# Nota Metodológica
# Processos Industriais e Uso de Produtos


**Coordenação Técnica**

Instituto de Energia e Meio Ambiente

**Equipe Responsável**

André Luís Ferreira
David Shiling Tsai
Marcelo dos Santos Cremer

**Revisão**

Shigueo Watanabe Jr.



Dezembro de 2014

Atualização em 23/11/2015

# Índice

1. Introdução ..... 6
1.1 Emissões de gases de efeito estufa associadas à atividade industrial ..... 6
1.2 Escopo e estruturação da estimativa de emissões de Processos Industriais e Uso de Produtos ..... 6
2. Método de Cálculo ..... 10
2.1 Produção de Metais ..... 10
2.1.1 Produção de ferro-gusa e aço ..... 10
2.1.2 Produção de alumínio ..... 13
2.1.3 Produção de magnésio ..... 15
2.1.4 Produção de ferroligas e de outros metais não-ferrosos ..... 16
2.2 Produtos Minerais ..... 17
2.2.1 Produção de cimento ..... 17
2.2.2 Produção de cal ..... 19
2.2.3 Produção de vidro ..... 21
2.2.4 Consumo de barrilha ..... 23
2.3 Indústria Química ..... 23
2.3.1 Produção de amônia ..... 25
2.3.2 Produção de ácido nítrico ..... 26
2.3.3 Produção de ácido adípico ..... 27
2.3.4 Produção de caprolactama ..... 27
2.3.5 Produção de carbureto de cálcio ..... 28
2.3.6 Produção de metanol ..... 28
2.3.7 Produção de etileno ..... 28
2.3.8 Produção de dicloroetano e cloreto de vinila ..... 29
2.3.9 Produção de óxido de eteno ..... 29
2.3.10 Produção de acrilonitrila ..... 30
2.3.11 Produção de coque de petróleo calcinado ..... 30
2.3.12 Produção de negro-de-fumo ..... 31
2.3.13 Produção de ácido fosfórico ..... 31
2.3.14 Produção de outros produtos químicos ..... 31
2.4 Emissões de HFCs ..... 32
2.4.1 Produção de halocarbonos ..... 32

2.4.2 Consumo de halocarbonos ..... 33
2.5 Uso de $SF_6$ em equipamentos elétricos ..... 35
2.6 Uso não energético de combustíveis e uso de solventes ..... 36
3. Diferenças do SEEG 2015 em relação ao SEEG 2014 ..... 38
4. Qualidade dos dados ..... 39
5. Resultados ..... 43
Referências bibliográficas ..... 51
ANEXO A – Produção de metais: dados necessários para as estimativas de emissões ..... 53
ANEXO B – Produção física de cimento ..... 56
ANEXO C – Produção física de cal e vidro ..... 58
ANEXO D – Produção, importação, exportação e consumo de barrilha ..... 59
ANEXO E – Produção física de substâncias químicas ..... 60
ANEXO F – Capacidade instalada de produção de substâncias químicas ..... 62
ANEXO G – Consumo Não Energético de Combustíveis ..... 63

# Lista de Figuras

Figura 1: Estruturação da estimativa de emissões segundo agrupamentos sugeridos pelo IPCC, tipos de processos industriais ou uso de produtos, tipos de produtos, insumos e gases emitidos ..... 8
Figura 2: Representação simplificada da produção de ferro-gusa e de aço e dos processos que geram emissões ..... 10
Figura 3: Produção de alumínio metálico e processos que geram emissões ..... 14
Figura 4: Produção de cimento e processos que geram emissões ..... 18
Figura 5: Produção de cal e processos que geram emissões ..... 20
Figura 6: Produção de vidro e processos que geram emissões ..... 22

# Lista de Tabelas

Tabela 1: Composição química e fatores de emissão dos tipos de cal ..... 21
Tabela 2: Substâncias químicas e GEEs emitidos em seus processos de produção ..... 24
Tabela 3: Fontes de informação da produção física de substâncias químicas ..... 25
Tabela 4: Quadro de Qualidade das estimativas nacionais em 2014 ..... 40
Tabela 5: Quadro de Qualidade das estimativas nacionais entre 1970 e 2014 ..... 41
Tabela 6: Quadro de Qualidade dos Dados de Alocação nas UFs em 2014 ..... 42
Tabela 7: Emissões nacionais de $CO_2e$ (GWP) por atividade ($ktCO_2e$) ..... 43
Tabela 8: Emissões nacionais por tipo de gás (t) ..... 44
Tabela 9: Emissões nacionais de $CO_2e$ (GWP) por tipo de gás ($ktCO_2e$) ..... 44
Tabela 10: Emissões nacionais de $CO_2e$ (GWP) alocadas por UF ($ktCO_2e$) ..... 44
Tabela 11: Emissões nacionais de $CO_2e$ (GWP) por atividade em 2014 alocadas por UF ($ktCO_2e$) ..... 45
Tabela 12: Emissões de $CO_2e$ (GWP) na Produção de Cimento alocadas por UF ($ktCO_2e$) ..... 46
Tabela 13: Emissões de $CO_2e$ (GWP) na Produção de Alumínio alocadas por UF ($ktCO_2e$) ..... 46
Tabela 14: Emissões de $CO_2e$ (GWP) na Indústria Química alocadas por UF ($ktCO_2e$) ..... 46
Tabela 15: Emissões de $CO_2e$ (GWP) na Produção de Magnésio alocadas por UF ($ktCO_2e$) ..... 47
Tabela 16: Emissões de $CO_2e$ (GWP) na Produção de Ferro-gusa e Aço alocadas por UF ($ktCO_2e$) ..... 47
Tabela 17: Emissões de $CO_2e$ (GWP) na Produção de Ferroligas alocadas por UF ($ktCO_2e$) ..... 47
Tabela 18: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs - Alagoas ($ktCO_2e$) ..... 47
Tabela 19: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs - Amazonas ($ktCO_2e$) ..... 47
Tabela 20: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs - Bahia ($ktCO_2e$) ..... 47
Tabela 21: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs - Ceará ($ktCO_2e$) ..... 47
Tabela 22: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Distrito Federal ($ktCO_2e$) ..... 48
Tabela 23: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Espírito Santo ($ktCO_2e$) ..... 48
Tabela 24: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Goiás ($ktCO_2e$) ..... 48
Tabela 25: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Maranhão ($ktCO_2e$) ..... 48
Tabela 26: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Minas Gerais ($ktCO_2e$) ..... 48
Tabela 27: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Mato Grosso do Sul ($ktCO_2e$) ..... 48
Tabela 28: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Mato Grosso ($ktCO_2e$) ..... 48
Tabela 29: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Pará ($ktCO_2e$) ..... 49
Tabela 30: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Paraíba ($ktCO_2e$) ..... 49
Tabela 31: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Pernambuco ($ktCO_2e$) ..... 49

Tabela 32: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Piauí ($ktCO_2e$) ..... 49
Tabela 33: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Paraná ($ktCO_2e$) ..... 49
Tabela 34: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Rio de Janeiro ($ktCO_2e$) ..... 49
Tabela 35: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Rio Grande do Norte ($ktCO_2e$) ..... 49
Tabela 36: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Rondônia ($ktCO_2e$) ..... 49
Tabela 37: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Rio Grande do Sul ($ktCO_2e$) ..... 50
Tabela 38: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Santa Catarina ($ktCO_2e$) ..... 50
Tabela 39: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Sergipe ($ktCO_2e$) ..... 50
Tabela 40: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – São Paulo ($ktCO_2e$) ..... 50
Tabela 41: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Tocantins ($ktCO_2e$) ..... 50
Tabela 42: Produção física de aço, alumínio e magnésio em t ..... 53
Tabela 43: Consumo de combustíveis redutores em ktep ..... 54
Tabela 44: Fatores de emissão de combustíveis redutores ..... 55
Tabela 45: Consumo de carbonatos como fundentes em altos-fornos da produção de ferro-gusa e aço em toneladas ..... 55
Tabela 46: Produção física de cimento em kt ..... 56
Tabela 47: Produção física de cimento em kt (continuação) ..... 57
Tabela 48: Produção física de cal por tipo e de vidro virgem em kt ..... 58
Tabela 49: Dados de atividade utilizados nas estimativas de emissões do consumo de barrilha em t 59
Tabela 50: Produção física em kt por tipo de substância química ..... 60
Tabela 51: Produção física em kt por tipo de substância química (continuação) ..... 61
Tabela 52: Capacidade Instalada de Amônia por UF em toneladas ..... 62
Tabela 53: Capacidade Instalada de Ácido Nítrico por UF em toneladas ..... 62
Tabela 54: Consumo Não Energético de Combustíveis em Outros Setores que não Matéria-prima da Indústria Química (ktep) ..... 63

## Lista de Gráficos

Gráfico 1: Evolução das emissões de HFC-32 e tendência estimada ..... 33
Gráfico 2: Evolução das emissões de HFC-125 e tendência estimada ..... 34
Gráfico 3: Evolução das emissões de HFC-134a e tendência estimada ..... 34
Gráfico 4: Evolução das emissões de HFC-143a e tendência estimada ..... 35
Gráfico 5: Estimativas das emissões de $SF_6$ em equipamentos elétricos ..... 36

# 1. Introdução

## 1.1 Emissões de gases de efeito estufa associadas à atividade industrial

As atividades industriais podem gerar emissões atmosféricas pela queima de combustíveis (geração de calor ou energia elétrica), pela disposição de resíduos (tratamento de efluentes industriais e incineração de resíduos) e por processos de transformação química e/ou física de materiais.

Para cada um desses três tipos de processos, as emissões ocorrem sob uma grande variedade de especificidades, dentre elas: o produto em produção, os insumos que alimentam os processos, o tipo de rota tecnológica utilizado na produção, os equipamentos da planta industrial e os níveis de eficiência.

## 1.2 Escopo e estruturação da estimativa de emissões de Processos Industriais e Uso de Produtos

O SEEG adota as recomendações do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), onde as estimativas da categoria "Processos Industriais e Uso de Produtos" levam em conta exclusivamente as emissões ocorridas nas transformações químicas ou físicas de materiais. Assim, as emissões por queima de combustíveis são estimadas no "Setor de Energia", e as emissões pela disposição de resíduos, no "Setor de Resíduos" do SEEG.

Este trabalho tomou como base os relatórios de referência preparados para o Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, a ser publicado pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. No momento do desenvolvimento do presente trabalho, tais relatórios apresentavam-se em suas versões para consulta pública. De tal modo, as estimativas foram realizadas conforme os seguintes agrupamentos:

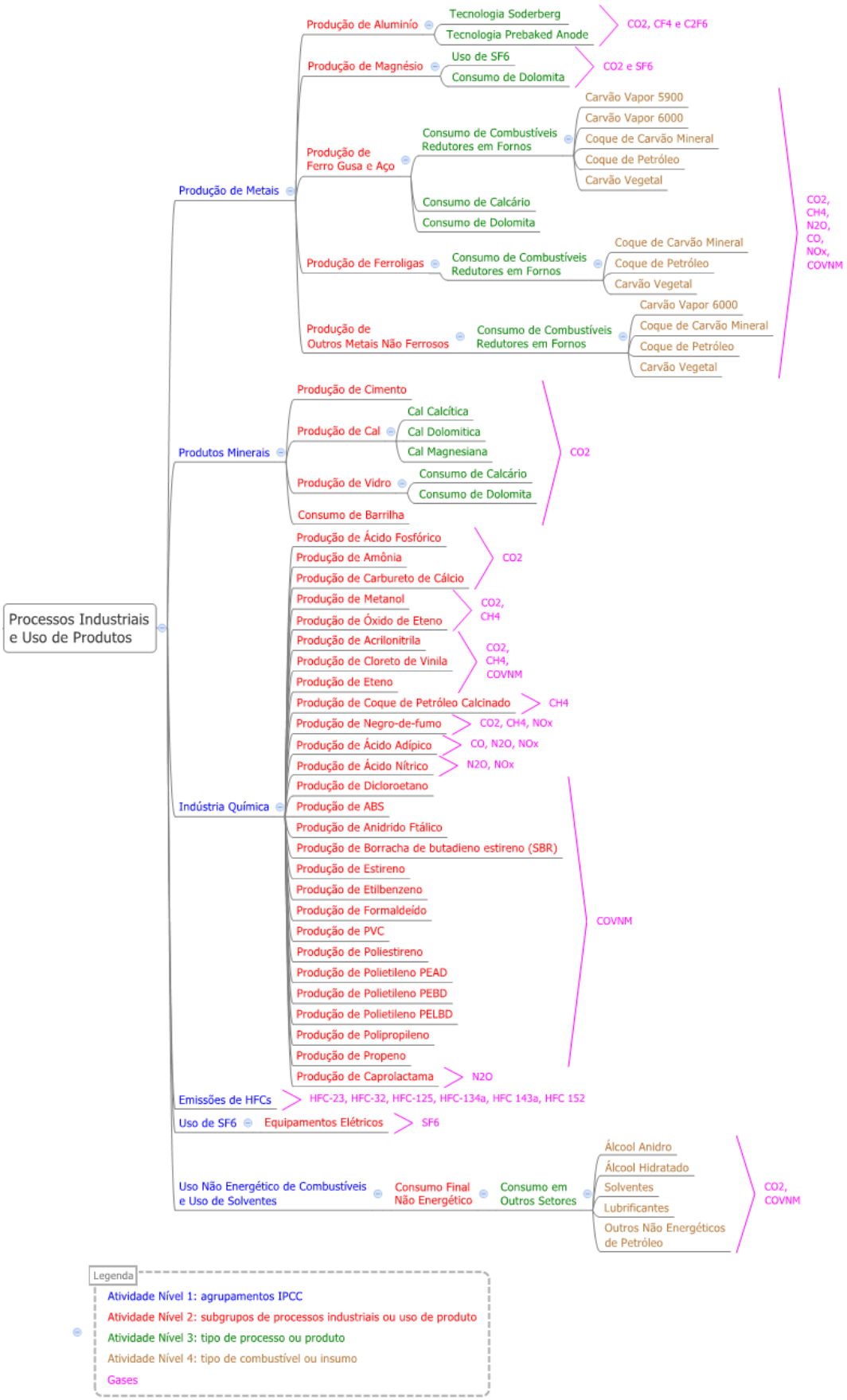
- **Produção de metais**: produção de ferro-gusa e aço, ferroligas, alumínio, magnésio e outros metais não-ferrosos;[1]
- **Produtos minerais**: produção de cal, cimento e vidro e consumo de barrilha;
- **Indústria química**: produção de ácido adípico, ácido fosfórico, ácido nítrico, acrilonitrila, amônia, caprolactama, carbureto de cálcio, cloreto de vinila, eteno, metanol, negro-de-fumo, óxido de eteno, coque de petróleo calcinado e outros petroquímicos;
- **Emissões de hidrofluorcarbonos (HFCs)**;
- **Uso de hexafluoreto de enxofre ($SF_6$) em equipamentos elétricos**;
- **Uso não energético de combustíveis e uso de solventes**.

A Figura 1 apresenta a árvore estrutural da estimativa de emissões por Processos Industriais e Uso de Produtos, contendo os agrupamentos de atividade industrial, os tipos de processos industriais ou uso de produtos, os tipos de produtos, insumos e os gases emitidos. Os gases

[1] Apesar das emissões relacionadas ao consumo de carbonatos como fundentes em altos-fornos e a produção de magnésio serem reportadas pela Comunicação Nacional na categoria "Produtos Minerais", optou-se por alocá-las em "Produção de Metais" conforme apresentado nas *Guidelines 2006* do IPCC.

inventariados são dióxido de carbono ($CO_2$), metano ($CH_4$), óxido nitroso ($N_2O$), monóxido de carbono (CO), compostos orgânicos voláteis não-metânicos (COVNMs), óxidos de nitrogênio (NOx), perfluorcarbonos ($CF_4$ e $C_2F_6$), hidrofluorcarbonos (HFC-23, HFC-32, HFC-125, HFC-134a, HFC-143a, HFC-152a e hexafluoreto de enxofre ($SF_6$).

Figura 1: Estruturação da estimativa de emissões segundo agrupamentos sugeridos pelo IPCC, tipos de processos industriais ou uso de produtos, tipos de produtos, insumos e gases emitidos



Foram estimadas as emissões anuais a nível nacional, entre 1970 e 2014. Além disso, quando possível, as emissões foram alocadas nas unidades da federação (UFs), uma das inovações em relação à primeira versão do SEEG. Este trabalhou buscou distribuir as emissões estimadas a nível nacional entre as unidades da federação, obtendo-se uma primeira aproximação para as emissões por UF. No entanto, foram considerados os dados oficiais disponíveis de maneira agregada em instituições de abrangência nacional e algumas hipóteses simplificadoras foram assumidas. Desta forma, foram alocadas nas unidades da federação (UFs) somente as emissões relacionadas à produção de ferro-gusa e aço, ferroligas, alumínio, cimento, magnésio, ácido adípico, ácido nítrico, amônia, acrilonitrila, caprolactama, coque de petróleo calcinado e resinas ABS. Não foram alocadas emissões associadas à produção de outros metais não-ferrosos (que não alumínio e magnésio), cal, ácido fosfórico, carbureto de cálcio, cloreto de vinila, eteno, metanol, negro-de-fumo, óxido de eteno e outros petroquímicos, ao consumo de barrilha, ao uso de $SF_6$ em equipamento elétricos, ao uso não energético de combustíveis e ao uso de solventes; tampouco foram alocadas as emissões de HFCs.

Não se tratou, portanto, de um esforço de inventariar as emissões a partir de informações oficias de cada UF, de modo que a comparação entre os resultados gerados por esta metodologia e os resultados de inventários oficiais das UFs deve ser feita com muita cautela. Entretanto, como muitas UFs ainda não dispõem de inventários, o SEEG pode trazer informações valiosas, tanto pelos resultados que puderam ser gerados quanto pelas dificuldades metodológicas e lacunas de dados que o procedimento de alocação de emissões por UF apontou.

