as ampolas farmacêuticas para medicamentos.
- ⇒ Vidros domésticos, aqueles usados em utensílios como louças de mesa, copos, xícaras, e objetos de decoração como vasos.

Como as séries de dados se interpõem nessas três publicações, foram admitidos sempre os números mais atuais, considerados revistos.

Assim, considerou-se para os dados anuais de produção:

- ⇒ 1997-2001: Anuário 2006;
- ⇒ 2002-2003: Anuário 2007;
- ⇒ 2004-2007: Anuário 2009,

sendo que a produção de 2002 a 2006 é estimada como 95% da capacidade instalada para as embalagens e como 75% para os demais tipos.

Para os anos de 1991 a 1996, utilizaram-se os dados de evolução do setor, segundo o sistema IBGE-Sidra; para 1990, na falta de outra informação, foi repetido o ano de 1991.

Tabela 12 - Produção da indústria do vidro

Produto	1990	1994	2000	2005	Var. 1990/2005
	Produção (mil t)				%
Embalagens de vidro	942	723	911	969	2,8
Produtos de vidro, fora embalagens:	456	521	1.156	1.592	249,5
Vidros técnicos	*	*	187	249	NA
Vidros planos	*	*	790	1.178	NA
Vidros domésticos	*	*	179	165	NA
Produção nacional	1.398	1.244	2.067	2.561	83,2

* Nestes anos, não há detalhamento

Como a produção de vidro apresentada inclui parte de vidro reciclado, esta precisa ser deduzida do total para se chegar à quantidade de vidro virgem, responsável pelas emissões de CO₂ pela calcinação do calcário e da dolomita. Os Anuários apresentam os percentuais de reciclagem de embalagens para todos os anos, desde 1991, e números precisos para as quantidades recicladas dessas embalagens em 2005 e em 2006: 457.000 t e 448.000 t, respectivamente. Para a estimativa do setor nesses dois anos como um todo, desconhecendo-se a reciclagem para todos os tipos e reconhecendo que a reciclagem das embalagens é a maior parte, foi tomada a quantidade reciclada das embalagens e dividida pela produção total; esse número foi aumentado em cerca de 6%, como estimativa para o setor. Seguindo o mesmo raciocínio, calculou-se o percentual de reciclagem para todos os demais anos.

Segundo os Anuários, dentre os componentes do vidro virgem, o calcário entra na proporção de 10% e a dolomita 2%, em média.

2.2.3.2 Cálculo

A partir das informações colhidas e apresentadas acima, foram calculados os índices de reciclagem de vidro no Brasil, a quantidade de calcário e de dolomita calcinados na fabricação de vidro virgem e, em seguida, as emissões correspondentes.

Tabela 13 - Índices de reciclagem de vidro no Brasil

Produto	1990	1994	2000	2005
Reciclagem de embalagens	15%	33%	41%	45%
Reciclagem total de vidros	11%	20%	19%	18%

Tabela 14 - Utilização de calcário e dolomita na fabricação do vidro

Produto	1990	1994	2000	2005	Var. 1990/2005
	mil t				%
Produção total de vidro	1.398	1.244	2.067	2.561	83,2
Produção de vidro virgem	1.248	991	1.671	2.099	68,2
Calcário utilizado	125	99	167	210	68,2
Dolomita utilizada	25	20	33	42	68,2

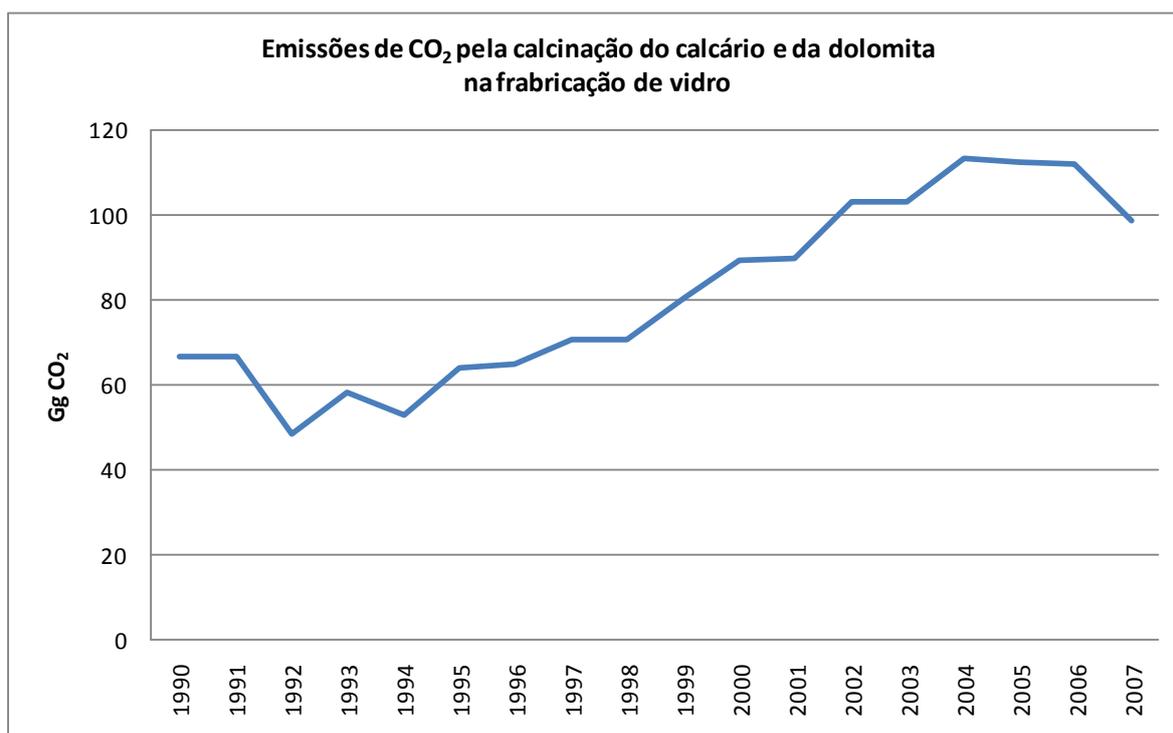
Tabela 15 - Emissões relativas ao uso de calcário e dolomita na produção de vidro

Emissões de CO ₂ por calcinação, na produção de vidro	1990	1994	2000	2005	Var. 1990/2005
	Gg				%
do calcário	55	44	74	92	68,2
da dolomita	12	9	16	20	68,2
Total	67	53	89	112	68,2

A Tabela 16 apresenta essas mesmas emissões, para os anos de 1990 a 2007, sendo que a Figura 3 mostra a evolução dessas emissões.

Tabela 16 - Emissões de CO₂ na produção de vidro, de 1990 a 2007

Ano	Emissões de CO ₂ na produção de vidro		
	Calcinação do calcário	Calcinação da dolomita	Total
	Gg CO ₂		
1990	55	12	67
1991	55	12	67
1992	40	9	49
1993	48	10	58
1994	44	9	53
1995	53	11	64
1996	53	12	65
1997	58	13	71
1998	58	13	71
1999	66	14	81
2000	74	16	89
2001	74	16	90
2002	85	18	103
2003	85	18	103
2004	93	20	113
2005	92	20	112
2006	92	20	112
2007	81	18	99

Figura 3 - Emissões de CO₂ na produção de vidro, de 1990 a 2007

2.2.4 Produção de Magnésio

O magnésio é produzido a partir de carbonatos (dolomita ou magnesita) através de um processo sílico-térmico, semelhante à calcinação. Nesse processo, em que são obtidos os cristais de magnésio, posteriormente submetidos a processos de lingotamento e injeção, ocorre a emissão de CO₂. No caso brasileiro a matéria prima empregada é exclusivamente a dolomita.