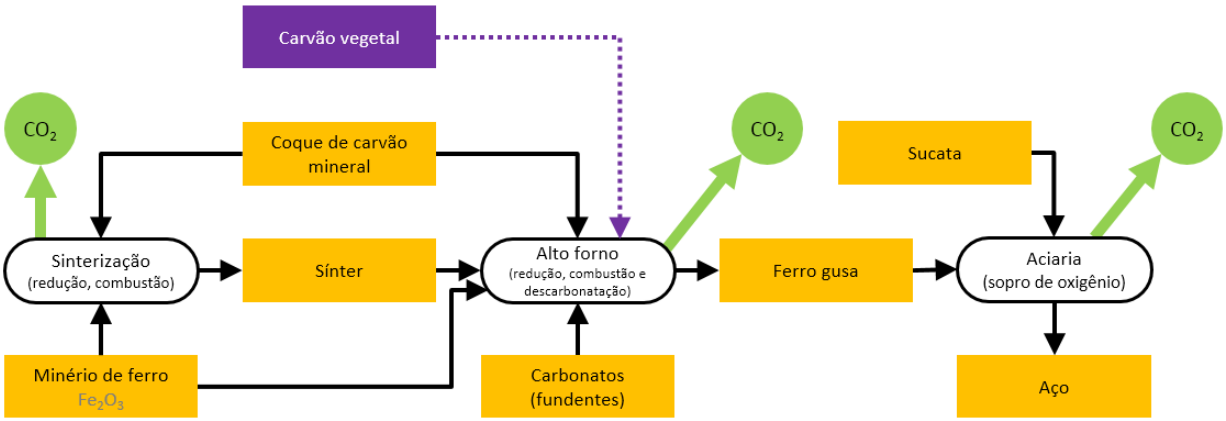
# 2. Método de Cálculo

## 2.1 Produção de Metais

### 2.1.1 Produção de ferro-gusa e aço

As emissões da produção de ferro-gusa e aço se dão pelo consumo de combustíveis como agentes redutores em altos-fornos (carvão vegetal, coque de petróleo, coque de carvão mineral e carvão mineral) e pelo consumo de carbonatos (calcário e dolomita) como fundentes nos altos-fornos. Uma representação simplificada do processo de produção de ferro-gusa e de aço e das emissões de $CO_2$ contabilizadas em Processos Industriais e Uso de Produtos que estão relacionadas a ele é apresentada na Figura 2.

Figura 2: Representação simplificada da produção de ferro-gusa e de aço e dos processos que geram emissões




*Consumo de combustíveis redutores*

Conforme o procedimento adotado na versão para consulta pública do relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Produção de Metais – Relatório de Referência (MCTI, 2014),** as emissões de $CO_2$ são estimadas assumindo-se que elas ocorreriam de maneira semelhante à queima dos combustíveis em fornos, porém descontando o carbono que fica estocado nos metais produzidos. As emissões dos outros gases são também estimadas a partir da metodologia apresentada no relatório. As formulações a seguir representam o método empregado para cada tipo de gás:

$$\boldsymbol{E_{CO_2} = \left(C * 41,868 * Fe_{CO_2}\right) - \left(P * Est * \frac{44}{12}\right)}$$

Sendo:

| | |
|---|---|
| $\boldsymbol{E_{CO_2}}$ | Emissão de $CO_2$ (t/ano) |
| $\boldsymbol{C}$ | Consumo de combustível (ktep/ano) |
| $\boldsymbol{41,868}$ | Fator de conversão de ktep para TJ (ktep/TJ) |

| | |
|---|---|
| $Fe_{CO_2}$ | Fator de emissão de $CO_2$ por unidade de energia contida no combustível ($kgCO_2/TJ$) |
| $P$ | Produção física de ferro-gusa ou aço (t/ano) |
| $Est$ | Teor mássico de carbono estocado no ferro-gusa ou aço (%C) |
| $\frac{44}{12}$ | Relação entre as massas molares de $CO_2$ e C |

$$E_g = C * 41,868 * Fe_g$$

Sendo:

| | |
|---|---|
| $E_g$ | Emissão do gás $g$ – CO, $CH_4$, $NO_x$, $N_2O$ ou COVNM (kg/ano) |
| $C$ | Consumo de combustível (ktep/ano) |
| $41,868$ | Fator de conversão de ktep para TJ (ktep/TJ) |
| $Fe_g$ | Fator de emissão do gás $g$ – CO, $CH_4$, $NO_x$, $N_2O$ ou COVNM (kg/TJ) |

Os valores de consumo de combustíveis utilizados têm como fonte de informação o **Balanço Energético Nacional (BEN) 2015, Ano-base 2014 (MME, 2015)**, enquanto os fatores de emissão têm como fonte de informação o relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa por Queima de Combustíveis: Abordagem *Bottom-Up* (Anexo Metodológico) - Relatório de Referência (MCTI, 2014).** Os teores mássicos de carbono estocado no aço (4%) e no ferro-gusa (1%) foram levantados no relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Produção de Metais – Relatório de Referência (MCTI, 2014)**.

A produção nacional de aço para 1970, 1971 e 2014 foi obtida a partir de planilhas disponibilizadas pelo MME em sua página na seção "Publicações e Indicadores - Balanço Energético Nacional – Séries Históricas por Tabela", arquivo "4.7.8 Consumo Específico de Energia em Setores Selecionados"[2]. Para os demais anos (1972 a 2013), a produção física foi disponibilizada pelo Instituto Aço Brasil (IABr) mediante solicitação.

No caso do consumo de carvão vegetal, as emissões de $CO_2$ não são contabilizadas no Setor de Processos Industriais e Uso de Produtos, pois se considera que essas emissões são compensadas pela absorção de $CO_2$ na fotossíntese que gerou a biomassa, conforme recomendação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. O mesmo não se aplica aos demais gases de efeito estufa, diretos e indiretos, que são contabilizados normalmente, a exemplo dos combustíveis fósseis.

[2] http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores

### Alocação das emissões associadas ao consumo de combustíveis redutores

A produção de aço ocorreu em 11 unidades da federação ao longo do período entre 1970 e 2014. De modo a se obter uma primeira estimativa da alocação das emissões associadas ao consumo de combustíveis nesse processo, procurou-se levantar o consumo energético de coque de carvão mineral, carvão vegetal, coque de petróleo e carvão vapor 5900 e 6000 em ramos industriais associados à produção de ferro-gusa e aço nos Balanços Energéticos Estaduais dos principais estados produtores: Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Espírito Santo e Rio Grande do Sul. Somados, esses cinco estados foram responsáveis por, aproximadamente, 94% da produção de aço do país em 2013, dessa forma, uma pequena parcela das emissões permanece não alocada.

Uma vez que não estavam disponíveis dados a respeito do teor mássico de carbono estocado no aço para cada UF, as emissões de $CO_2$ foram alocadas com base no conteúdo de carbono fóssil contido nos combustíveis consumidos em cada estado, obtido a partir do primeiro termo da equação apresentada acima, sem que seja considerado o consumo de carvão vegetal:

$$\boldsymbol{Conteúdo\ de\ carbono} = \left(\boldsymbol{C} * \mathbf{41,868} * \boldsymbol{Fe_{CO_2}}\right)$$

Estimou-se qual porcentagem do conteúdo de carbono fóssil contido nos combustíveis consumidos no país cada UF representou ao longo do escopo temporal e, a partir dessa porcentagem, as emissões foram alocadas.

As emissões dos demais gases (CO, $NO_x$, COVNM, $CH_4$ e $N_2O$) puderam ser alocadas pela participação de cada estado no consumo de cada combustível, em relação ao total nacional, pois não é realizado o desconto do carbono estocado no aço para essas estimativas.

Os dados de consumo de combustíveis redutores e os fatores de emissão utilizados na elaboração dessas estimativas são apresentados no ANEXO A – Produção de metais: dados necessários para as estimativas de emissões.

#### *Consumo de carbonatos fundentes*[3]

Calcário e dolomita são utilizados como fundentes em altos-fornos de modo a tornar a escória gerada mais fluida e retirar impurezas na liga metálica produzida. Conforme apresentado na Figura 2, nas elevadas temperaturas dos altos-fornos, há reação de descarbonatação desses minerais, o que gera emissões de $CO_2$.

O relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Produtos Minerais – Relatório de Referência (MCTI, 2014)** estima essas emissões segundo a equação a seguir.

$$\boldsymbol{E_i} = \boldsymbol{C_i} * \boldsymbol{Fe_i}$$

Onde:

$\boldsymbol{E_i}$ Emissão anual de $CO_2$ pelo consumo do carbonato ***i*** em altos-fornos ($tCO_2$/ano)

[3] Apesar de essas emissões serem reportadas pela Comunicação Nacional na categoria "Produtos Minerais", optou-se por alocá-las em "Produção de Metais" conforme apresentado nas *Guidelines 2006* do IPCC.

| | |
|---|---|
| $C_i$ | Consumo anual do carbonato ***i*** em altos-fornos (t carbonato/ano) |
| $Fe_i$ | Fator de emissão de $CO_2$ no consumo do carbonato ***i*** ($tCO_2$/t carbonato) |

Os fatores de emissão são baseados na estequiometria das reações de calcinação dos carbonatos conforme apresentado pelo Relatório de Referência: 0,440 $tCO_2$/t calcário e 0,477 $tCO_2$/t dolomita. Esses valores foram obtidos considerando que os minérios são compostos exclusivamente por $CaCO_3$ (calcário) e $CaCO_3.MgCO_3$ (dolomita).

Para o período entre 1990 e 2012, o consumo de cada mineral foi levantado no Relatório de Referência. O consumo de dolomita em altos-fornos em 2013 foi obtido do **Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico 2014 (MME 2014)**. O mesmo Anuário Estatístico apresenta o consumo de calcário em toda a siderurgia, o que inclui a quantidade destinada à produção cativa de cal. Para obter apenas o consumo desse mineral como fundente em altos-fornos, assumiu-se que a produção cativa de cal de 2012 se manteve constante (valor apresentado no Relatório de Referência) e, a partir da relação estequiométrica 100,09 g $CaCO_3$ / 56,08 g CaO, obteve-se a quantidade de calcário consumida na produção de cal; descontando esse valor do consumo reportado pelo Anuário Estatístico, estimou-se o consumo em altos-fornos apenas.

O consumo de carbonatos como fundentes entre 1970 e 1989 foi estimado através do produto entre a produção física de aço para o ano estimado e a relação entre o consumo de calcário ou de dolomita e a produção de aço para 1990. A equação a seguir ilustra essa estimativa onde o índice ***i*** indica o tipo de carbonato (calcário ou dolomita) e o índice ***X*** indica o ano para o qual as emissões foram estimadas.

$$C_i^X = \frac{C_i^{1990}}{P_{aço}^{1990}} * P_{aço}^X$$

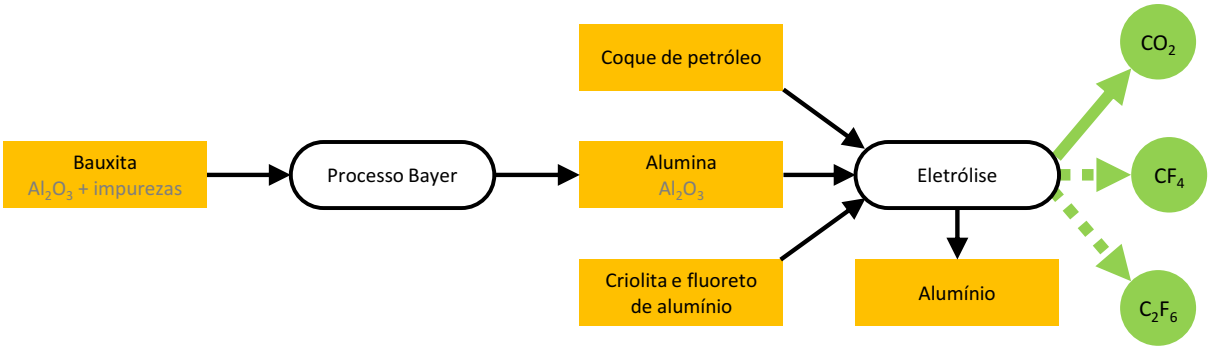
Durante a elaboração deste documento, o **Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico 2015 (MME 2015)** ainda não havia sido publicado, dessa forma, considerou-se que o consumo de calcário e dolomita se manteve constante entre 2013 e 2014.

A ausência de dados a respeito do consumo estadual dos carbonatos impossibilitou a alocação dessas emissões nas UFs.

### 2.1.2 Produção de alumínio

As emissões de $CO_2$ da produção de alumínio são aquelas decorrentes da redução eletrolítica da alumina ($Al_2O_3$) em alumínio metálico (Al) através de um ânodo de carbono (C), este último geralmente oriundo de coque de petróleo. Além disso, tal meio eletrolítico é composto de criolita e fluoreto de alumínio (fundentes), substâncias que, por um fenômeno chamado efeito anódico, provocam a ocorrência de emissões de fluorocarbonos ($CF_4$ e $C_2F_6$). Essas emissões de gases de efeito estufa são representadas na Figura 3.

Figura 3: Produção de alumínio metálico e processos que geram emissões




As emissões reportadas pelo relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Produção de Metais – Relatório de Referência (MCTI, 2014)** foram estimadas a partir de metodologias distintas conforme a disponibilidade de informações de cada uma das sete plantas produtoras do metal no país.

Dessa forma, o Relatório de Referência apresenta fatores de emissão implícitos específicos para cada rota de produção (*Soderberg* ou *Prebaked Anode*[4]) que representariam a produção nacional. Esses fatores foram utilizados nas estimativas do SEEG como representado na equação a seguir.

$$\boldsymbol{E_{g,p,i} = P_{p,i} * Fe_{g,i,t}}$$

Onde:

$\boldsymbol{E_{g,p,i}}$ Emissão do gás ***g***, na planta ***p***, no ano ***i*** na produção de alumínio (t gás/ano)

$\boldsymbol{P_{p,i}}$ Produção de alumínio metálico na planta ***p***, no ano ***i*** (t alumínio/ano)

$\boldsymbol{Fe_{g,i}}$ Fator de emissão implícito do gás ***g*** na produção de alumínio no ano ***i***, pela rota tecnológica ***t*** (t gás/t alumínio)

Os fatores de emissão utilizados para os anos entre 1990 e 2010 são os mesmos apresentados pelo Relatório de Referência para os três gases: $CO_2$, $CF_4$ e $C_2F_6$. Para o período 1970-1989 foram utilizados os fatores reportados para 1990 e, da mesma forma, os fatores de 2010 foram utilizados para o período 2011-2014[5].

Para todo o horizonte temporal das estimativas (1970 a 2014), a produção física de alumínio de cada planta foi obtida a partir de comunicação pessoal com a Associação Brasileira de Alumínio

[4] A diferença principal entre as duas rotas tecnológicas se encontra na configuração do ânodo utilizado no processo: na rota com ânodos pré-cozidos (*Prebaked Anode*) são utilizados blocos de carbono pré-cozido como ânodo, já na rota *Soderberg* é utilizada uma pasta anódica que é cozida ao longo da redução eletrolítica. No Brasil apenas uma rota tecnológica é utilizada em cada planta.

[5] Na década de 1990 houve um esforço da indústria produtora de alumínio para reduzir o efeito anódico, dessa forma, manter constante os fatores de emissão pode ter feito com que as emissões estimadas para o período entre 1970 e 1989 tenham sido subestimadas. Porém, na ausência de dados referentes a esse período, assumiram-se constantes os fatores reportados para 1990.

(Abal). A obtenção da produção por planta possibilitou a alocação das emissões nas unidades da federação.

### 2.1.3 Produção de magnésio[6]

A produção brasileira de magnésio metálico é baseada no processo sílico-térmico e utiliza a dolomita como matéria-prima. Toda a produção é realizada pela Rima Industrial S.A. em Minas Gerais, dessa forma, as emissões de $CO_2$ e de $SF_6$ associadas a esse processo foram alocadas nesse Estado.

As atividades da Rima tiveram início em 1987, porém não foi possível levantar dados referentes à produção de magnésio para o período anterior a 1990. Dessa forma, as emissões entre 1987 e 1989 não foram estimadas.

#### *Consumo de dolomita*

Durante o processo sílico-térmico a dolomita sofre reação química semelhante a calcinação, gerando emissões de $CO_2$. No relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Produtos Minerais – Relatório de Referência (MCTI, 2014),** essas emissões são estimadas pelo produto entre a produção física de magnésio e o fator de emissão *default* apresentado nas *Guidelines 2006* do IPCC (5,13 $tCO_2$/t magnésio).

A produção física de magnésio entre 1990 e 2011 foi obtida no Relatório de Referência. Por falta de informações mais recentes, assumiu-se que a produção de 2011 se manteve constante entre 2012 e 2014.

#### *Consumo de hexafluoreto de enxofre*

O magnésio se encontra fundido no final do processo sílico-térmico e, de modo a evitar a oxidação do metal, é utilizado um "gás de cobertura" como proteção. Esse gás, em geral, escapa para a atmosfera e, de acordo com o relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Produção de Metais – Relatório de Referência (MCTI, 2014)**, todo o gás utilizado no processo é emitido**.**

A Rima utilizava o hexafluoreto de enxofre ($SF_6$) como gás de cobertura e o Relatório de Referência apresenta as emissões decorrentes desse consumo entre 1990 e 2009. Devido a um programa de controle de emissões de gases de efeito estufa, a proteção do metal passou a ser feita com dióxido de enxofre ($SO_2$). Sendo assim, as emissões de $SF_6$ por conta dessa atividade passam a ser nulas a partir de 2010.

[6] Apesar dessas emissões serem reportadas pela Comunicação Nacional na categoria "Produtos Minerais", optou-se por alocá-las em "Produção de Metais" conforme apresentado nas *Guidelines 2006* do IPCC.

### 2.1.4 Produção de ferroligas e de outros metais não-ferrosos

Emissões decorrentes da produção de ferroligas e da produção de outros metais não-ferrosos (excetuando o alumínio e o magnésio) são também provenientes do consumo de combustíveis como agentes redutores em altos-fornos (carvão vegetal, coque de petróleo, coque de carvão mineral e carvão mineral). Sendo assim, a metodologia e as fontes de informação utilizadas para produzir essas estimativas são as mesmas apresentada no item 2.1.1 (Consumo de combustíveis redutores).

De acordo com o relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Produção de Metais – Relatório de Referência (MCTI, 2014)** assume-se que o carbono estocado é desprezível tanto em ferroligas quanto em outros metais não-ferrosos. Desta forma, a produção física desses metais não é dado necessário às estimativas.

Cabe destacar que as emissões relacionadas ao uso de coque de petróleo na produção de outros metais não-ferrosos não são estimadas a partir de todo o consumo reportado pelo BEN, uma vez que parte desse consumo é destinada à produção de anodos de carbono (C) usados na produção de alumínio metálico. O consumo efetivamente destinado ao uso em fornos de produção de outros metais não-ferrosos para o período entre 1990 e 2012 foi obtido no Relatório de Referência. Para os anos entre 1970 e 1989, as equações a seguir representam a maneira como o consumo de coque de petróleo em fornos de produção de outros metais não-ferrosos foi estimado.

$$\boldsymbol{C_{coque,Al}^{X} = \frac{C_{coque,Al}^{1990}}{P_{Al}^{1990}} * P_{Al}^{X}}$$

$$\boldsymbol{C_{coque,outros}^{X} = C_{coque,total}^{X} - C_{coque,Al}^{X}}$$

Onde:

| | |
|---|---|
| $\boldsymbol{C_{coque,Al}^{X}}$ | Consumo anual de coque de petróleo na produção de anodos utilizados na produção de alumínio no ano X (ktep/ano) |
| $\boldsymbol{P_{Al}^{X}}$ | Produção física de alumínio no ano X (t alumínio/ano) |
| $\boldsymbol{C_{coque,outros}^{X}}$ | Consumo anual de coque de petróleo na produção de outros metais não-ferrosos no ano X (ktep/ano) |
| $\boldsymbol{C_{coque,total}^{X}}$ | Consumo anual de coque de petróleo no setor "Não Ferrosos e Outros da Metalurgia" do BEN (ktep/ano) |

Ou seja, assumiu-se que a razão entre o consumo de coque de petróleo como anodo da produção de alumínio e a produção física de alumínio se manteve constante nos anos em que esse valor não é conhecido[7].