2.2.4.1 Dados

O valor de produção de magnésio (lingote/metal líquido) foi fornecido pela Rima Industrial, única produtora de magnésio no Brasil, e são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 17 - Produção nacional de magnésio

Produto	1990	1994	2000	2005	Var. 1990/2005
	Produção (t)				%
Magnésio - lingote/metal líquido	5.731	9.833	10.256	14.337	150,2%

2.2.4.2 Cálculo

A relação estequiométrica para produção de magnésio a partir da dolomita indica um fator de emissão de 3,62 kg de CO₂ por quilo de magnésio produzido. Os *Guidelines 2006* apresentam um fator de emissão *default* de 5,13 kg de CO₂ por quilo de magnésio produzido, que acrescenta ao fator teórico um adicional para considerar as perdas no processo. Na ausência de informação específica para a planta no Brasil, utiliza-se esse fator *default* na presente estimativa. A Tabela 18 apresenta as emissões de CO₂ na produção de magnésio.

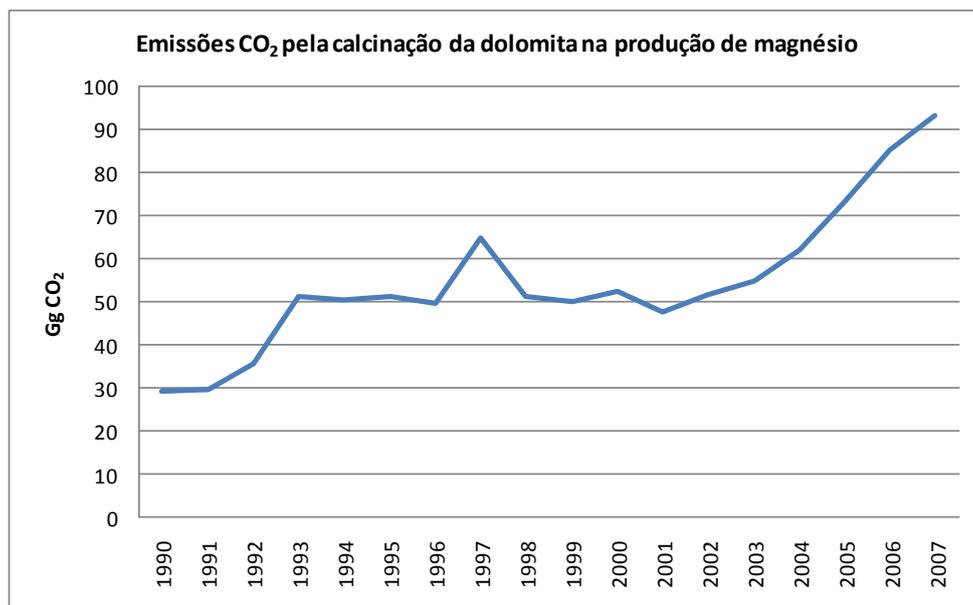
Tabela 18 - Emissões de CO₂ na produção de magnésio, pela calcinação da dolomita

Emissões de CO ₂ na produção de magnésio	1990	1994	2000	2005	Var. 1990/2005
	Gg CO ₂				%
Calcinação de dolomita	29,4	50,4	52,6	73,5	150,2%

A Tabela 19 apresenta essas mesmas emissões, para os anos de 1990 a 2007, sendo que a Figura 4 mostra a evolução dessas emissões.