A variável $\boldsymbol{C^{X}_{coque,total}}$ para o período entre 1970 e 1984 foi obtida como sendo o consumo de outros energéticos de petróleo, pois era essa a classificação utilizada pelo BEN para os fluxos relacionados ao coque de petróleo nesse período.

Para estimar esse consumo para os anos de 2013 e 2014, o procedimento adotado foi o mesmo, porém os termos relacionados a 1990 na equação passam a ter como ano de referência 2012.

Ao se levantar o consumo de combustíveis redutores para os principais estados produtores de ferro-gusa e aço, foi possível estimar a participação de Minas Gerais e São Paulo nas emissões associadas à produção de ferroligas. O restante das emissões nessa atividade não foram alocadas.

Também não foram alocadas as emissões associadas à produção de outros metais não-ferrosos. Todos os dados utilizados na elaboração dessas estimativas são apresentados no ANEXO A – Produção de metais: dados necessários para as estimativas de emissões.

## 2.2 Produtos Minerais

Nesta seção são apresentados a metodologia e os dados necessários à elaboração das estimativas de emissões de $CO_2$ relacionadas a quatro processos envolvendo produtos minerais: produção de cimento, produção de cal, produção de vidro e consumo de barrilha.

O carbono emitido na forma de $CO_2$ nessas atividades se encontrava presente em substâncias químicas que possuem o ânion carbonato ($CO_3^{2-}$) em sua estrutura; calcário, dolomita e barrilha, por exemplo. As reações químicas a seguir (descarbonatação térmica do calcário e da dolomita) ilustram essas emissões:

$$CaCO_3 + \text{calor} \rightarrow CaO + CO_2$$

$$MgCO3.CaCO_3 + \text{calor} \rightarrow MgO.CaO + 2CO_2$$

### 2.2.1 Produção de cimento

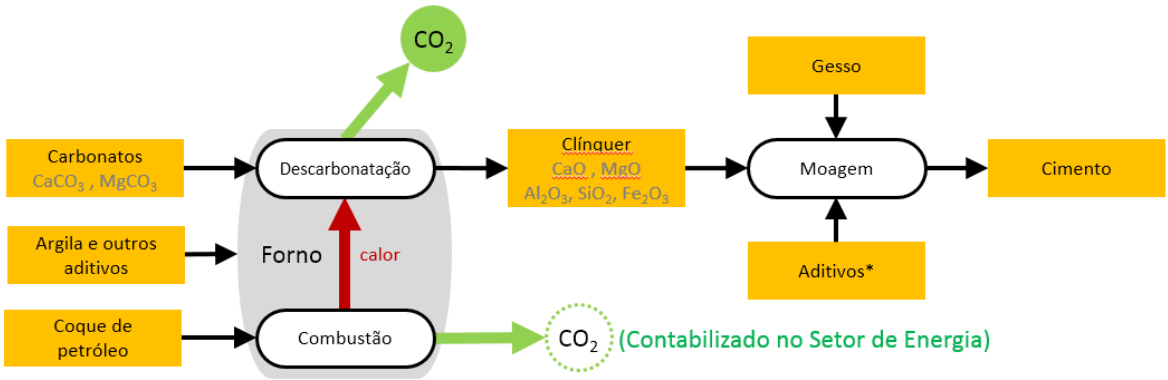
As emissões relacionadas à produção de cimento estão associadas à descarbonatação do calcário e da dolomita ($CaCO_3$ e $MgCO_3$, respectivamente) nos fornos de clinquerização onde esse

[7] Assumir que essa variável se manteve constante no período entre 1970 e 1989 pode ter subestimado o consumo de coque na produção dos anodos e, consequentemente, superestimado as emissões relacionadas ao consumo de coque de petróleo na produção de outros metais não-ferrosos; isso ocorre devido aos esforços de melhoria do processo produtivo do alumínio durante a década de 1990: o consumo de coque por tonelada de alumínio foi sendo reduzido ao longo do tempo. Porém, por conta da ausência de informações referentes a essa variável, assumiu-se o consumo específico como constante.

mineral se transforma em cal (mistura de CaO e MgO) que é parte integrante do clínquer, matéria-prima da fabricação do cimento. O dióxido de carbono ($CO_2$) é o outro produto dessa reação.

Não são aqui contabilizadas emissões provenientes da queima de combustíveis nos fornos de clinquerização; essas emissões são reportadas no Setor de Energia, no subsetor industrial Cimento. A Figura 4 ilustra as emissões contabilizadas além de representar o processo produtivo de cimento.

Figura 4: Produção de cimento e processos que geram emissões




O relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Produtos Minerais – Relatório de Referência (MCTI, 2014)** aponta que as emissões de $CO_2$ foram estimadas através de fatores de emissão baseados no teor de óxido de cálcio (CaO) e óxido de magnésio (MgO) presentes no clínquer, na quantidade de aditivos utilizados na produção (escória, *fly ash*, pozolanas e CKD) e na quantidade de carbono orgânico presente nos carbonatos.

Uma vez que esses dados não são disponibilizados no Relatório de Referência, foi adotada uma metodologia simplificada que utiliza fatores de emissão baseados na produção física de clínquer. A equação a seguir representa a metodologia empregada no SEEG para estimar as emissões de cada ano:

$$E_{CO_2} = Prod_{cimento} * X_{clinquer} * Fe_{clinquer}$$

Onde:

| | |
|---|---|
| $E_{CO_2}$ | Emissão anual de $CO_2$ pela produção de cimento ($tCO_2$/ano) |
| $Prod_{cimento}$ | Produção física anual de cimento (t cimento/ano) |
| $X_{clínquer}$ | Teor de clínquer contido no cimento no ano estimado (t clínquer/t cimento) |
| $Fe_{clínquer}$ | Fator de emissão de $CO_2$ na produção de clínquer no ano estimado ($tCO_2$/t clínquer) |

Dois conjuntos de dados de atividade são necessários na aplicação da equação apresentada: a evolução da produção de cimento e o teor de clínquer presente no cimento ao longo do escopo temporal das estimativas (1970-2014).

A produção física de cimento foi levantada junto ao SNIC (Sindicato Nacional da Indústria do Cimento) através de comunicação direta e do **Relatório Anual 2013 (SNIC, 2014)**. Desta forma, obteve-se a produção anual e por UF de cimento para o período entre 1971 e 2013. Para 1970 a produção por UF não se encontrava disponível e a produção nacional foi obtida através da página do MME (Ministério de Minas e Energia)[8]. A série histórica levantada para essas estimativas é apresentada no ANEXO B – Produção física de cimento.

Parte da produção divulgada para o período 1971-2013 não se encontrava por UF (produção de cimento branco ou ajustes estatísticos); portanto, as emissões associadas à produção dessas quantidades de cimento não foram alocadas. Na indisponibilidade de dados a respeito da produção estadualizada para 2014, a produção nacional foi distribuída entre as UFs conforme a distribuição de 2013.

O teor de clínquer contido no cimento foi obtido através dos dados de produção de cimento e de clínquer publicados no Relatório de Referência para o período entre 1990 e 2010; para anos anteriores a 1990 e posteriores a 2010, foram utilizados os teores dos anos mais próximos disponíveis[9]. Apesar de haver diferença entre os teores de clínquer do cimento produzido em cada UF, por falta de informação aplicou-se o teor médio nacional nas estimativas estaduais de emissões.

Os fatores de emissão foram obtidos de maneira semelhante ao teor de clínquer contido no cimento: para o período 1990-2010 utilizaram-se as emissões de $CO_2$ e a produção de clínquer divulgados no Relatório de Referência, de modo a obter um fator de emissão implícito para cada ano. Para preencher as lacunas restantes na série histórica o procedimento foi o mesmo adotado na obtenção do teor de clínquer; tanto os fatores de emissão implícitos quanto o teor de clínquer utilizados são os mesmos apresentados pelo Relatório de Referência[10].

### 2.2.2 Produção de cal

A produção de cal é realizada a partir da descarbonatação de carbonatos de cálcio e magnésio ($CaCO_3$ e $MgCO_3$). Ambos os minerais (calcários calcíticos e dolomíticos) emitem $CO_2$ ao serem aquecidos nos fornos de produção de cal. Mais uma vez não são contabilizadas aqui as emissões provenientes do consumo de combustível nos fornos, as quais são reportadas no Setor de Energia.

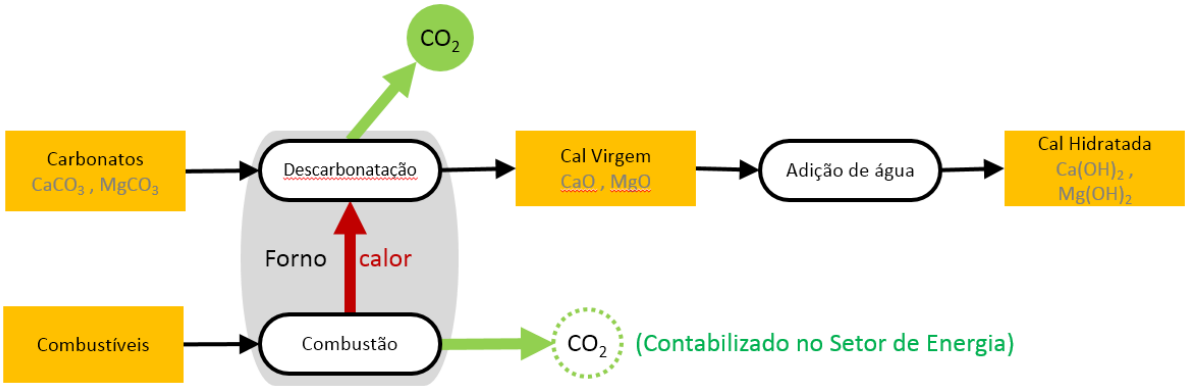
[8] http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores

[9] Manter constante para o período 1970-1989 o teor de clínquer apresentado no Relatório de Referência para 1990 subestima as emissões desse período, uma vez que, segundo a tendência apresentada pelos dados do relatório, o teor passou a ser reduzido a partir de 1990. Ainda que essas condições sejam conhecidas, a ausência de dados mais precisos a esse respeito impede que outras premissas sejam assumidas.

[10] Assumir que o fator de emissão implícito apresentado no Relatório de Referência se manteve constante entre 1970 e 1989 superestima as emissões desse período, pois não era prática recorrente das indústrias produtoras reinjetar nos fornos o CKD gerado na descarbonatação (*cement kiln dust*). Dessa forma, ainda que as emissões desses particulados fossem maiores, as emissões de $CO_2$ seriam menores. Ainda que essas condições sejam conhecidas, a ausência de dados mais precisos a esse respeito impede que outras premissas sejam assumidas.

A Figura 5 representa o processo produtivo da cal virgem (mistura de CaO e MgO) e da cal hidratada (mistura de $Ca(OH)_2$ e $Mg(OH)_2$).

Figura 5: Produção de cal e processos que geram emissões




Segundo o relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Produtos Minerais – Relatório de Referência (MCTI, 2014)**, as emissões são estimadas a partir de fatores de emissão específicos para a composição química de cada tipo de cal: calcítica, dolomítica e magnesiana.

$$\boldsymbol{E_i = Prod_i * Fe_i}$$

Onde:

| | |
|---|---|
| $\boldsymbol{E_i}$ | Emissão anual de $CO_2$ pela produção de cal do tipo ***i*** ($tCO_2$/ano) |
| $\boldsymbol{Prod_i}$ | Produção física anual de cal do tipo ***i*** (t cal/ano) |
| $\boldsymbol{Fe_i}$ | Fator de emissão de $CO_2$ na produção de cal do tipo ***i*** ($tCO_2$/t cal) |

Foram levantadas as séries históricas de produção de cal virgem e hidratada e, a partir das composições químicas médias apresentadas no Relatório de Referência, foram obtidas as produções físicas de cal por tipo (calcítica, magnesiana e dolomítica); considera-se que toda a cal virgem é calcítica e que a cal hidrata está dividida em 20% calcítica, 30% dolomítica e 50% magnesiana.

Entre 1990 e 2012 as produções de cal virgem e hidratada são apresentadas no Relatório de Referência. Para os demais períodos, apenas a produção total de cal estava disponível; assim, adotou-se a porcentagem mais recente disponível da produção total de cada tipo de cal. A produção de 2013 foi obtida no **Anuário Estatístico do Setor de Transformação de Não Metálicos 2014 (MME, 2014)** e, para o período 1970-1989, no relatório **Estudos de Referência do Plano Duodecenal de Geologia, Mineração e Transformação Mineral 2030 (MME, 2009) – Perfil da Cal**.

Durante a elaboração deste documento, o **Anuário Estatístico do Setor de Transformação de Não Metálicos 2015 (MME, 2015)** ainda não havia sido publicado, dessa forma, considerou-se constante a produção de cal entre 2013 e 2014.

No ANEXO C são apresentados os dados da produção física de cal, por tipo, utilizados nas estimativas das emissões.

Não foi possível levantar dados para que as emissões pudessem ser alocadas nas UFs com a qualidade necessária para estimativas confiáveis.

O fator de emissão de cada tipo de cal produzida depende da sua composição química, que está diretamente relacionada com o consumo de calcário e dolomita no forno de produção.

A Tabela 1 apresenta a composição química dos três tipos de cal e os fatores de emissão empregados, conforme exposto no Relatório de Referência. Não estavam disponíveis valores referentes à evolução histórica da composição química média dos tipos de cal produzidos no país. Desta forma, utilizou-se a mesma composição ao longo de todo o período.

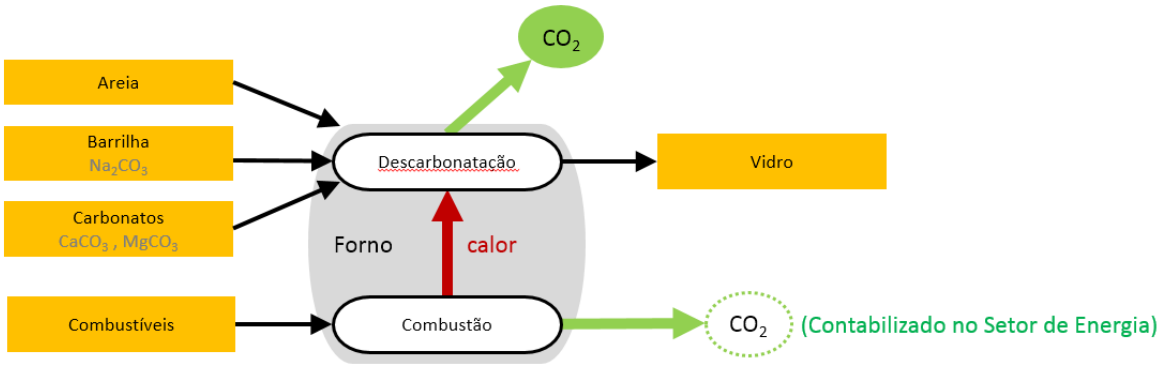
Tabela 1: Composição química e fatores de emissão dos tipos de cal

| Tipo de Cal | Composição Mássica Média | | Fator de Emissão (tCO2/t cal) |
|---|---|---|---|
| | % CaO | % CaO.MgO | |
| **Calcítica** | 88,0 | 12,0 | 0,800 |
| **Magnesiana** | 46,2 | 53,8 | 0,854 |
| **Dolomítica** | 8,2 | 91,8 | 0,903 |

### 2.2.3 Produção de vidro

Os fornos de produção de vidro consomem, entre outros minerais, calcário e dolomita, os quais emitem $CO_2$ devido à reação de descarbonatação que ocorre em temperaturas elevadas. As emissões contabilizadas nesta seção dizem respeito apenas a esse consumo. Emissões por consumo de barrilha são estimadas conforme descrito na seção 2.2.4, e emissões geradas pelo consumo de combustível nos fornos são estimadas no Setor de Energia. O processo de produção de vidro e as emissões associadas podem ser representados pelo esquema da Figura 6.

Figura 6: Produção de vidro e processos que geram emissões




O SEEG utiliza a mesma metodologia apresentada no relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Produtos Minerais – Relatório de Referência (MCTI, 2014)**, nela as emissões são estimadas através da produção física de vidro virgem (diferença entre a quantidade total de vidro produzida e a quantidade de vidro reciclado) conforme a equação a seguir:

$$E_{CO_2,i} = Prod_{vidro\ virgem} * X_i * Fe_{CO_2,i}$$

Onde:

| | |
|---|---|
| $E_{CO_2,i}$ | Emissão anual de $CO_2$ pelo consumo do carbonato ***i*** na produção de vidro virgem ($tCO_2$/ano) |
| $Prod_{vidro\ virgem}$ | Produção física anual de vidro virgem (t vidro/ano) |
| $X_i$ | Consumo específico do carbonato ***i*** na produção de vidro virgem (t carbonato/t vidro) |
| $Fe_{CO_2,i}$ | Fator de emissão de $CO_2$ do consumo do carbonato ***i*** na produção de vidro virgem ($tCO_2$/t carbonato) |

O Relatório de Referência apresenta a evolução da produção física de vidro. No que diz respeito às estimativas para o período anterior a 1990, estimou-se a produção total de vidro a partir da extrapolação por uma função exponencial obtida através dos valores disponíveis para o período 1990-2011 como uma forma provisória de estimar essa variável devido à ausência de informações mais precisas para o período. A produção de vidro virgem do período anterior foi estimada através da porcentagem de vidro reciclada apresentada no Relatório de Referência para 1990 (11%).

Uma vez que a produção de vidro para os anos entre 2012 e 2013 não estava disponível no **Anuário Estatístico do Setor de Transformação de Não Metálicos 2014 (MME, 2014),** as emissões de 2011 foram repetidas para esses dois anos. O consumo específico foi obtido no Relatório de Referência e é apresentado como sendo 10% para o calcário e 2% para a dolomita.

Como explicitado anteriormente, o **Anuário Estatístico do Setor de Transformação de Não Metálicos 2015 (MME, 2015)** ainda não havia sido publicado durante a elaboração destas estimativas, dessa forma, considerou-se constante a produção de vidro também para 2014.

Não foi possível levantar dados para que as emissões pudessem ser alocadas nas UFs com a qualidade necessária para estimativas confiáveis.

Os fatores de emissão são os mesmos apresentados nas estimativas de emissões geradas pelo consumo de fundentes em altos-fornos: 0,440 $tCO_2/t$ calcário e 0,477 $tCO_2/t$ dolomita.