Tabela 19 - Emissões da calcinação da dolomita na produção de magnésio, de 1990 a 2007

Ano	Emissões da calcinação da dolomita
	Gg CO ₂
1990	29,4
1991	29,8
1992	35,6
1993	51,5
1994	50,4
1995	51,5
1996	49,8
1997	65,1
1998	51,4
1999	50,0
2000	52,6
2001	47,7
2002	51,8
2003	54,9
2004	62,1
2005	73,5
2006	85,4
2007	93,3

Figura 4 - Emissões de CO₂ pela calcinação da dolomita na produção de magnésio

2.2.5 Resultados Agregados de Outros Usos de Calcário e Dolomita por Calcinação

A Tabela 20 a seguir resume as emissões de outros usos de calcário e dolomita, por calcinação:

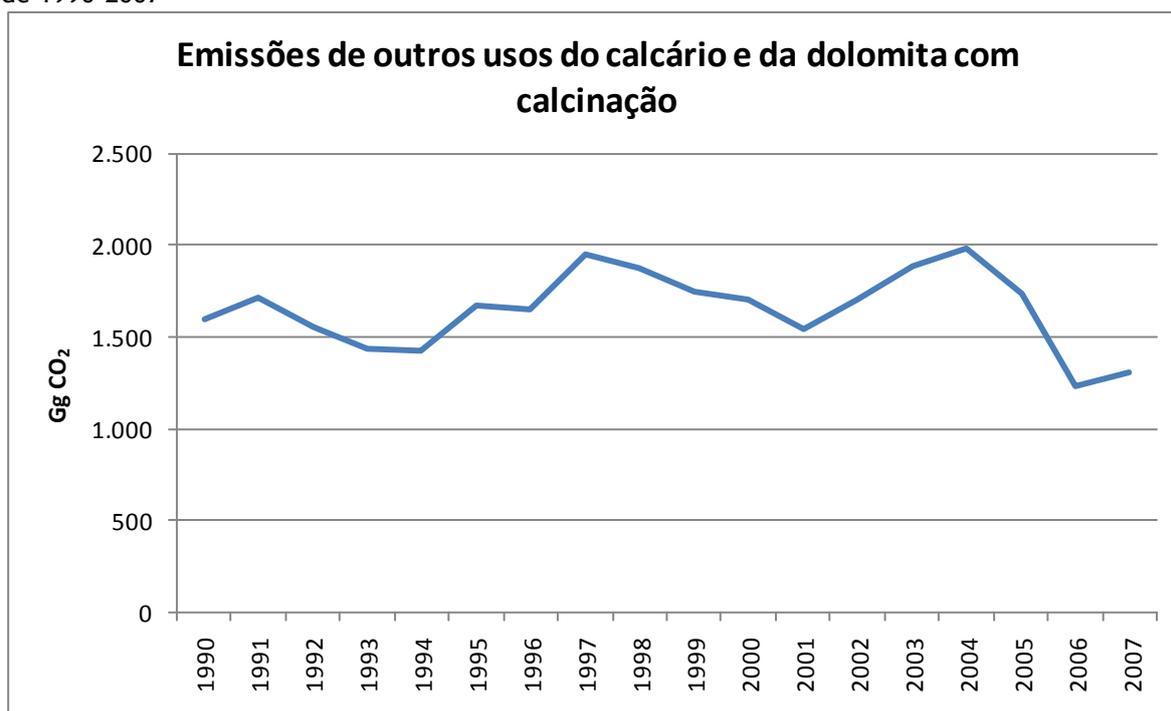
Tabela 20 - Emissões de outros usos de calcário e dolomita, por calcinação

Emissões de CO ₂ de outros usos do calcário e da dolomita com calcinação	1990	1994	2000	2005	Var. 1990/2005
	Gg				%
do calcário	1.099	850	1.160	1.089	-0,9
da dolomita	531	629	596	723	36,2
Total	1.630	1.480	1.756	1.812	11,2

A Tabela 21 mostra as emissões de CO₂ de outros usos do calcário e da dolomita, de 1990 a 2007 e a Figura 5, sua evolução ao longo dos anos.