### 2.2.4 Consumo de barrilha

Além das emissões associadas à produção de vidro, o consumo de barrilha ($Na_2CO_3$) também é responsável por emissões relacionadas às indústrias de papel e celulose e de produção de sabões e detergentes, além do uso no tratamento de água.

A metodologia empregada pelo SEEG é a mesma utilizada no relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Produtos Minerais – Relatório de Referência (MCTI, 2014)** que estima as emissões de $CO_2$ como sendo o produto entre o consumo de barrilha em toneladas e o fator de emissão em $tCO_2/tNa_2CO_3$.

Para os anos entre 1990 e 2011 o consumo de barrilha foi levantado no Relatório de Referência, para os demais anos o dado foi obtido em versões do **Anuário da Indústria Química Brasileira (Abiquim)**[11] conforme listado na Tabela 3. No ANEXO D – Produção, importação, exportação e consumo de barrilha são apresentados os dados de atividade utilizados nas estimativas.

O fator de emissão é apresentado também no Relatório de Referência e se baseia na proporção estequiométrica 1 mol $CO_2$: 1 mol $Na_2CO_3$ da reação de consumo de barrilha ($0{,}415tCO_2/tNa_2CO_3$).

Não foi possível levantar dados para que as emissões pudessem ser alocadas nas UFs com a qualidade necessária para estimativas confiáveis.

## 2.3 Indústria Química

As emissões relacionadas às atividades da indústria química estimadas no setor de Processos Industriais são aquelas denominadas como emissões de processo, ou seja, os gases estimados são subprodutos dos processos de produção de outras substâncias químicas. A Tabela 2 resume as

[11] Os Anuários da Abiquim e o Relatório de Referência apresentam os dados de produção, importação e exportação de barrilha ao longo do tempo, o consumo é estimado como sendo produção + importação – exportação.

substâncias químicas cujas emissões associadas aos processos de produção foram estimadas e os respectivos gases de efeito estufa emitidos.

Tabela 2: Substâncias químicas e GEEs emitidos em seus processos de produção

| Ano | $CO_2$ | $CH_4$ | $N_2O$ | CO | $NO_x$ | COVNM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Amônia** | X | | | | | |
| **Ácido Nítrico** | | | X | | X | |
| **Ácido Adípico** | | | X | X | X | |
| **Caprolactama** | | | X | | | |
| **Carbureto de Cálcio** | X | | | | | |
| **Metanol** | X | X | | | | |
| **Etileno** | X | X | | | | X |
| **Dicloroetano e Cloreto de Vinila** | X | X | | | | X |
| **Óxido de Eteno** | X | X | | | | |
| **Acrilonitrila** | X | X | | | | X |
| **Coque de Petróleo Calcinado** | | X | | | | |
| **Negro-de-fumo** | X | X | | | X | |
| **Ácido Fosfórico** | X | | | | | |
| **Outros Produtos Químicos**[12] | | | | | | X |

Em alguns dos processos que geram emissões de $CO_2$, o carbono presente nesse gás é proveniente de biomassa que é utilizada como matéria-prima; se assume que essas emissões tenham sido compensadas pela absorção de $CO_2$ ocorrida no processo de fotossíntese que gerou a biomassa. Segundo a metodologia do IPCC, emissões de $CO_2$ associadas a queima ou uso de biomassa são contabilizadas nos setores de Mudança de Uso da Terra e Agropecuária. No que diz respeito aos outros gases de efeito estufa, as emissões de biomassa também devem ser contabilizadas.

De modo geral, as emissões foram estimadas baseando-se em dois conjuntos de dados: fatores de emissão e produção física de substâncias químicas. A equação a seguir representa a metodologia empregada.

$$\boldsymbol{E_{g,p} = Prod_p * Fe_{g,p}}$$

Onde:

$\boldsymbol{E_{g,p}}$ Emissão anual do gás ***g*** pela produção da substância química ***p*** (t gás/ano)

[12] Inclui a produção de Resinas ABS, Anidrido Ftálico, Borracha de Butadieno Estireno (SBR), Estireno, Etilbenzeno, Formaldeído, Policloreto de Vinila (PVC), Poliestireno, Polietileno (PEAD, PEBD, PELBD), Polipropileno e Propeno.

$\boldsymbol{Prod_p}$ Produção física anual da substância química ***p*** (t substância/ano)

$\boldsymbol{Fe_{g,p}}$ Fator de emissão do gás ***g*** na produção da substância química ***p*** (t gás/t substância)

A produção física das substâncias químicas de interesse foi levantada através das edições disponíveis do **Anuário da Indústria Química Brasileira (Abiquim)** e do relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Indústria Química – Relatório de Referência (MCTI, 2014)** de modo a preencher a série histórica do escopo temporal das estimativas do SEEG (1970-2014).

A Tabela 3 resume as fontes de informação utilizadas para a maioria das substâncias químicas. No ANEXO E – Produção física de substâncias químicas são apresentados os valores utilizados na formulação das estimativas realizadas por tipo de produto.

Tabela 3: Fontes de informação da produção física de substâncias químicas

| Período | Fonte de Informação |
|---|---|
| **1970-1971** | Anuário da Indústria Química Brasileira (Abiquim, 1973) |
| **1972-1973** | Anuário da Indústria Química Brasileira (Abiquim, 1974) |
| **1974-1984** | Anuário da Indústria Química Brasileira (Abiquim, 1985) |
| **1985-1989** | Anuário da Indústria Química Brasileira (Abiquim, 1990) |
| **1990-2010** | Relatório de Referência do 3º Inventário Nacional (MCTI, 2014) |
| **2011-2013** | Anuário da Indústria Química Brasileira (Abiquim, 2014) |
| **2014** | Produção física de 2013 mantida constante |

Para alguns produtos essas fontes de informação não foram suficientes para obter os dados de atividade necessários às estimativas, as adaptações realizadas são listadas nas seções a seguir.

### 2.3.1 Produção de amônia

**Processos que geram emissões**

São estimadas emissões de $CO_2$ originadas durante a produção de hidrogênio (insumo da produção de amônia) a partir de gás natural, resíduo asfáltico, gás de refinaria e nafta; é possível obter hidrogênio a partir de etanol, porém nesse caso as emissões líquidas de $CO_2$ associadas são consideradas nulas. Segundo o relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Indústria Química – Relatório de Referência (MCTI, 2014)**, ainda que parte do $CO_2$ gerado possa ser utilizado como insumo na produção de ureia e metanol em plantas integradas, recuperado para utilização como fluido refrigerante e na carbonatação de líquidos ou como gás inerte, em todos esses casos ele acaba sendo emitido a curto prazo.

O fator de emissão utilizado nas estimativas representa uma média das medições realizadas por cada uma das empresas produtoras uma vez que as emissões são dependentes da matéria-prima utilizada na produção de hidrogênio. Para todo o escopo temporal das estimativas o fator

de emissão foi 1,46 $tCO_2/t$ amônia, conforme apresentado no relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Indústria Química – Relatório de Referência (MCTI, 2014)**.

No Brasil, a produção de amônia ocorre em seis UFs: Bahia, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Sergipe e São Paulo, conforme o **Guia da Indústria Química Brasileira 2013 (Abiquim, 2014).** A produção física de amônia não se encontra disponibilizada para cada UF. Assim, simplificadamente, distribui-se a produção nacional proporcionalmente aos valores de capacidade instalada de cada uma das plantas ao longo do tempo de acordo com os valores reportados nas edições do **Anuário da Indústria Química Brasileira (Abiquim).** Dessa forma, todas as emissões pela produção de amônia foram alocadas.

### 2.3.2 Produção de ácido nítrico

A produção tradicional de ácido nítrico ($HNO_3$) é baseada na oxidação catalítica da amônia com o ar seguida da reação dos produtos da oxidação com água (processo de Ostwald), essas reações são responsáveis pelas emissões de $NO_x$ do processo; além delas, parte da amônia participa de reações paralelas indesejáveis. Em uma delas o óxido nitroso ($N_2O$) é um subproduto.

As reações mencionadas são representadas a seguir:

- Sequência de reações de oxidação catalítica da amônia e produção do $HNO_3$:
  $4\ NH_3 + 5\ O_2 \rightarrow 4\ NO + 6\ H_2O$
  $2\ NO + O_2 \rightarrow 2\ NO_2 \rightarrow N_2O_4$
  $3\ NO_2 + H_2O \rightarrow 2\ HNO_3 + NO$

- Reações paralelas indesejáveis:
  $4\ NH_3 + 4\ O_2 \rightarrow 2\ N_2O + 6\ H_2O$
  $4\ NH_3 + 3\ O_2 \rightarrow 2\ N_2 + 6\ H_2O$
  $2\ NO \rightarrow N_2 + O_2$
  $4\ NH_3 + 6\ NO \rightarrow 5\ N_2 + 6\ H_2O$

Parte das plantas no país produzem ácido nítrico sob condições de alta pressão, rota tecnológica que não provoca emissões de $NO_x$ e $N_2O$. Dessa forma, a produção física utilizada nas estimativas deve representar apenas aquela associada às plantas responsáveis pelas emissões. Para o período entre 1990 e 2010 esses dados foram obtidos no relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Indústria Química – Relatório de Referência (MCTI, 2014)**; para períodos anteriores a 1990 e posteriores a 2010 foram utilizadas as proporções dos anos mais próximos disponíveis entre a produção responsável por emissões e a produção total levantada conforme a Tabela 3 (70% em 2010 e 75% em 1990).

Segundo o Relatório de Referência, no que diz respeito às emissões de $N_2O$ das plantas que não utilizam a rota tecnológica de alta pressão, foram feitas medições reais de emissões através de projetos de controle de emissões[13] ou foi aplicado o fator de emissão default apresentado nas Guidelines 2006 do IPCC através do método Tier 1. Uma vez que esses dados não estão explicitados no relatório, foi estimado um fator de emissão implícito através da produção de ácido nítrico pelas plantas que não são de alta pressão e as emissões reportadas pelo relatório de referência para o

[13] Plantas PAN2 e PAN4, da Fosfertil e planta de Paulínia, da Rhodia.

período entre 1990 e 2010. As emissões anteriores a 1990 foram estimadas pelo fator calculado para 1990 (6,12 $kgN_2O/tHNO_3$), e as posteriores a 2010, pelo fator calculado para 2010 (2,22 $kgN_2O/tHNO_3$)[14]. Projetos de controle de emissões de GEE ocorridos após 2010 não foram considerados e serão incorporados nas próximas versões do SEEG.

As emissões de $NO_x$ foram estimadas através do fator apresentado no Relatório de Referência, específico para as condições nacionais de produção que leva em conta o controle de emissões desses gases no país: 1,75 $kgNO_x/tHNO_3$.

Uma vez que a produção de ácido nítrico em cada UF não está publicamente disponível, utilizou-se metodologia similar à apresentada na alocação das emissões provenientes da produção de amônia, onde assumiu-se que a produção local é proporcional à respectiva capacidade instalada. Dessa forma, foi possível distribuir as emissões nacionais entre as UFs produtoras de $HNO_3$: Bahia, Rio de Janeiro e São Paulo.

### 2.3.3 Produção de ácido adípico

A única planta responsável pela produção nacional de ácido adípico realiza o processo em dois estágios: oxidação do cicloexano para produzir a mistura cicloexanona/cicloexanol, seguida da oxidação do cicloexanol através do ácido nítrico; nesta última etapa é emitido óxido nitroso. Por meio de um projeto de controle de emissões foi construída uma instalação de decomposição térmica do $N_2O$ em $N_2$, reduzindo drasticamente as emissões desse GEE a partir de 2007.

As emissões de $N_2O$ foram estimadas através de fatores de emissão levantados no projeto de controle de emissões: 0,27 tN2O/t ácido adípico para o período 1990-2006 e variando entre 0,0064 e 0,00155 $tN_2O$/t ácido adípico para o período 2007-2010 (estimados fatores de emissão implícitos através dos dados do Relatório de Referência). O fator de 2010 foi fixado para os anos posteriores e o fator levantado para 1990 foi fixado para os anos anteriores.

Os fatores de emissão de CO e $NO_x$ levam em conta o controle de emissões desses gases no país, sendo 16 kgCO e 5 $kgNO_x$/t ácido adípico, conforme publicado no Relatório de Referência.

A produção física dessa substância possui as mesmas fontes de informação apresentadas na Tabela 3, excetuando o período entre 2011 e 2014, para o qual não havia dados disponíveis e a produção de 2010 foi repetida por simplificação. Todas as emissões foram alocadas em São Paulo, UF onde se localiza a planta responsável por toda a produção nacional de ácido adípico.

### 2.3.4 Produção de caprolactama

A planta responsável pela produção nacional de caprolactama encerrou suas atividades em 2010. Essa produção era realizada através da hidrogenação do benzeno a cicloexano, seguida da oxidação deste composto a cicloexanona e cicloexanol através de $HNO_3$ (emissões de $N_2O$ ocorrem nesta etapa); por fim o cicloexanol é desidrogenado e, após essa etapa, reagido com sulfato.

[14] Após 2010, alterações nos processos produtivos de algumas plantas, que implicariam em mudanças no fator de emissão, mas que, por falta de informações prontamente disponíveis, essas alterações não foram levadas em conta nesta versão do SEEG.

Segundo o Relatório de Referência, foi levantado um fator de emissão pela metodologia Tier 3 – Guidelines 2006 (medições diretas) e aplicado para todo o escopo temporal: 6 $kgN_2O/t$ caprolactama; esse mesmo fator foi utilizado na elaboração das estimativas.

O único estado responsável pela produção de caprolactama no país foi a Bahia; assim, todas as emissões nacionais foram alocadas nessa UF.

### 2.3.5 Produção de carbureto de cálcio

A produção nacional de carbureto de cálcio é realizada através da redução da cal (CaO) com coque de petróleo ou carvão vegetal (C). As emissões relacionadas à produção de cal (descarbonatação do calcário) são contabilizadas no subsetor de Produtos Minerais (seção 0); Já as associadas à redução da cal através de coque de petróleo[15] devem ser alocadas como processos da indústria química. Essas emissões estão associadas às seguintes reações químicas:

$$CaO + 3C \rightarrow CaC_2 + CO \ (+ \tfrac{1}{2} O_2 \rightarrow CO_2)$$

Tanto os dados de produção física de carbureto de cálcio quanto os fatores de emissão associados não são publicados pela única fabricante no Brasil, que os classifica como confidenciais no Relatório de Referência. Dessa forma, para o período entre 1990 e 2010, as emissões reportadas pelo SEEG são as mesmas apresentadas pelo 3º Inventário Brasileiro, e as emissões de 2010 foram repetidas para o período 2011-2014 por simplificação. Segundo o relatório de referência da Comunicação Nacional, as emissões começaram a ocorrer em 1995. As emissões anteriores a esse ano foram consideradas nulas.

A ausência de informações a respeito dos dados necessários à elaboração das estimativas impossibilitou qualquer alocação das emissões associadas à produção de carbureto de cálcio.

### 2.3.6 Produção de metanol

O metanol é produzido no país através da síntese em altas e baixas pressões, utilizando como matéria-prima o gás natural (metano é o componente majoritário da mistura que compõem esse combustível) e o dióxido de carbono. As principais emissões de GEE decorrentes desse processo são das próprias matérias-primas ($CH_4$ e $CO_2$).

Os fatores de emissão aplicados para todo o período são aqueles apresentados pelo IPCC para a utilização da metodologia *Tier 1*: 0,267 $tCO_2$ e 2,3$kgCH_4$/t metanol. As emissões associadas a esse processo produtivo não foram alocadas em UFs.

### 2.3.7 Produção de etileno

De modo geral o etileno é produzido através do craqueamento de matérias-primas petroquímicas. Essa rota de produção gera ainda propileno, butadieno e compostos aromáticos. No Brasil é utilizada a nafta, em geral, na reação de craqueamento; em 2004 passou a ser utilizado

[15] Na rota do carvão vegetal, as emissões não são contabilizadas por se tratar de uma fonte renovável de carbono.

o gás natural como outra fonte através do processo de pirólise. Nessa rota são emitidos $CO_2$, $CH_4$ e COVNM.

Os fatores de emissão de $CO_2$ e de $CH_4$ utilizados são os mesmos apresentados pelo Relatório de Referência. Segundo o relatório, são fatores *Tier 1* apresentados nas *Guidelines* 2006 do IPCC como fatores default, com as correções apropriadas para o processo de craqueamento a vapor existente na América do Sul; além das variações temporais do fator relacionado às emissões de metano.

Até 2005 os fatores utilizados eram 1,73 $kgCO_2$/t etileno e 3 $kgCH_4$/t etileno. A partir de 2006 o fator de $CO_2$ passou a ser 1,74 $kgCO_2$/t etileno; já os de metano foram 3,54 $kgCH_4$/t etileno para o período 2006-2009 e 3,25 $kgCH_4$/t etileno para os anos posteriores. As emissões de compostos orgânicos voláteis não-metânicos (COVNM) são estimadas através dos fatores default das *Guidelines 1996*: 1,4 kgCOVNM/t etileno.

As emissões associadas a esse processo produtivo não foram alocadas em UFs.

### 2.3.8 Produção de dicloroetano e cloreto de vinila

Plantas de produção de dicloroetano e cloreto de vinila (MVC[16]) podem operar através do processo balanceado entre os dois produtos, por meio da rota tecnológica de cloração direta e oxicloração do eteno. A conversão de eteno não é igual a 100% e a fração não-reagida é convertida a $CO_2$ antes de ser emitida à atmosfera de modo a atender exigências de controle ambiental, gerando emissões de COVNM, $CO_2$ e $CH_4$.

Os fatores de emissão de $CO_2$ e $CH_4$ empregados são baseados na produção de cloreto de vinila através da metodologia *Tier 1* das *Guidelines 2006* e apresentados no Relatório de Referência: 0,294 $tCO_2$/tMVC e 0,0226 $kgCH_4$/tMVC.

Emissões de COVNM são estimadas em separado para cada um dos produtos segundo o Relatório de Referência: 8,5 kgCOVNM/tMVC (definido pelos autores do relatório e pela Abiquim) e 2,2 kgCOVNM/t dicloroetano (*Guidelines 1996*).

As emissões associadas a esse processo produtivo não foram alocadas em UFs.

### 2.3.9 Produção de óxido de eteno

No Brasil, o óxido de eteno é produzido por meio oxidação direta do eteno com ar. Nesse processo são emitidos dióxido de carbono e metano.

A produção física anterior a 2011 foi levantada conforme apresentado na Tabela 3. A partir de 2011 a produção dessa substância não foi mais divulgada nos anuários da Abiquim. Dessa forma, sua produção foi mantida constante no período 2011-2014, por simplificação.

O fator de emissão de dióxido de carbono foi estimado pelo método Tier 2 das *Guidelines 2006* do IPCC (balanço de massa do carbono no processo produtivo); já as emissões de metano

[16] Monocloreto de vinila.

utilizaram o fator default. O Relatório de Referência apresenta os seguintes valores: 0,52 $tCO_2$/t óxido de eteno e 1,79 $kgCH_4$/t óxido de eteno

As emissões associadas a esse processo produtivo não foram alocadas em UFs.

### 2.3.10 Produção de acrilonitrila

Por meio da tecnologia Sohio de reação catalítica entre propeno, amônia e ar são produzidos acrilonitrila (produto principal), acetonitrila e ácido cianídrico (produtos secundários). A chamada amoniação do propeno não possui rendimento 100% na produção da acrilonitrila. Desta forma, uma parcela é convertida para dióxido de carbono ou para outros hidrocarbonetos (metano e COVNM) através da oxidação direta.

As estimativas de acrilonitrila são similares às de óxido de eteno no que diz respeito às fontes de informação da produção física (2011-2014 foram estimados com a mesma produção de 2010, por simplificação na indisponibilidade dos dados) e aos fatores de emissão de $CO_2$ e metano (Tier 2 e Tier 1, respectivamente). As emissões de COVNM foram estimadas por meio de fatores Tier 1 apresentados nas Guidelines 1996 do IPCC.

Os valores indicados pelo Relatório de Referência e utilizados nas estimativas do SEEG são: 0,2325 $tCO_2$/t acrilonitrila; 0,18 $kgCH_4$/t acrilonitrila e 1 kgCOVNM/t acrilonitrila.

A produção nacional dessa substância é feita exclusivamente na Bahia; sendo assim, todas as emissões nacionais foram alocadas nesse Estado.

### 2.3.11 Produção de coque de petróleo calcinado

O coque de petróleo calcinado é utilizado como anodo na eletrólise da alumina para a produção de alumínio metálico. Este coque calcinado é produzido a partir de um processo de transformação do coque verde de petróleo grau anodo. Trata-se de um processo térmico que reduz o teor de matéria volátil do coque original. Essa matéria volátil é constituída essencialmente por metano, que é emitido à atmosfera[17].

A produção física foi levantada conforme a Tabela 3 para o período 1990-2014 e mantida constante a produção de 1990 para o período entre 1985-1989, por simplificação na indisponibilidade de dados.

O fator de emissão utilizado é proveniente das *Guidelines 1996* do IPCC e o valor apresentado no Relatório de Referência é 0,5 $kgCH_4$/t coque.

O único Estado produtor de coque de petróleo calcinado é São Paulo. Assim, todas as emissões nacionais foram alocadas ali.

[17] Coque verde de petróleo grau anodo ➔ CALCINAÇÃO ➔ Coque de petróleo calcinado + $CH_4$

### 2.3.12 Produção de negro-de-fumo

A produção nacional de negro-de-fumo é baseada na oxidação parcial de resíduos aromáticos e óleo combustível pesado (fontes de hidrocarbonetos). É produzido um gás de purga destinado à geração de calor e, então, são emitidos $CO_2$, $CH_4$ e $NO_x$.

Os fatores de emissão de $CO_2$ foram estimados através do método *Tier 2*, $CH_4$ através do *Tier 1* e NOx por meio de fator de emissão determinado pela Abiquim no âmbito da 2ª Comunicação Nacional. O Relatório de Referência apresenta os seguintes valores: 1,618 $tCO_2$/t negro-de-fumo, 0,06 $kgCH_4$/t negro-de-fumo e 0,14 $tCO_2$/kg negro-de-fumo.

O levantamento da produção física segue a Tabela 3 para o período até 2010; a partir de 2011 a produção física de 2010 foi fixada, por simplificação na indisponibilidade de dados. As emissões associadas a esse processo produtivo não foram alocadas em UFs.

### 2.3.13 Produção de ácido fosfórico

A produção do ácido é feita através da reação entre a rocha fosfática e o ácido sulfúrico. Essa reação faz com que o carbonato de cálcio presente na rocha reaja com o ácido e forme $CO_2$ e gesso agrícola.

Os fatores de emissão de $CO_2$ foram elaborados através de composições químicas médias das rochas fosfáticas nacionais e é apresentado no Relatório de Referência como 0,02 $kgCO_2$/t rocha fosfática.

A produção física foi levantada pelo relatório de referência da comunicação nacional para o período entre 1990 e 2012. Por simplificação, a produção de 2012 foi mantida constante para 2013 e 2014. Para o período anterior a 1990, ela foi estimada através da tendência da evolução temporal da produção física no período 1990-2005, como forma provisória de estimar essa variável devido à ausência de informações mais precisas para o período. As emissões associadas a esse processo produtivo não foram alocadas em UFs.

### 2.3.14 Produção de outros produtos químicos

Uma série de outros produtos tiveram as emissões de COVNM relacionadas a sua produção estimadas através de fatores de emissão apresentados nas Guidelines 1996 do IPCC em geral. Os produtos que tiveram essas emissões estimadas são: resinas ABS, anidrido ftálico, borracha de butadieno estireno (SBR), estireno, etilbenzeno, formaldeído, policloreto de vinila (PVC), poliestireno, polietileno (PEAD, PEBD e PELDB), polipropileno e propeno.

Para alguns casos foram utilizados fatores derivados de tecnologias sugeridas pelo projeto Corinair, o inventário europeu de emissões (anidrido ftálico, policloreto de vinila e poliestireno) ou determinados pela Abiquim e pelos autores do Relatório de Referência (borracha de butadieno estireno - SBR).

A produção física desses produtos foi levantada conforme a Tabela 3 e através de simplificações no caso de ausência de dados (regressões lineares ou produções fixadas para o período conhecido):

- Resinas ABS: produção física entre 1985 e 1989 estimada por interpolação linear dos valores de 1984 e 1990, produção física de 2011 mantida constante para o período entre 2012 e 2014;
- Anidrido ftálico, borracha de butadieno estireno e etilbenzeno: produção física de 2011 mantida constante para o período entre 2012 e 2014;
- Polietileno desagregado por tipo: para os anos de 1970, 1971, 2012 e 2013 só estava disponível a produção total de polietileno. A desagregação foi realizada através das proporções dos anos mais próximos disponíveis (1972 e 2011, respectivamente).

As emissões associadas a esse processo produtivo não foram alocadas em UFs.

## 2.4 Emissões de HFCs

Uma determinada gama de hidrocarbonetos halogenados, ou halocarbonos[18] é utilizada como fluidos refrigerantes[19] em equipamentos de refrigeração ou como gás em aerossóis[20]. Tratam-se dos compostos que contém cloro (Cl) e flúor (F). Os hidrofluorcarbonos (HFCs) passaram a ser usados em substituição aos clorofluorcarbonos (CFCs) e hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), após as determinações de restrição de uso destes dois últimos pelo Protocolo de Montréal, em 1987.

As emissões de HFCs podem ocorrer durante o processo produtivo de halocarbonos e durante a montagem, o uso ou o descarte de produtos que contenham HFCs.

### 2.4.1 Produção de halocarbonos

Não há produção de HFCs no Brasil, porém a produção de HCFC-22 tem como subproduto o HFC-23, gás de efeito estufa inventariado pelo 3º Inventário Nacional. O relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Produção e Consumo de HFCs e $SF_6$ – Relatório de Referência (MCTI, 2014)** estima as emissões desse gás com base na produção de HCFC-22 e num fator de emissão de 0,04 tHFC-23/tHCFC-22.

A produção de HCFC-22 entre 1990 e 1999 foi obtida no Relatório de Referência. A partir de 2000 esse gás não foi mais produzido no país e não foi possível obter dados confiáveis a respeito da produção dele para períodos anteriores a 1990.

[18] Halocarbono é qualquer hidrocarboneto (composto químico formado exclusivamente por átomos de hidrogênio e carbono) combinado com qualquer dos 5 elementos da família VIIA da tabela periódica (flúor – F, cloro – Cl, bromo – Br, iodo – I, astato – At).
[19] Fluidos refrigerantes usados no ciclo termodinâmico de compressão de vapor (Rankine reverso).
[20] Aerossol é uma mistura de substâncias líquidas com gás em um recipiente, onde o gás impulsiona o líquido para fora quando um mecanismo é ativado (por exemplo: spray).

Por falta de informações mais precisas a respeito da produção de HCFC-22, as emissões de HFC-23 não foram alocadas nas unidades da federação.

### 2.4.2 Consumo de halocarbonos

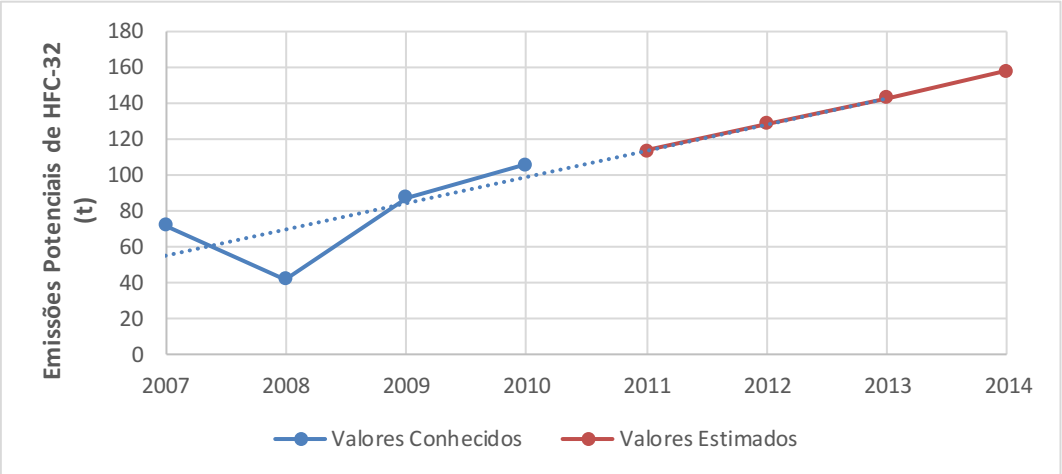
O relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Produção e Consumo de HFCs e $SF_6$ – Relatório de Referência (MCTI, 2014)** estima as emissões pelo consumo de halocarbonos, ou seja, aquelas emissões que ocorreriam durante as etapas de montagem, operação (uso) e sucateamento de produtos contendo HFCs por meio da metodologia Tier 1b recomendada pelo IPCC. Essa metodologia estima as emissões a partir de uma abordagem de "emissões potenciais", considerando fluxos "bulk" de importação e exportação dos gases e fluxos dos gases contidos em equipamentos importados e exportados.

O relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Produção e Consumo de HFCs e $SF_6$ – Relatório de Referência (MCTI, 2014)** apresenta as emissões potenciais dos gases HFC-32, HFC-125, HFC-134a, HFC-143a, HFC-152a para o período entre 1990 e 2010 e essas emissões são reportadas pelo SEEG. A abordagem de "emissões potenciais" não permitiu a alocação das emissões nas unidades da federação (UFs).

Para os anos anteriores a 1990, assumiu-se que o consumo desses gases não foi relevante; dessa forma, as emissões reportadas para esses anos são nulas. Na ausência de informações de importação de HFCs para o período entre 2011 e 2014, foram adotadas simplificações: as emissões referentes a esse período foram estimadas a partir de extrapolação de funções lineares[21] conforme apresentado nas equações a seguir, nas quais ***X*** indica o ano de estimativa das emissões.

$$\mathbf{E}_{HFC-32}^{X} = \mathbf{X} * \mathbf{14,75} \ - \mathbf{29.549}$$

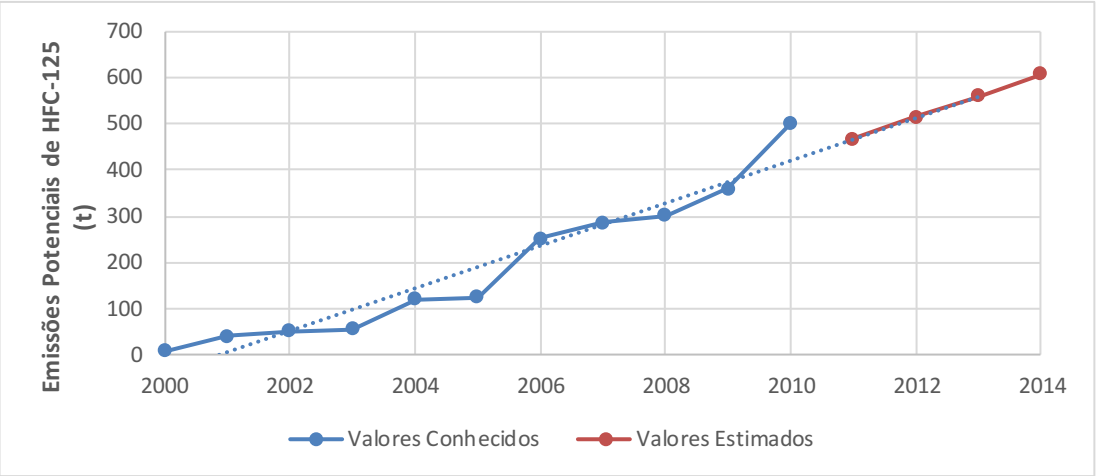
Gráfico 1: Evolução das emissões de HFC-32 e tendência estimada




[21] Esse método segue o apresentado no relatório **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil (MCTI, 2014).**

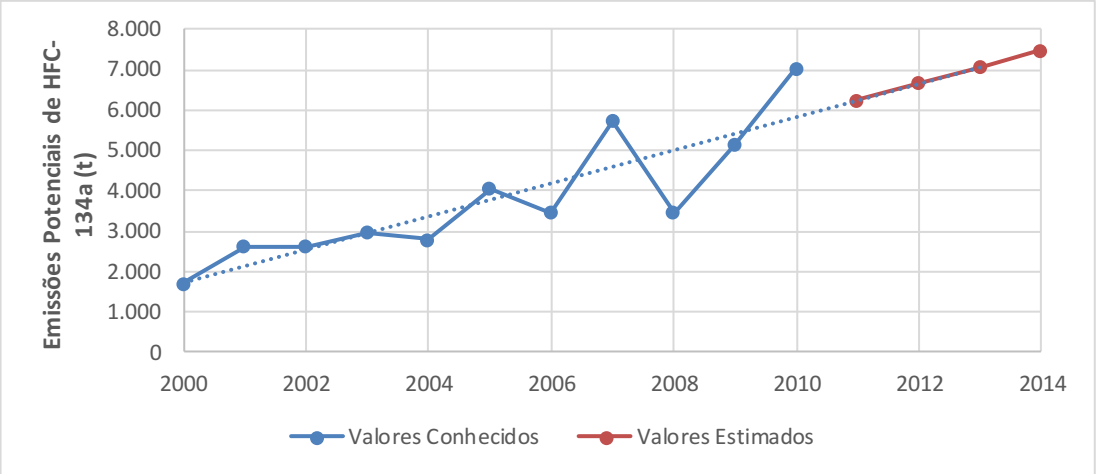
$$\mathbf{E}_{HFC-125}^{X} = \mathbf{X} * \mathbf{46,31} - \mathbf{92.656}$$

Gráfico 2: Evolução das emissões de HFC-125 e tendência estimada



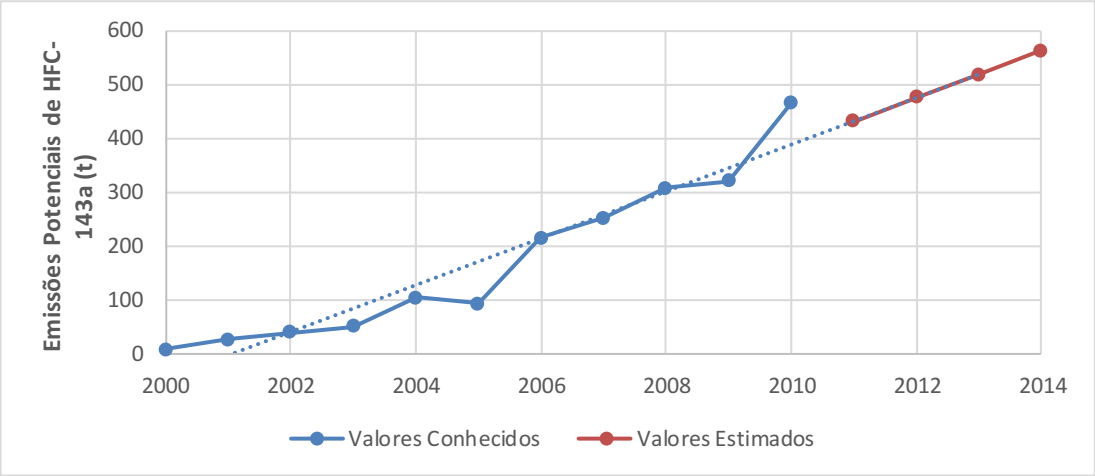

$$\mathbf{E}_{HFC-134a}^{X} = \mathbf{X} * \mathbf{412,55} - \mathbf{823.371}$$

Gráfico 3: Evolução das emissões de HFC-134a e tendência estimada



$$E^{X}_{HFC-143a} = X * 43,564 - 87.174$$

Gráfico 4: Evolução das emissões de HFC-143a e tendência estimada




Em particular, as emissões foram consideradas nulas para o HFC-152a, pois o Relatório de Referência reporta 2006 como o último ano em que ocorreram emissões.

## 2.5 Uso de $SF_6$ em equipamentos elétricos

Além da aplicação na proteção do magnésio fundido[22], o hexafluoreto de enxofre ($SF_6$) é um gás utilizado como isolante em equipamentos elétricos (chaves e disjuntores de grande porte) e as emissões desse gás ocorrem devido a perdas durante a manutenção e o descarte desses equipamentos.

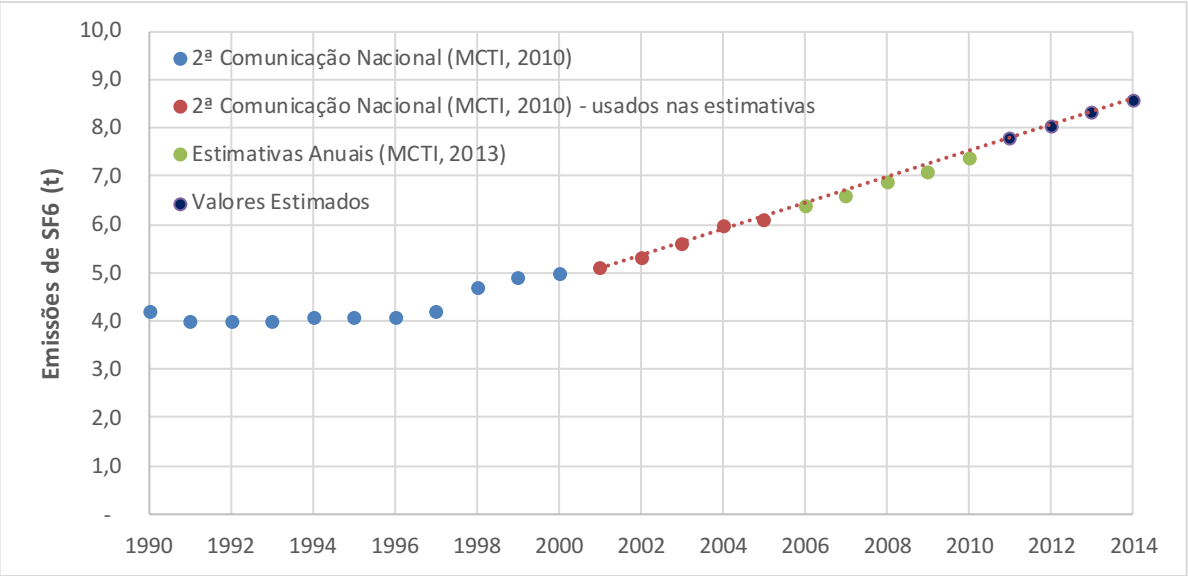
As emissões reportadas pelo SEEG para o período entre 1990 e 2005 são as mesmas publicadas no **Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal – Parte 2 (MCTI, 2010)**. Segundo o Inventário, essas emissões foram estimadas através de um fator *default* para os equipamentos e a capacidade instalada foi levantada por meio de uma pesquisa coordenada pela Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica) e pelo MCTI.