Tabela 21 - Emissões de outros usos do calcário e da dolomita, de 1990 a 2007

Ano	Emissões de CO ₂ por calcinação de outros usos do calcário e da dolomita		
	Do calcário	Da dolomita	Total
	Gg CO ₂		
1990	1.099	531	1.630
1991	1.250	495	1.746
1992	1.097	492	1.589
1993	948	543	1.491
1994	850	629	1.480
1995	935	793	1.728
1996	1.050	651	1.701
1997	1.236	779	2.015
1998	1.121	811	1.932
1999	1.017	783	1.800
2000	1.160	596	1.756
2001	1.118	477	1.595
2002	1.119	632	1.751
2003	1.110	826	1.936
2004	1.108	942	2.050
2005	1.089	723	1.812
2006	663	652	1.314
2007	711	684	1.395

Figura 5 - Emissões relativas aos outros usos de calcário e da dolomita com calcinação no Brasil, de 1990-2007

3. Produção e uso de carbonato neutro de sódio (barrilha)

A barrilha (carbonato neutro de sódio, Na_2CO_3) é usada como material de consumo em um grande número de indústrias, incluindo a manufatura de vidro, sabões e detergentes, produção de papel e de polpa de celulose e tratamento de água. O dióxido de carbono é emitido a partir do uso da barrilha e pode ser emitido durante sua produção, dependendo do processo industrial usado para fabricá-la. Quatro diferentes processos podem ser usados comercialmente para produzir barrilha. Três deles são referidos como processos naturais e usam trona como material de consumo básico. O quarto, o processo Solvay, é classificado como processo sintético.

Os processos naturais são os únicos que, sabidamente, produzem emissões de CO_2 durante a fabricação de barrilha. A produção brasileira, descontinuada a partir de 2002, usava o processo sintético e, portanto, nenhuma emissão líquida foi produzida.

3.1 Metodologia

Quando a barrilha é consumida, há a emissão de CO_2 . Assume-se que um mol de carbono seja liberado a cada mol de barrilha consumido.

Então:

$$FE = 44,01 \text{ g/mol CO}_2 / 105,99 \text{ g/mol Na}_2\text{CO}_3$$

$$= 0,415 \text{ t CO}_2 / \text{ t Na}_2\text{CO}_3$$

3.2 Dados

Para se conhecer o consumo de barrilha é necessário saber a produção, importação e exportação do produto. Os Anuários de ABIQUIM (1995,1997, 2000, 2005, 2008) foram utilizados como fonte de informação, com estatísticas até 2007.

Tabela 22 - Consumo de barrilha

Produto	1990	1994	2000	2005	Var. 1990/2005
	t				%
Produção	195.893	219.471	190.616	0	-100,0
Importação	242.788	231.827	393.845	597.888	146,3
Exportação	0	255	4	2	NA
Consumo	438.681	451.043	584.457	597.886	36,3

3.3 Resultados.

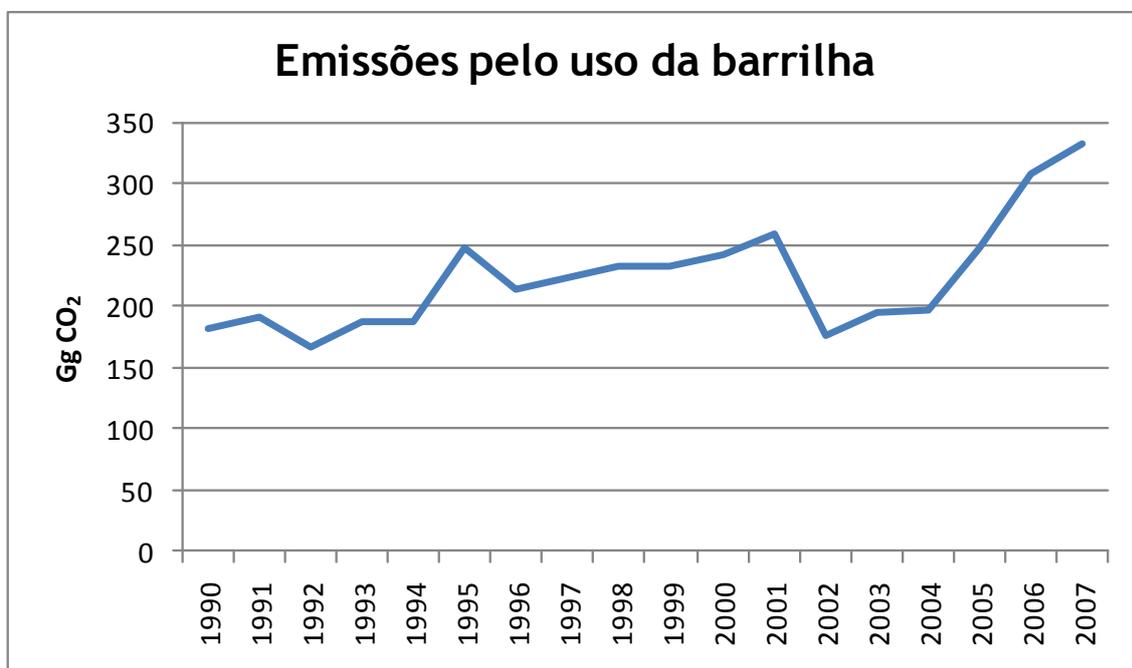
Tabela 23 - Emissões de CO₂ pelo consumo de barrilha

Uso da barrilha	1990	1994	2000	2005	Var. 1990/2005
	Gg				%
Emissões de CO ₂	182	187	243	248	36,3

A Tabela 24 mostra as emissões de CO₂ pelo consumo de barrilha, de 1990 a 2007 e a Figura 6, sua evolução ao longo dos anos.

Tabela 24 - Emissões de CO₂ pelo consumo de barrilha, de 1990 a 2007

Ano	Emissões de CO ₂ pelo uso da barrilha
	Gg
1990	182
1991	191
1992	166
1993	187
1994	187
1995	247
1996	215
1997	224
1998	233
1999	233
2000	243
2001	259
2002	176
2003	196
2004	196
2005	248
2006	308
2007	333

Figura 6 - Emissões de CO₂ pelo consumo da barrilha

4. Diferenças em relação ao Inventário Inicial

No presente inventário, são incluídas as emissões pelo uso de calcário na indústria siderúrgica, na produção de vidro e na produção de magnésio, não relatadas no primeiro inventário. Nos outros setores não houve alteração metodológica.

5. Referências Bibliográficas

ABIQUIM, *Anuário da Indústria Química Brasileira* - ABIQUIM (Associação Brasileira da Indústria Química e de Produtos Derivados), 1995.

_____, *Anuário da Indústria Química Brasileira* - ABIQUIM (Associação Brasileira da Indústria Química e de Produtos Derivados), 1997.

_____, *Anuário da Indústria Química Brasileira* - ABIQUIM (Associação Brasileira da Indústria Química e de Produtos Derivados), 2000.

_____, *Anuário da Indústria Química Brasileira* - ABIQUIM (Associação Brasileira da Indústria Química e de Produtos Derivados), 2005.

_____, *Anuário da Indústria Química Brasileira* - ABIQUIM (Associação Brasileira da Indústria Química e de Produtos Derivados), 2008.

IBS - Instituto Brasileiro de Siderurgia. Anuário Estatístico - 1998, ano base 1997. IBS, Rio de Janeiro, Maio/1998

MME - Ministério das Minas e Energia - Secretaria de Minas e Metalurgia. Anuário Estatístico - Setor Metalúrgico. Brasília, 2003, ano base 2002. Site do MME, endereço <http://www.mme.gov.br/sgm/menu/publicacoes.html>, acessado em março/2010

MME - Ministério das Minas e Energia - Secretaria de Minas e Metalurgia. Anuário Estatístico - Setor Metalúrgico. Brasília, 2006 - ano base 2005. Site do MME, endereço <http://www.mme.gov.br/sgm/menu/publicacoes.html>, acessado em março/2010

MME - Ministério das Minas e Energia - Secretaria de Minas e Metalurgia. Anuário Estatístico - Setor de Transformação de Não-Metálicos. Brasília 2006 - ano base 2005. Site do MME, endereço <http://www.mme.gov.br/sgm/menu/publicacoes.html>, acessado em março/2010.