Para o período entre 2006 e 2010 as emissões foram obtidas do relatório **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil (MCTI, 2013)**[23] e, conforme metodologia utilizada no relatório, as emissões para o período entre 2011 e 2014 foram estimadas através de regressão linear das emissões entre 2001 e 2005. O Gráfico 5 ilustra as estimativas e as emissões reportadas pelo SEEG.

[22] Como visto na seção 2.1.3.

[23] Não foram utilizadas as estimativas apresentadas no relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Produção e Consumo de HFCs e $SF_6$ – Relatório de Referência (MCTI, 2014)**, mais atual, pois o mesmo não detalha as emissões reais de $SF_6$ decorrentes do uso em equipamentos elétricos para o período entre 1990 e 2010.

Gráfico 5: Estimativas das emissões de $SF_6$ em equipamentos elétricos




Devido à ausência de informações mais detalhadas a respeito do parque instalado de $SF_6$ em equipamentos elétricos, não foram feitas estimativas para o período entre 1970 e 1989 e tampouco foi possível alocá-las nas UFs.

## 2.6 Uso não energético de combustíveis e uso de solventes

Dados de uso não energético de combustíveis são apresentados no BEN, que os designa como "Consumo Final Não Energético". Nas planilhas detalhadas (Matriz 49x47), esses dados são ainda desagregados nas categorias: (i) Matéria-prima da indústria química e (ii) Outros usos. As emissões associadas ao consumo não energético de combustíveis como matéria-prima da indústria química já foram contabilizadas na categoria "Indústria química", conforme exposto no item 2.3 deste relatório e também conforme a metodologia exposta no relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Indústria Química – Relatório de Referência (MCTI, 2014)**. Já os fluxos associados a "Outros usos" são apontados pelo Relatório de Referência como responsáveis por duas atividades geradoras de emissões:

- Emissões de $CO_2$ decorrentes do consumo energético de lubrificantes em motores de dois tempos: estimadas considerando que 20% do fluxo de consumo final não energético de lubrificantes corresponde a essa finalidade e através da metodologia e dos fatores de emissão apresentados no relatório **Emissões de Gases de Efeito Estufa por Queima de Combustíveis: Abordagem *Bottom-Up* - Relatório de Referência (MCTI, 2010).**
- Emissões de COVNM decorrentes do consumo não energético de álcool anidro e hidratado, outros não energéticos de petróleo e solventes: considera-se que todo o consumo dessas fontes energéticas é transformado em emissões de compostos orgânicos voláteis não-metânicos; dessa forma os fluxos volumétricos foram apenas

convertidos para massa através da densidade apresentada no BEN e reportados como as emissões provenientes desse consumo.

Todos os fluxos de Consumo Final Não Energéticos explicitados foram obtidos do arquivo "Matrizes 49x47 – 1970 em diante", acessível no site do MME (http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores) para o período entre 1970 e 2014. Esses valores de consumo são apresentados no ANEXO G – Consumo Não Energético de Combustíveis.

Devido à ausência de informações mais detalhadas a respeito do consumo não energético desses combustíveis e do uso de solventes, não foi possível alocar as emissões nas UFs.

## 3. Diferenças do SEEG 2015 em relação ao SEEG 2014

- As emissões associadas ao consumo de combustíveis redutores na produção de ferro-gusa e aço passaram a ser alocadas nos estados de MG, RJ, SP, ES e RS a partir de fatores de alocação obtidos por meio do consumo de carvão vapor 6000, coque de carvão mineral, coque de petróleo e carvão vegetal nesse segmento industrial reportados nos **Balanços Energéticos Estaduais** dessas unidades da federação;
- As emissões associadas ao consumo de combustíveis redutores na produção de ferroligas passaram a ser alocadas nos estados de MG e SP a partir de fatores de alocação obtidos por meio do consumo de carvão vapor 6000, coque de carvão mineral, coque de petróleo e carvão vegetal nesse segmento industrial reportados nos **Balanços Energéticos Estaduais** dessas unidades da federação.

# 4. Qualidade dos dados

Dada a complexidade dos cálculos necessários para consolidar o Sistema de Estimativas de Emissões de Gases do Efeito Estufa – SEEG – e devido à opção de usar apenas dados disponíveis de forma pública e gratuita, considerou-se necessário divulgar uma avaliação da qualidade dos dados. Assim, qualquer usuário ou leitor pode aferir a confiabilidade de cada cálculo e eventualmente contribuir para aumentar a robustez dos dados.

São três avaliações de qualidade dos dados: (A) qualidade das estimativas nacionais no ano mais recente (2014); (B) qualidade da alocação dos dados por estados e (C) qualidade das estimativas no período histórico (1970 a 2014). As seguintes legendas foram utilizadas:

***Legenda para Analise de Qualidade das ESTIMATIVAS NACIONAIS 1990-2014***

| Aspecto | Valores |
|---|---|
| TIER | 1 Tier 1 do IPCC - fatores globais |
| | 2 Tier 2 do IPCC - fatores nacionais ou regionais |
| | 3 Tier 3 do IPCC - fatores especificos por planta |
| EXISTÊNCIA DE DADO DE ATIVIDADE | 1 dados existentes para calculo de acordo com Tier do 2o inventário (inclui dados existentes em associações de classe, mesmo que não seja publico). Dados que só existem nas empresas ou agentes economicos específicos nào serão |
| | 2 dados incompletos |
| | 3 dados não existentes |
| DISPONIBILIDADE DE DADOS DE ATIVIDADE | 1 dados disponíveis de forma pública e gratuita |
| | 2 dados disponíveis com alguma restrição (pago; em local físico especifico, ou disponivel apenas mediante solicitação |
| | 3 dados não disponíveis |
| FATORES DE EMISSÃO | 1 fator explícito, com referência |
| | 2 fator implícito com correlação R2 maior ou igual a 0,7 |
| | 3 fator implícito com correlação R2 menor que 0,7 |
| NECESSIDADE APRIMORAMENTO | 1 sem necessidade de aprimoramento |
| | 2 necessidade de aprimoramento de método OU obtenção dos dados para cálculo |
| | 3 necessidade de aprimoramento de método E obtenção de dados para calculo |
| QUALIDADE GERAL DO DADO | 1 dado confiável; capaz de reproduzir 2o inventario |
| | 2 dado confiável para estimativa; inventário pode gerar diferenças significativas |
| | 3 dado pouco confiável ou de dificil avaliação |

***Legenda para Analise de Qualidade da ALOCAÇÃO DE EMISSÔES POR ESTADOS***

| Aspecto | Valores |
|---|---|
| OCORRÊNCIA DE ALOCAÇÃO | 1 Alocação possível de toda emissão nacinal nos estados (não fica resíduo/montante não alocado) |
| | 2 Alocação parcialmente possível. Parte das emissões nacionais não foi alocada. |
| | 3 Alocação para os estados não foi possível |
| CRITÉRIO DE ALOCAÇÃO | 1 Critério de alocação está diretamente relacionado com os fatores de emissão |
| | 2 Critério de alocação usa fatores indiretos com alta correlação com os fatores diretos. |
| | 3 Critério de alocação usa fatores indiretos com baixa correlação com fatores diretos. |
| EXISTÊNCIA DE DADO DE ATIVIDADE | 1 dados existentes para calculo de acordo com Tier do 2o inventário (inclui dados existentes em associações de classe, mesmo que não seja publico). Dados que só existem nas empresas ou agentes economicos específicos nào serão considerados. |
| | 2 dados incompletos |
| | 3 dados não existentes |
| DISPONIBILIDADE DE DADOS DE ATIVIDADE | 1 dados disponíveis de forma pública e gratuita |
| | 2 dados disponíveis com alguma restrição (pago; em local físico especifico, ou disponivel apenas mediante solicitação |
| | 3 dados não disponíveis |
| FATORES DE EMISSÃO | 1 fator explícito, com referência |
| | 2 fator implícito com correlação R2 maior ou igual a 0,7 |
| | 3 fator implícito com correlação R2 menor que 0,7 |
| NECESSIDADE APRIMORAMENTO | 1 sem necessidade de aprimoramento |
| | 2 necessidade de aprimoramento de método OU obtenção dos dados para cálculo |
| | 3 necessidade de aprimoramento de método E obtenção de dados para calculo |
| QUALIDADE GERAL DA ALOCAÇÃO | 1 dado confiável; capaz de reproduzir 2o inventario |
| | 2 dado confiável para estimativa; inventário pode gerar diferenças significativas |
| | 3 dado pouco confiável ou de dificil avaliação |

***Legenda para Analise de Qualidade da Estimativas do Período Pré Inventário de Emissões 1970-1989***

| Aspecto | Valores |
|---|---|
| QUALIDADE RELATIVA DO DADO HISTÓRICO | 1 Dado de atividade existente/disponível para o respectivo ano e fator de emissão adequado para época |
| | 2 Dados de atividades estimados pelo projeto ou correlação com outros dados [e/ou] fatores de emissão inadequados para |
| | 3 Dados de atividades estimados e fatores de emissão inadequados |

Tabela 4: Quadro de Qualidade das estimativas nacionais em 2014

| | Tier | | Nível de Atividade | | Fator de Emissão | Necessidade de Aprimoramento | Qualidade Geral do Dado | % do total das Emissões | Emissões em 2014, em tCO2e (GWP) | Proporção com Boa Qualidade (1) | Proporção com Boa Qualidade (1 e 2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3º inventário | SEEG | Existência do Dado | Disponibilidade do Dado | | | | | | | |
| **Processos Industriais** | | | | | | | | **100%** | **101.149.185** | **51,3%** | **85,3%** |
| **Indústria Química** | | | | | | | | 3,47% | 3.514.773 | | |
| Produção de Ácido Fosfórico | s/i | Ø | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,09% | 90.395 | 0,09% | 0,09% |
| Produção de Carbureto de Cálcio | s/i | Ø | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0,04% | 42.000 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Metanol | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,04% | 36.348 | 0,04% | 0,04% |
| Produção de Amônia | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1,78% | 1.804.864 | 1,78% | 1,78% |
| Produção de Óxido de Eteno | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 0,15% | 156.657 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Eteno | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,23% | 236.064 | 0,23% | 0,23% |
| Produção de Cloreto de Vinila | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0,20% | 206.195 | 0,00% | 0,20% |
| Produção de Coque de Petróleo Calcinado | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 0,01% | 5.103 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Negro-de-fumo | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 0,64% | 647.801 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Acrilonitrila | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 0,02% | 22.329 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Ácido Adípico | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 0,04% | 40.300 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Ácido Nítrico | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0,22% | 226.717 | 0,22% | 0,22% |
| Produção de Caprolactama | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Dicloroetano | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de ABS | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Anidrido Ftálico | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Borracha de Butadieno Estireno (SBR) | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Estireno | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Etilbenzeno | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Formaldeído | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de PVC | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Poliestireno | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Polietileno PEAD | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Polietileno PEBD | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Polietileno PELBD | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Polipropileno | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Propeno | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| **Produtos Minerais** | | | | | | | | 32,32% | 32.686.880 | | |
| Produção de Cimento | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 25,35% | 25.642.829 | 0,00% | 25,35% |
| **Produção de Cal** | | | | | | | | 6,41% | 6.482.419 | | |
| Cal Calcítica | s/i | Ø | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 5,31% | 5.366.567 | 0,00% | 5,31% |
| Cal Dolomitica | s/i | Ø | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0,43% | 433.134 | 0,00% | 0,43% |
| Cal Magnesiana | s/i | Ø | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0,67% | 682.718 | 0,00% | 0,67% |
| **Produção de Vidro** | | | | | | | | 0,13% | 131.546 | | |
| Consumo de Calcário | s/i | Ø | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0,11% | 108.106 | 0,00% | 0,11% |
| Consumo de Dolomita | s/i | Ø | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0,02% | 23.439 | 0,00% | 0,02% |
| Consumo de Barrilha | s/i | Ø | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0,43% | 430.086 | 0,43% | 0,43% |
| **Produção de Metais** | | | | | | | | 43,39% | 50.389.130 | | |
| **Produção de Ferro Gusa e Aço** | | | | | | | | 41,33% | 41.804.310 | | |
| Consumo de Combustíveis Redutores | s/i | Ø | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 40,47% | 40.931.567 | 40,47% | 40,47% |
| Consumo de Calcário | s/i | Ø | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,22% | 217.822 | 0,22% | 0,22% |
| Consumo de Dolomita | s/i | Ø | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,65% | 654.921 | 0,65% | 0,65% |
| **Produção de Alumínio** | | | | | | | | 1,88% | 1.905.781 | | |
| Tecnologia Soderberg | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1,04% | 1.050.593 | 0,00% | 1,04% |
| Tecnologia Prebaked Anode | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 0,85% | 855.188 | 0,00% | 0,85% |
| **Produção de Magnésio** | | | | | | | | 0,09% | 91.560 | | |
| Consumo de Dolomita | s/i | Ø | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 0,09% | 91.560 | 0,00% | 0,00% |
| Uso de SF6 | 3 | Ø | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Ferroligas | s/i | Ø | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,96% | 972.144 | 0,96% | 0,96% |
| Produção de Outros Não-Ferrosos | s/i | Ø | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5,55% | 5.615.334 | 5,55% | 5,55% |
| **Emissões de HFCs** | 2 | Ø | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 13,53% | 13.688.577 | 0,00% | 0,00% |
| **Uso de SF6 em Equipamentos Elétricos** | 2 | Ø | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 0,20% | 205.301 | 0,00% | 0,00% |
| **Uso Não-Energético de Combustíveis e Uso de Solventes** | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,66% | 664.524 | 0,66% | 0,66% |
| **Total Geral** | | | | | | | | **100%** | **101.149.185** | **51,3%** | **85,3%** |

Tabela 5: Quadro de Qualidade das estimativas nacionais entre 1970 e 2014

| | 1970-1971 | 1972-1974 | 1975-1979 | 1980 | 1981 | 1982-1984 | 1985-1986 | 87-19 | 1990-2005 | 2006-2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | Qualidade Geral do Dado | % do total das Emissões | Emissões (ton GWP) em todo período | Proporção com Boa Qualidade (1) | Proporção com Boa Qualidade (1 e 2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Processos Industriais** | | | | | | | | | | | | | | | | **100%** | **2.620.031.802** | **55,2%** | **94,7%** |
| **Indústria Química** | | | | | | | | | | | | | | | | 10,48% | 274.587.344 | | |
| Produção de Ácido Fosfórico | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0,12% | 3.266.153 | 0,00% | 0,12% |
| Produção de Carbureto de Cálcio | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0,03% | 777.000 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Metanol | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,09% | 2.284.152 | 0,09% | 0,09% |
| Produção de Amônia | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2,28% | 59.774.617 | 2,28% | 2,28% |
| Produção de Óxido de Eteno | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,16% | 4.204.001 | 0,00% | 0,16% |
| Produção de Eteno | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,20% | 5.212.709 | 0,20% | 0,20% |
| Produção de Cloreto de Vinila | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,19% | 5.108.092 | 0,00% | 0,19% |
| Produção de Coque de Petróleo Calcinado | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0,00% | 95.889 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Negro-de-fumo | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,64% | 16.650.110 | 0,00% | 0,64% |
| Produção de Acrilonitrila | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,02% | 637.082 | 0,00% | 0,02% |
| Produção de Ácido Adípico | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5,78% | 151.328.462 | 0,00% | 5,78% |
| Produção de Ácido Nítrico | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,86% | 22.570.886 | 0,00% | 0,86% |
| Produção de Caprolactama | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,10% | 2.678.191 | 0,10% | 0,10% |
| Produção de Dicloroetano | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de ABS | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Anidrido Ftálico | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Borracha de Butadieno Estireno (SBR) | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Estireno | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Etilbenzeno | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Formaldeído | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de PVC | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Poliestireno | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Polietileno PEAD | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Polietileno PEBD | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Polietileno PELBD | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Polipropileno | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Propeno | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| **Produtos Minerais** | | | | | | | | | | | | | | | | 29,19% | 764.781.705 | | |
| Produção de Cimento | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 22,01% | 576.678.682 | 0,00% | 22,01% |
| **Produção de Cal** | | | | | | | | | | | | | | | | 6,71% | 175.800.699 | | |
| Cal Calcítica | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 5,12% | 134.210.532 | 0,00% | 5,12% |
| Cal Dolomitica | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0,62% | 16.143.826 | 0,00% | 0,62% |
| Cal Magnesiana | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0,97% | 25.446.341 | 0,00% | 0,97% |
| **Produção de Vidro** | | | | | | | | | | | | | | | | 0,12% | 3.197.137 | | |
| Consumo de Calcário | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,10% | 2.627.457 | 0,00% | 0,10% |
| Consumo de Dolomita | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,02% | 569.680 | 0,00% | 0,02% |
| Consumo de Barrilha | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,35% | 9.105.187 | 0,35% | 0,35% |
| **Produção de Metais** | | | | | | | | | | | | | | | | 54,30% | 1.422.795.545 | | |
| **Produção de Ferro Gusa e Aço** | | | | | | | | | | | | | | | | 46,61% | 1.221.162.634 | | |
| Consumo de Combustíveis Redutores | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 44,24% | 1.159.026.689 | 44,24% | 44,24% |
| Consumo de Calcário | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1,48% | 38.658.639 | 0,00% | 1,48% |
| Consumo de Dolomita | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0,90% | 23.477.306 | 0,00% | 0,90% |
| **Produção de Alumínio** | | | | | | | | | | | | | | | | 4,44% | 116.310.888 | | |
| Tecnologia Soderberg | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2,24% | 58.624.810 | 2,24% | 2,24% |
| Tecnologia Prebaked Anode | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2,20% | 57.686.077 | 2,20% | 2,20% |
| **Produção de Magnésio** | | | | | | | | | | | | | | | | 0,30% | 7.884.824 | | |
| Consumo de Dolomita | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,06% | 1.662.459 | 0,00% | 0,06% |
| Uso de SF6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,24% | 6.222.365 | 0,00% | 0,24% |
| Produção de Ferroligas | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,84% | 22.087.294 | 0,84% | 0,84% |
| Produção de Outros Não Ferrosos | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2,11% | 55.349.906 | 2,11% | 2,11% |
| **Emissões de HFCs** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5,32% | 139.355.221 | 0,00% | 0,00% |
| **Uso de SF6 em Equipamentos Elétricos** | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,13% | 3.406.706 | 0,00% | 0,13% |
| **Uso Não-Energético de Combustíveis e Uso de Solventes** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,58% | 15.105.281 | 0,58% | 0,58% |
| **Total Geral** | | | | | | | | | | | | | | | | **100%** | **2.620.031.802** | **55,2%** | **94,7%** |

Tabela 6: Quadro de Qualidade dos Dados de Alocação nas UFs em 2014[24]

| | Ocorrencia de alocação | Critério de Alocação | Nível de Atividade | | Necessidade de Aprimoramento | Qualidade Geral da Alocação | % do total das Emissões | Emissões em 2014, em tCO2e (GWP) | Proporção com Boa Qualidade (1) | Proporção com Boa Qualidade (1 e 2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Existência do Dado | Disponibilidade do Dado | | | | | | |
| **Processos Industriais** | | | | | | | **100%** | **101.149.185** | **2,0%** | **70,8%** |
| **Indústria Química** | | | | | | | 3,47% | 3.514.773 | | |
| Produção de Ácido Fosfórico | 3 | n/a | 3 | 3 | 2 | n/a | 0,09% | 90.395 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Carbureto de Cálcio | 3 | n/a | 1 | 3 | 3 | n/a | 0,04% | 42.000 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Metanol | 3 | n/a | 1 | 3 | 2 | n/a | 0,04% | 36.348 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Amônia | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1,78% | 1.804.864 | 0,00% | 1,78% |
| Produção de Óxido de Eteno | 3 | n/a | 1 | 3 | 2 | n/a | 0,15% | 156.657 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Eteno | 3 | n/a | 1 | 3 | 2 | n/a | 0,23% | 236.064 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Cloreto de Vinila | 3 | n/a | 1 | 3 | 2 | n/a | 0,20% | 206.195 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Coque de Petróleo Calcinado | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,01% | 5.103 | 0,01% | 0,01% |
| Produção de Negro-de-fumo | 3 | n/a | 1 | 3 | 2 | n/a | 0,64% | 647.801 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Acrilonitrila | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,02% | 22.329 | 0,02% | 0,02% |
| Produção de Ácido Adípico | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,04% | 40.300 | 0,04% | 0,04% |
| Produção de Ácido Nítrico | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 0,22% | 226.717 | 0,00% | 0,22% |
| Produção de Caprolactama | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Dicloroetano | 3 | n/a | 1 | 3 | 2 | n/a | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de ABS | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Anidrido Ftálico | 3 | n/a | 1 | 3 | 2 | n/a | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Borracha de Butadieno Estireno (SBR) | 3 | n/a | 1 | 3 | 2 | n/a | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Estireno | 3 | n/a | 1 | 3 | 2 | n/a | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Etilbenzeno | 3 | n/a | 1 | 3 | 2 | n/a | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Formaldeído | 3 | n/a | 1 | 3 | 2 | n/a | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de PVC | 3 | n/a | 1 | 3 | 2 | n/a | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Poliestireno | 3 | n/a | 1 | 3 | 2 | n/a | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Polietileno PEAD | 3 | n/a | 1 | 3 | 2 | n/a | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Polietileno PEBD | 3 | n/a | 1 | 3 | 2 | n/a | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Polietileno PELBD | 3 | n/a | 1 | 3 | 2 | n/a | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Polipropileno | 3 | n/a | 1 | 3 | 2 | n/a | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Propeno | 3 | n/a | 1 | 3 | 2 | n/a | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| **Produtos Minerais** | | | | | | | 32,32% | 32.686.880 | | |
| Produção de Cimento | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 25,35% | 25.642.829 | 0,00% | 25,35% |
| **Produção de Cal** | | | | | | | 6,41% | 6.482.419 | | |
| Cal Calcítica | 3 | n/a | 3 | 3 | 2 | n/a | 5,31% | 5.366.567 | 0,00% | 0,00% |
| Cal Dolomitica | 3 | n/a | 3 | 3 | 2 | n/a | 0,43% | 433.134 | 0,00% | 0,00% |
| Cal Magnesiana | 3 | n/a | 3 | 3 | 2 | n/a | 0,67% | 682.718 | 0,00% | 0,00% |
| **Produção de Vidro** | | | | | | | 0,13% | 131.546 | | |
| Consumo de Calcário | 3 | n/a | 3 | 3 | 2 | n/a | 0,11% | 108.106 | 0,00% | 0,00% |
| Consumo de Dolomita | 3 | n/a | 3 | 3 | 2 | n/a | 0,02% | 23.439 | 0,00% | 0,00% |
| Consumo de Barrilha | 3 | n/a | 3 | 3 | 2 | n/a | 0,43% | 430.086 | 0,00% | 0,00% |
| **Produção de Metais** | | | | | | | 49,82% | 50.389.130 | | |
| **Produção de Ferro Gusa e Aço** | | | | | | | 41,33% | 41.804.310 | | |
| Consumo de Combustíveis Redutores | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 40,47% | 40.931.567 | 0,00% | 40,47% |
| Consumo de Calcário | 3 | n/a | 1 | 3 | 3 | n/a | 0,22% | 217.822 | 0,00% | 0,00% |
| Consumo de Dolomita | 3 | n/a | 1 | 3 | 3 | n/a | 0,65% | 654.921 | 0,00% | 0,00% |
| **Produção de Alumínio** | | | | | | | 1,88% | 1.905.781 | | |
| Tecnologia Soderberg | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1,04% | 1.050.593 | 1,04% | 1,04% |
| Tecnologia Prebaked Anode | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0,85% | 855.188 | 0,85% | 0,85% |
| **Produção de Magnésio** | | | | | | | 0,09% | 91.560 | | |
| Consumo de Dolomita | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0,09% | 91.560 | 0,09% | 0,09% |
| Uso de SF6 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0,00% | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Produção de Ferroligas | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0,96% | 972.144 | 0,00% | 0,96% |
| Produção de Outros Não-Ferrosos | 3 | n/a | 1 | 2 | 3 | n/a | 5,55% | 5.615.334 | 0,00% | 0,00% |
| **Emissões de HFCs** | 3 | n/a | 3 | 3 | 3 | n/a | 13,53% | 13.688.577 | 0,00% | 0,00% |
| **Uso de SF6 em Equipamentos Elétricos** | 3 | n/a | 3 | 3 | 3 | n/a | 0,20% | 205.301 | 0,00% | 0,00% |
| **Uso Não-Energético de Combustíveis e Uso de Solventes** | 3 | n/a | 1 | 2 | 3 | n/a | 0,66% | 664.524 | 0,00% | 0,00% |
| **Total Geral** | | | | | | | **100%** | **101.149.185** | **2,0%** | **70,8%** |

As tabelas aqui apresentadas podem ser melhor visualizadas em suas versões em planilha Excel, disponibilizadas na plataforma web, possuindo comentários explicando as razões para classificações (2) e (3) de cada dado.

[24] Outros Produtos Químicos: anidrido ftálico, borracha de estireno butadieno (SBR), estireno, etilbenzeno, formaldeído, PVC, poliestireno, polietileno (PEAD, PEBD e PELBD), polipropileno e propeno.

# 5. Resultados

Tabela 7: Emissões nacionais de $CO_2e$ (GWP) por atividade ($ktCO_2e$)

| BR | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Emissões de HFCs** | **-** | **-** | **-** | **-** | **1.408** | **2.168** | **2.270** | **4.365** | **12.392** | **11.165** | **12.006** | **12.847** | **13.689** |
| **Indústria Química** | **2.225** | **4.069** | **6.283** | **6.100** | **5.798** | **8.095** | **8.984** | **11.231** | **3.521** | **3.751** | **3.481** | **3.515** | **3.515** |
| **Produção de Ácido Adípico** | **1.925** | **2.999** | **4.456** | **3.178** | **2.675** | **4.675** | **5.428** | **7.279** | **40** | **40** | **40** | **40** | **40** |
| **Produção de Ácido Fosfórico** | **26** | **32** | **41** | **52** | **62** | **86** | **104** | **125** | **112** | **107** | **90** | **90** | **90** |
| **Produção de Ácido Nítrico** | **115** | **471** | **541** | **519** | **561** | **636** | **648** | **685** | **248** | **243** | **237** | **227** | **227** |
| **Produção de Acrilonitrila** | **-** | **-** | **12** | **17** | **18** | **19** | **21** | **20** | **22** | **22** | **22** | **22** | **22** |
| **Produção de Amônia** | **42** | **299** | **648** | **1.691** | **1.683** | **1.785** | **1.663** | **1.934** | **1.739** | **1.995** | **1.758** | **1.805** | **1.805** |
| **Produção de Caprolactama** | **-** | **-** | **65** | **79** | **78** | **98** | **104** | **94** | **-** | **-** | **-** | **-** | **-** |
| **Produção de Carbureto de Cálcio** | **-** | **-** | **-** | **-** | **-** | **4** | **51** | **41** | **42** | **42** | **42** | **42** | **42** |
| **Produção de Cloreto de Vinila** | **14** | **30** | **76** | **95** | **141** | **115** | **125** | **173** | **214** | **206** | **206** | **206** | **206** |
| **Produção de Coque de Petróleo Calcinado** | **-** | **-** | **-** | **2** | **2** | **3** | **3** | **3** | **5** | **5** | **5** | **5** | **5** |
| **Produção de Eteno** | **1** | **19** | **46** | **84** | **97** | **122** | **170** | **175** | **229** | **218** | **222** | **236** | **236** |
| **Produção de Metanol** | **5** | **10** | **40** | **49** | **53** | **65** | **67** | **86** | **65** | **67** | **53** | **36** | **36** |
| **Produção de Negro-de-fumo** | **98** | **193** | **296** | **251** | **355** | **399** | **457** | **451** | **648** | **648** | **648** | **648** | **648** |
| **Produção de Óxido de Eteno** | **-** | **15** | **63** | **82** | **71** | **90** | **143** | **165** | **157** | **157** | **157** | **157** | **157** |
| **Produção de Metais** | **6.181** | **8.907** | **17.673** | **27.194** | **28.764** | **38.487** | **43.148** | **48.829** | **50.130** | **54.876** | **52.724** | **49.646** | **50.389** |
| **Produção de Alumínio** | **254** | **548** | **1.178** | **2.342** | **3.824** | **4.195** | **3.180** | **3.387** | **3.101** | **2.863** | **2.886** | **2.606** | **1.906** |
| Tecnologia Prebaked Anode | - | - | - | 778 | 2.111 | 2.598 | 1.859 | 1.506 | 1.531 | 1.549 | 1.467 | 1.368 | 1.051 |
| Tecnologia Soderberg | 254 | 548 | 1.178 | 1.565 | 1.712 | 1.597 | 1.321 | 1.881 | 1.570 | 1.314 | 1.419 | 1.238 | 855 |
| **Produção de Ferro Gusa e Aço** | **5.728** | **7.993** | **15.421** | **23.741** | **24.028** | **32.408** | **37.896** | **42.685** | **41.876** | **45.364** | **43.289** | **40.634** | **41.804** |
| Consumo de Calcário | 274 | 422 | 778 | 1.038 | 1.044 | 882 | 1.086 | 1.015 | 1.609 | 1.835 | 1.625 | 218 | 218 |
| Consumo de Combustíveis Redutores | 5.325 | 7.374 | 14.277 | 22.215 | 22.494 | 30.796 | 36.282 | 40.810 | 39.025 | 42.279 | 40.843 | 39.761 | 40.932 |
| Consumo de Dolomita | 129 | 198 | 365 | 487 | 490 | 730 | 528 | 860 | 1.242 | 1.251 | 821 | 655 | 655 |
| **Produção de Ferroligas** | **11** | **130** | **286** | **220** | **197** | **301** | **632** | **1.049** | **1.298** | **1.165** | **1.137** | **1.044** | **972** |
| **Produção de Magnésio** | **-** | **-** | **-** | **-** | **168** | **293** | **299** | **468** | **95** | **92** | **92** | **92** | **92** |
| Consumo de Dolomita | - | - | - | - | 29 | 52 | 53 | 62 | 95 | 92 | 92 | 92 | 92 |
| Uso de SF6 | - | - | - | - | 139 | 241 | 246 | 406 | - | - | - | - | - |
| **Produção de Outros Não-Ferrosos** | **188** | **236** | **789** | **891** | **547** | **1.289** | **1.142** | **1.239** | **3.760** | **5.392** | **5.320** | **5.271** | **5.615** |
| **Produtos Minerais** | **5.391** | **8.942** | **14.774** | **12.361** | **14.998** | **15.942** | **21.386** | **19.086** | **27.747** | **29.922** | **31.751** | **32.330** | **32.687** |
| **Consumo de Barrilha** | **47** | **87** | **157** | **120** | **182** | **247** | **243** | **196** | **396** | **375** | **441** | **430** | **430** |
| **Produção de Cal** | **1.460** | **1.655** | **2.935** | **3.356** | **3.687** | **4.103** | **5.007** | **5.504** | **5.949** | **6.335** | **6.401** | **6.482** | **6.482** |
| Cal Calcítica | 1.053 | 1.194 | 2.116 | 2.420 | 2.659 | 2.989 | 3.948 | 4.346 | 4.801 | 5.220 | 5.299 | 5.367 | 5.367 |
| Cal Dolomítica | 158 | 179 | 318 | 363 | 399 | 432 | 411 | 450 | 446 | 433 | 428 | 433 | 433 |
| Cal Magnesiana | 249 | 282 | 501 | 572 | 629 | 682 | 648 | 709 | 702 | 682 | 674 | 683 | 683 |
| **Produção de Cimento** | **3.853** | **7.163** | **11.637** | **8.831** | **11.062** | **11.528** | **16.047** | **13.273** | **21.288** | **23.080** | **24.778** | **25.286** | **25.643** |
| **Produção de Vidro** | **31** | **37** | **45** | **54** | **67** | **64** | **89** | **113** | **114** | **132** | **132** | **132** | **132** |
| Consumo de Calcário | 25 | 31 | 37 | 44 | 55 | 53 | 74 | 93 | 93 | 108 | 108 | 108 | 108 |
| Consumo de Dolomita | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 11 | 16 | 20 | 20 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| **Uso de SF6 em Equipamentos Elétricos** | **-** | **-** | **-** | **-** | **100** | **98** | **120** | **143** | **177** | **186** | **192** | **199** | **205** |
| **Uso Não-Energético de Combustíveis e Uso de Solventes** | **-** | **-** | **-** | **454** | **428** | **414** | **505** | **515** | **663** | **744** | **679** | **769** | **665** |
| **Total Geral** | **13.796** | **21.918** | **38.731** | **46.109** | **51.497** | **65.204** | **76.412** | **84.170** | **94.630** | **100.643** | **100.834** | **99.306** | **101.149** |

## Tabela 8: Emissões nacionais por tipo de gás (t)

| BR | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $CO_2$ | 11.318.844 | 17.457.953 | 32.088.713 | 39.717.672 | 42.911.659 | 53.781.437 | 65.169.223 | 68.533.190 | 79.784.157 | 87.055.689 | 86.427.704 | 84.195.392 | 85.374.163 |
| $CH_4$ | 9.806 | 23.578 | 30.769 | 43.336 | 49.126 | 43.878 | 46.906 | 59.270 | 49.203 | 49.646 | 48.195 | 45.733 | 43.610 |
| $N_2O$ | 6.839 | 11.734 | 17.070 | 13.229 | 11.851 | 18.589 | 21.165 | 27.522 | 2.227 | 2.285 | 2.220 | 2.111 | 2.083 |
| CO | 232.225 | 504.083 | 670.885 | 938.861 | 1.044.575 | 970.415 | 970.662 | 1.221.459 | 984.456 | 1.024.859 | 987.852 | 919.985 | 880.679 |
| COVNM | 1.530.723 | 2.334.757 | 3.385.100 | 1.832.764 | 1.949.938 | 1.921.668 | 2.617.431 | 2.548.799 | 4.547.255 | 4.795.869 | 4.647.020 | 4.974.433 | 113.214.359 |
| $NO_x$ | 13.659 | 23.857 | 39.308 | 57.504 | 60.552 | 73.481 | 86.798 | 102.827 | 98.127 | 106.839 | 103.396 | 99.639 | 100.419 |
| HFC-125 | - | - | - | - | - | - | 7 | 121 | 501 | 468 | 515 | 561 | 607 |
| HFC-134a | - | - | - | - | 1 | 291 | 1.709 | 2.789 | 7.034 | 6.258 | 6.671 | 7.083 | 7.496 |
| HFC-143a | - | - | - | - | - | - | 8 | 104 | 467 | 433 | 476 | 520 | 563 |
| HFC-152a | - | - | - | - | - | - | 0 | 54 | - | - | - | - | - |
| HFC-23 | - | - | - | - | 120 | 153 | - | - | - | - | - | - | - |
| HFC-32 | - | - | - | - | - | - | - | - | 106 | 114 | 128 | 143 | 158 |
| $C_2F_6$ | 1 | 3 | 6 | 15 | 27 | 26 | 12 | 10 | 6 | 5 | 5 | 5 | 3 |
| $CF_4$ | 21 | 46 | 99 | 191 | 306 | 306 | 147 | 131 | 77 | 67 | 70 | 62 | 44 |
| $SF_6$ | - | - | - | - | 10 | 14 | 15 | 23 | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 |

## Tabela 9: Emissões nacionais de $CO_2e$ (GWP) por tipo de gás ($ktCO_2e$)

| BR | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $CO_2$ | 11.319 | 17.458 | 32.089 | 39.718 | 42.912 | 53.781 | 65.169 | 68.533 | 79.784 | 87.056 | 86.428 | 84.195 | 85.374 |
| $CH_4$ | 206 | 495 | 646 | 910 | 1.032 | 921 | 985 | 1.245 | 1.033 | 1.043 | 1.012 | 960 | 916 |
| $N_2O$ | 2.120 | 3.638 | 5.292 | 4.101 | 3.674 | 5.763 | 6.561 | 8.532 | 690 | 708 | 688 | 654 | 646 |
| HFC-125 | - | - | - | - | - | - | 20 | 338 | 1.403 | 1.312 | 1.441 | 1.571 | 1.701 |
| HFC-134a | - | - | - | - | 1 | 378 | 2.222 | 3.625 | 9.145 | 8.136 | 8.672 | 9.208 | 9.745 |
| HFC-143a | - | - | - | - | - | - | 29 | 394 | 1.775 | 1.644 | 1.810 | 1.975 | 2.141 |
| HFC-152a | - | - | - | - | - | - | 0 | 8 | - | - | - | - | - |
| HFC-23 | - | - | - | - | 1.407 | 1.791 | - | - | - | - | - | - | - |
| HFC-32 | - | - | - | - | - | - | - | - | 69 | 74 | 83 | 93 | 103 |
| $C_2F_6$ | 13 | 28 | 60 | 137 | 244 | 242 | 108 | 93 | 54 | 48 | 50 | 45 | 32 |
| $CF_4$ | 139 | 300 | 644 | 1.243 | 1.988 | 1.989 | 953 | 853 | 499 | 437 | 457 | 405 | 288 |
| $SF_6$ | - | - | - | - | 239 | 339 | 366 | 550 | 177 | 186 | 192 | 199 | 205 |
| **Total Geral** | **13.796** | **21.918** | **38.731** | **46.109** | **51.497** | **65.204** | **76.412** | **84.170** | **94.630** | **100.643** | **100.834** | **99.306** | **101.149** |