MME - Ministério das Minas e Energia - Secretaria de Minas e Metalurgia. Anuário Estatístico - Setor de Transformação de Não-Metálicos. Brasília 2007 - ano base 2006. Site do MME, endereço <http://www.mme.gov.br/sgm/menu/publicacoes.html>, acessado em março/2010.

MME - Ministério das Minas e Energia - Secretaria de Minas e Metalurgia. Anuário Estatístico - Setor Metalúrgico. Brasília, 2008 - ano base 2007. Site do MME, endereço <http://www.mme.gov.br/sgm/menu/publicacoes.html>, acessado em março/2010

MME - Ministério das Minas e Energia - Secretaria de Minas e Metalurgia. Anuário Estatístico - Setor de Transformação de Não-Metálicos. Brasília 2009 - ano base 2008. Site do MME, endereço <http://www.mme.gov.br/sgm/menu/publicacoes.html>, acessado em março/2010.

Sampaio, João Alves e Almeida, S. L. M. Capítulo 16 - Calcário e Dolomito, *in Rochas e Minerais Industriais: usos e especificações*. Editores: Adão Benvindo da Luz, Fernando Antonio Freitas Lins. - CETEM/2008, 2ª Edição.

Anexos

Anexo 1 - Dados anuais de produção de cal no Brasil

Segundo a ABPC, os dados a seguir foram baseados em estimativas e dados estatísticos da associação:

Produtos	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	Quantidades (t)																		
Cal Virgem - produção informada																			
Produtores Associados ¹	1.335	1.359	1.351	1.327	1.498	1.444	1.465	1.527	1.418	1.354	1.595	1.592	1.696	1.783	2.145	2.189	2.420	2.474	2.536
Produção Cativa ²	1.048	1.008	1.236	1.375	1.378	1.427	1.466	1.549	1.523	1.470	1.546	1.392	1.558	1.589	1.589	1.392	1.570	1.670	1.635
Não-associados - (ver nota)	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	560	512	n/d	1.491	1.421	1.380	1.388	1.366	1.521	1.162	1.246	1.238
Total de Cal Virgem	2.383	2.367	2.587	2.702	2.876	2.871	2.931	3.636	3.453	2.824	4.632	4.405	4.634	4.760	5.100	5.102	5.152	5.390	5.409
Cal Hidratada - produção informada																			
Produtores Associados ¹	978	1.067	1.013	1.052	1.122	1.273	1.416	1.343	1.306	1.225	1.244	1.221	1.240	1.270	1.278	1.165	1.157	1.228	1.201
Não-associados - (ver nota)	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	771	734	n/d	682	682	607	587	830	720	748	775	815
Total de Cal Hidratada	978	1.067	1.013	1.052	1.122	1.273	1.416	2.114	2.040	1.225	1.926	1.903	1.847	1.857	2.108	1.885	1.905	2.003	2.016
Associados e produção cativa	3.361	3.434	3.600	3.754	3.998	4.144	4.347	4.419	4.247	4.049	4.385	4.205	4.494	4.642	5.012	4.746	5.147	5.372	5.372
Não-Associados	1.539	1.566	1.640	1.880	1.427	1.300	1.300	1.331	1.246	1.700	2.173	2.103	1.987	1.975	2.196	2.241	1.910	2.021	2.053
Total Geral	4.900	5.000	5.240	5.634	5.425	5.444	5.647	5.750	5.493	5.749	6.558	6.308	6.481	6.617	7.208	6.987	7.057	7.393	7.425

¹Produção informada à ABPC pelas empresas associadas

²Produção própria informada à ABPC por CSN, Cosipa, Açominas, Usiminas, CST, White Martins e Cia. Nacional de Álcalis

NOTAS: A - As produções de não-associados indicadas de 1990 a 1994 baseiam-se nos dados de produção geral publicados pelo DNPM

B - As produções de não-associados indicadas a partir de 1995 baseiam-se em dados estimados pela própria ABPC

C - Até 1996, as estimativas de produção de não-associados referiam-se apenas a dados gerais, e não separavam Cal Virgem e Cal Hidratada

Anexo 2 - Dados anuais da utilização de calcário e dolomita no setor siderúrgico no Brasil, de 1990 a 2007

Produto	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	Utilização (mil t)																	
Calcário	4.243	4.516	4.608	4.499	4.293	4.552	4.881	5.441	5.134	4.784	5.228	4.858	5.132	5.166	5.143	4.750	4.099	4.412
Dolomita	1.027	951	939	1.008	1.194	1.531	1.237	1.470	1.565	1.506	1.106	867	1.178	1.579	1.802	1.319	1.145	1.202

Fonte: IBS - Anuário Estatístico - 1998
MME - SMM. Anuário Estatístico - Setor Metalúrgico 2003/2006/2008

Anexo 3 - Dados anuais da produção de vidro do Brasil, de 1997 a 2008

Produto	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	Produção (mil t)											
Embalagens de vidro	890	833	869	911	883	1.039	970	958	969	973	1.042	904
Produtos de vidro, fora embalagens:	798	840	1.006	1.156	1.188	1.373	1.419	1.613	1.592	1.593	1.321	1.191
Vidros técnicos	130	125	130	187	178	198	199	223	249	244	146	127
Vidros planos	500	555	715	790	833	998	998	1.178	1.178	1.178	992	896
Vidros domésticos	168	160	161	179	177	177	222	212	165	171	183	168
Produção nacional	1.688	1.673	1.875	2.067	2.071	2.412	2.389	2.571	2.561	2.566	2.363	2.095

Fonte: MME - SMM. Anuário Estatístico - Setor de Transformação de Não-Metálicos 2006/2007/2009

Anexo 4 - Reciclagem de embalagens de vidro do Brasil, de 1991 a 2008

Produto	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Reciclagem de embalagens	15%	18%	25%	33%	35%	37%	39%	40%	40%	41%	42%	44%	45%	45%	45%	46%	47%	47%

Fonte: MME - SMM. Anuário Estatístico - Setor de Transformação de Não-Metálicos 2006/2007/2009

Anexo 5 - Variação anual da produção de vidro do Brasil, de 1992 a 1997

Produto	1992	1993	1994	1995	1996	1997
	Variação em relação ao ano anterior (%)					
Embalagens de vidro	67,22	123,95	92,09	131,94	92,92	100,40
Vidro e produtos de vidro, exclusive embalagens	86,80	129,93	101,34	114,58	113,35	118,02

Fonte: IBGE-Sidra

Anexo 6 - Produção de magnésio no Brasil, de 1990 a 2007

Magnésio	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	Quantidades (t)																	
Lingote/ Metal líquido	5.731	5.805	6.945	10.046	9.833	10.043	9.706	12.692	10.025	9.753	10.256	9.291	10.092	10.693	12.105	14.337	16.648	18.181

Fonte: Rima Industrial S.A.

Anexo 7 - Produção, importação, exportação de barrilha no Brasil, de 1990 a 2007

Barrilha	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	Quantidades (t)																	
Produção	195.893	207.607	220.596	231.390	219.471	203.950	211.043	206.273	201.866	208.834	190.616	194.837	0	0	0	0	0	0
Importação	242.788	253.610	179.785	218.954	231.827	392.071	306.932	334.398	358.459	352.073	393.845	430.797	424.780	471.938	473.063	597.888	742.140	804.105
Exportação	0	0	0	10	255	2	9	3	4	4	4	400	609	558	1	2	2	2.192

Fonte: ABIQUIM Anuário 1995/1997/2000/2005/2008