## Tabela 10: Emissões nacionais de $CO_2e$ (GWP) alocadas por UF ($ktCO_2e$)

| BR | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Emissões Alocadas** | **2.335** | **11.481** | **31.300** | **38.570** | **42.500** | **51.565** | **56.014** | **56.902** | **63.730** | **67.081** | **67.008** | **65.048** | **65.749** |
| AL | - | - | 135 | 107 | 146 | 110 | 197 | 162 | 243 | 254 | 253 | 295 | 299 |
| AM | - | - | - | - | 166 | 130 | 251 | 232 | 261 | 293 | 283 | 278 | 282 |
| BA | - | 214 | 551 | 674 | 622 | 701 | 628 | 512 | 570 | 506 | 531 | 596 | 603 |
| CE | - | 36 | 152 | 211 | 258 | 281 | 591 | 535 | 671 | 715 | 769 | 636 | 645 |
| DF | - | 152 | 265 | 294 | 364 | 341 | 764 | 861 | 1.138 | 1.275 | 1.398 | 1.484 | 1.505 |
| ES | - | 156 | 284 | 5.169 | 4.491 | 5.413 | 5.853 | 5.560 | 10.091 | 8.788 | 7.800 | 7.644 | 7.870 |
| GO | - | 205 | 357 | 317 | 399 | 363 | 287 | 293 | 477 | 501 | 576 | 599 | 608 |
| MA | - | 45 | 86 | 486 | 1.068 | 1.239 | 962 | 905 | 890 | 910 | 1.013 | 884 | 590 |
| MG | 149 | 2.648 | 9.249 | 9.828 | 11.674 | 14.781 | 17.045 | 18.763 | 21.433 | 21.047 | 20.981 | 19.843 | 20.136 |
| MS | - | - | 160 | 142 | 131 | 203 | 319 | 242 | 359 | 424 | 404 | 555 | 563 |
| MT | - | 145 | - | - | - | 182 | 230 | 236 | 320 | 350 | 371 | 342 | 347 |
| PA | - | 91 | 135 | 177 | 880 | 1.238 | 1.044 | 1.200 | 1.320 | 1.351 | 1.361 | 1.397 | 1.386 |
| PB | - | 162 | 195 | 136 | 474 | 369 | 660 | 597 | 779 | 729 | 887 | 864 | 877 |
| PE | - | 288 | 444 | 353 | 174 | 184 | 201 | 190 | 305 | 389 | 453 | 432 | 438 |
| PI | - | - | - | - | - | - | - | 153 | 226 | 219 | 236 | 233 | 236 |
| PR | - | 406 | 816 | 905 | 1.191 | 1.379 | 1.778 | 1.760 | 2.282 | 2.338 | 2.250 | 2.455 | 2.486 |
| RJ | 11 | 922 | 5.374 | 8.028 | 7.881 | 8.885 | 8.505 | 7.822 | 10.357 | 14.911 | 14.526 | 13.574 | 13.949 |
| RN | - | 72 | 108 | 102 | 58 | 68 | 143 | 135 | 167 | 237 | 466 | 556 | 564 |
| RO | - | - | - | - | - | - | - | - | 207 | 251 | 257 | 199 | 202 |
| RS | - | 251 | 318 | 390 | 577 | 617 | 746 | 558 | 775 | 793 | 812 | 812 | 824 |
| SC | - | 105 | 151 | 117 | 227 | 219 | 141 | 77 | 164 | 356 | 713 | 642 | 651 |
| SE | - | 65 | 70 | 178 | 202 | 178 | 766 | 774 | 1.098 | 1.153 | 1.115 | 1.198 | 1.215 |
| SP | 2.175 | 5.519 | 12.449 | 10.957 | 11.518 | 14.685 | 14.904 | 15.335 | 9.428 | 9.104 | 9.351 | 9.345 | 9.286 |
| TO | - | - | - | - | - | - | - | - | 169 | 188 | 203 | 184 | 186 |
| **Emissões Não Alocadas** | **11.461** | **10.438** | **7.430** | **7.539** | **8.997** | **13.639** | **20.398** | **26.408** | **30.900** | **33.563** | **33.826** | **34.258** | **35.400** |
| **Total Geral** | **13.796** | **21.918** | **38.731** | **46.109** | **51.497** | **65.204** | **76.412** | **83.310** | **94.630** | **100.643** | **100.834** | **99.306** | **101.149** |

Tabela 11: Emissões nacionais de $CO_2e$ (GWP) por atividade em 2014 alocadas por UF ($ktCO_2e$)

| BR | Emissões Não Alocadas | AC | AL | AM | AP | BA | CE | DF | ES | GO | MA | MG | MS | MT | PA | PB | PE | PI | PR | RJ | RN | RO | RR | RS | SC | SE | SP | TO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Emissões de HFCs** | **13.689** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Indústria Química** | **1.415** | - | - | - | - | **46** | - | - | - | - | - | **519** | - | - | - | - | - | - | **243** | **563** | - | - | - | - | - | **7** | **722** | - |
| **Produção de Ácido Adípico** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | **40** | - |
| **Produção de Ácido Fosfórico** | **90** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Produção de Ácido Nítrico** | - | - | - | - | - | **13** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | **214** | - |
| **Produção de Acrilonitrila** | - | - | - | - | - | **22** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Produção de Amônia** | - | - | - | - | - | **11** | - | - | - | - | - | **519** | - | - | - | - | - | - | **243** | **563** | - | - | - | - | - | **7** | **463** | - |
| **Produção de Caprolactama** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Produção de Carbureto de Cálcio** | **42** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Produção de Cloreto de Vinila** | **206** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Produção de Coque de Petróleo Calcinado** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | **5** | - |
| **Produção de Eteno** | **236** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Produção de Metanol** | **36** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Produção de Negro-de-fumo** | **648** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Produção de Óxido de Eteno** | **157** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Produtos Minerais** | **8.403** | - | **299** | **282** | - | **557** | **645** | **1.505** | **974** | **608** | **301** | **5.327** | **563** | **347** | **624** | **877** | **438** | **236** | **2.243** | **1.190** | **564** | **202** | - | **813** | **651** | **1.209** | **3.642** | **186** |
| **Consumo de Barrilha** | **430** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Produção de Cal** | **6.482** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Cal Calcítica | 5.367 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Cal Dolomítica | 433 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Cal Magnesiana | 683 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Produção de Cimento** | **1.359** | - | **299** | **282** | - | **557** | **645** | **1.505** | **974** | **608** | **301** | **5.327** | **563** | **347** | **624** | **877** | **438** | **236** | **2.243** | **1.190** | **564** | **202** | - | **813** | **651** | **1.209** | **3.642** | **186** |
| **Produção de Vidro** | **132** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Consumo de Calcário | 108 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Consumo de Dolomita | 23 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Produção de Metais** | **11.023** | - | - | - | - | - | - | - | **6.896** | - | **289** | **14.291** | - | - | **762** | - | - | - | - | **12.197** | - | - | - | **11** | - | - | **4.922** | - |
| **Produção de Alumínio** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | **289** | **86** | - | - | **762** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | **769** | - |
| Tecnologia Prebaked Anode | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 289 | - | - | - | 762 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tecnologia Soderberg | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 86 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 769 | - |
| **Produção de Ferro Gusa e Aço** | **4.492** | - | - | - | - | - | - | - | **6.896** | - | - | **14.058** | - | - | - | - | - | - | - | **12.197** | - | - | - | **11** | - | - | **4.152** | - |
| Consumo de Calcário | 218 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Consumo de Combustíveis Redutores | 3.619 | - | - | - | - | - | - | - | 6.896 | - | - | 14.058 | - | - | - | - | - | - | - | 12.197 | - | - | - | 11 | - | - | 4.152 | - |
| Consumo de Dolomita | 655 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Produção de Ferroligas** | **916** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | **55** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | **1** | - |
| **Produção de Magnésio** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | **92** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Consumo de Dolomita | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 92 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Uso de SF6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Produção de Outros Não-Ferrosos** | **5.615** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Uso de SF6 em Equipamentos Elétricos** | **205** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Uso Não-Energético de Combustíveis e Uso de Solventes** | **665** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Total Geral** | **35.400** | - | **299** | **282** | - | **603** | **645** | **1.505** | **7.870** | **608** | **590** | **20.136** | **563** | **347** | **1.386** | **877** | **438** | **236** | **2.486** | **13.949** | **564** | **202** | - | **824** | **651** | **1.215** | **9.286** | **186** |

## Tabela 12: Emissões de $CO_2e$ (GWP) na Produção de Cimento alocadas por UF ($ktCO_2e$)

| Produção de Cimento | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Emissões Alocadas** | **-** | **7.163** | **11.637** | **8.831** | **11.062** | **11.528** | **15.909** | **14.262** | **21.202** | **22.993** | **24.680** | **23.946** | **24.284** |
| AL | - | - | 135 | 107 | 146 | 110 | 197 | 162 | 243 | 254 | 253 | 295 | 299 |
| AM | - | - | - | - | 166 | 130 | 251 | 232 | 261 | 293 | 283 | 278 | 282 |
| BA | - | 214 | 348 | 237 | 217 | 372 | 278 | 206 | 425 | 457 | 485 | 549 | 557 |
| CE | - | 36 | 152 | 211 | 258 | 281 | 591 | 535 | 671 | 715 | 769 | 636 | 645 |
| DF | - | 152 | 265 | 294 | 364 | 341 | 764 | 861 | 1.138 | 1.275 | 1.398 | 1.484 | 1.505 |
| ES | - | 156 | 284 | 297 | 426 | 353 | 573 | 617 | 853 | 917 | 942 | 960 | 974 |
| GO | - | 205 | 357 | 317 | 399 | 363 | 287 | 293 | 477 | 501 | 576 | 599 | 608 |
| MA | - | 45 | 86 | 89 | 56 | 54 | 134 | 114 | 138 | 153 | 318 | 297 | 301 |
| MG | - | 2.261 | 3.435 | 2.491 | 2.833 | 2.886 | 3.620 | 3.505 | 5.100 | 5.488 | 5.929 | 5.253 | 5.327 |
| MS | - | - | 160 | 142 | 131 | 203 | 319 | 242 | 359 | 424 | 404 | 555 | 563 |
| MT | - | 145 | - | - | - | 182 | 230 | 236 | 320 | 350 | 371 | 342 | 347 |
| PA | - | 91 | 135 | 144 | 138 | 127 | 220 | 267 | 541 | 559 | 589 | 615 | 624 |
| PB | - | 162 | 195 | 136 | 474 | 369 | 660 | 597 | 779 | 729 | 887 | 864 | 877 |
| PE | - | 288 | 444 | 353 | 174 | 184 | 201 | 190 | 305 | 389 | 453 | 432 | 438 |
| PI | - | - | - | - | - | - | - | 153 | 226 | 219 | 236 | 233 | 236 |
| PR | - | 406 | 816 | 672 | 957 | 1.113 | 1.534 | 1.490 | 2.047 | 2.069 | 2.013 | 2.212 | 2.243 |
| RJ | - | 845 | 1.243 | 799 | 1.029 | 1.014 | 1.173 | 874 | 1.503 | 1.791 | 1.832 | 1.173 | 1.190 |
| RN | - | 72 | 108 | 102 | 58 | 68 | 143 | 135 | 167 | 237 | 466 | 556 | 564 |
| RO | - | - | - | - | - | - | - | - | 207 | 251 | 257 | 199 | 202 |
| RS | - | 251 | 318 | 390 | 577 | 593 | 716 | 546 | 764 | 789 | 801 | 802 | 813 |
| SC | - | 105 | 151 | 117 | 227 | 219 | 141 | 77 | 164 | 356 | 713 | 642 | 651 |
| SE | - | 65 | 67 | 170 | 196 | 163 | 761 | 767 | 1.091 | 1.145 | 1.109 | 1.192 | 1.209 |
| SP | - | 1.665 | 2.937 | 1.763 | 2.236 | 2.403 | 3.118 | 2.164 | 3.253 | 3.444 | 3.395 | 3.592 | 3.642 |
| TO | - | - | - | - | - | - | - | - | 169 | 188 | 203 | 184 | 186 |
| **Emissões Não Alocadas** | **3.853** | **-** | **-** | **-** | **-** | **-** | **138** | **87** | **86** | **86** | **98** | **1.340** | **1.359** |
| **Total Geral** | **3.853** | **7.163** | **11.637** | **8.831** | **11.062** | **11.528** | **16.047** | **14.349** | **21.288** | **23.080** | **24.778** | **25.286** | **25.643** |

## Tabela 13: Emissões de $CO_2e$ (GWP) na Produção de Alumínio alocadas por UF ($ktCO_2e$)

| Produção de Alumínio | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tecnologia Soderberg** | **254** | **548** | **1.178** | **1.565** | **1.712** | **1.597** | **1.321** | **1.454** | **1.570** | **1.314** | **1.419** | **1.238** | **855** |
| BA | - | - | 126 | 264 | 257 | 157 | 170 | 145 | 99 | - | - | - | - |
| MG | 149 | 386 | 675 | 687 | 667 | 538 | 428 | 370 | 331 | 326 | 320 | 238 | 86 |
| SP | 104 | 162 | 377 | 613 | 789 | 902 | 723 | 939 | 1.140 | 988 | 1.099 | 999 | 769 |
| **Tecnologia Prebaked Anode** | **-** | **-** | **-** | **778** | **2.111** | **2.598** | **1.859** | **1.919** | **1.531** | **1.549** | **1.467** | **1.368** | **1.051** |
| MA | - | - | - | 397 | 1.012 | 1.185 | 828 | 790 | 752 | 757 | 695 | 587 | 289 |
| PA | - | - | - | 33 | 742 | 1.111 | 824 | 933 | 779 | 792 | 772 | 782 | 762 |
| RJ | - | - | - | 348 | 357 | 303 | 207 | 195 | - | - | - | - | - |
| **Total Geral** | **254** | **548** | **1.178** | **2.342** | **3.824** | **4.195** | **3.180** | **3.373** | **3.101** | **2.863** | **2.886** | **2.606** | **1.906** |

## Tabela 14: Emissões de $CO_2e$ (GWP) na Indústria Química alocadas por UF ($ktCO_2e$)

| Indústria Química | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produção de Ácido Adípico** | **1.925** | **2.999** | **4.456** | **3.178** | **2.675** | **4.675** | **5.428** | **6.290** | **40** | **40** | **40** | **40** | **40** |
| SP | 1.925 | 2.999 | 4.456 | 3.178 | 2.675 | 4.675 | 5.428 | 6.290 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| **Produção de Ácido Nítrico** | **115** | **471** | **541** | **519** | **561** | **636** | **648** | **694** | **248** | **243** | **237** | **227** | **227** |
| BA | - | - | - | 66 | 38 | 42 | 44 | 40 | 14 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| RJ | 0 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SP | 114 | 470 | 541 | 453 | 523 | 593 | 604 | 655 | 234 | 229 | 224 | 214 | 214 |
| **Produção de Amônia** | **42** | **299** | **648** | **1.691** | **1.683** | **1.785** | **1.663** | **1.922** | **1.739** | **1.995** | **1.758** | **1.805** | **1.805** |
| BA | - | - | - | 12 | 12 | 13 | 11 | 12 | 11 | 13 | 11 | 11 | 11 |
| MG | - | - | - | 254 | 301 | 332 | 376 | 504 | 500 | 573 | 505 | 519 | 519 |
| PR | - | - | - | 233 | 234 | 266 | 244 | 270 | 234 | 269 | 237 | 243 | 243 |
| RJ | 11 | 76 | 422 | 684 | 640 | 619 | 552 | 620 | 542 | 622 | 548 | 563 | 563 |
| SE | - | - | 3 | 8 | 6 | 14 | 5 | 7 | 6 | 7 | 6 | 7 | 7 |
| SP | 31 | 223 | 223 | 500 | 490 | 540 | 475 | 509 | 446 | 511 | 451 | 463 | 463 |
| **Produção de Acrilonitrila** | **-** | **-** | **12** | **17** | **18** | **19** | **21** | **18** | **22** | **22** | **22** | **22** | **22** |
| BA | - | - | 12 | 17 | 18 | 19 | 21 | 18 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| **Produção de Caprolactama** | **-** | **-** | **65** | **79** | **78** | **98** | **104** | **92** | **-** | **-** | **-** | **-** | **-** |
| BA | - | - | 65 | 79 | 78 | 98 | 104 | 92 | - | - | - | - | - |
| **Produção de Coque de Petr** | **-** | **-** | **-** | **2** | **2** | **3** | **3** | **3** | **5** | **5** | **5** | **5** | **5** |
| SP | - | - | - | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

Tabela 15: Emissões de $CO_2e$ (GWP) na Produção de Magnésio alocadas por UF ($ktCO_2e$)

| Produção de Magnésio | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Consumo de Dolomita** | - | - | - | - | 29.400 | 51.521 | 52.613 | 73.549 | 95.136 | 91.560 | 91.560 | 91.560 | 91.560 |
| MG | - | - | - | - | 29.400 | 51.521 | 52.613 | 73.549 | 95.136 | 91.560 | 91.560 | 91.560 | 91.560 |
| **Uso de $SF_6$** | - | - | - | - | 138.620 | 241.390 | 246.170 | 455.295 | - | - | - | - | - |
| MG | - | - | - | - | 138.620 | 241.390 | 246.170 | 455.295 | - | - | - | - | - |
| **Total Geral** | - | - | - | - | 168.020 | 292.911 | 298.783 | 528.844 | 95.136 | 91.560 | 91.560 | 91.560 | 91.560 |

Tabela 16: Emissões de $CO_2e$ (GWP) na Produção de Ferro-gusa e Aço alocadas por UF ($ktCO_2e$)

| Produção de Ferro-gusa e Aço | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Consumo de Calcário** | 274 | 422 | 778 | 1.038 | 1.044 | 882 | 1.086 | 997 | 1.609 | 1.835 | 1.625 | 218 | 218 |
| **Emissões Não Alocadas** | 274 | 422 | 778 | 1.038 | 1.044 | 882 | 1.086 | 997 | 1.609 | 1.835 | 1.625 | 218 | 218 |
| **Consumo de Dolomita** | 129 | 198 | 365 | 487 | 490 | 730 | 528 | 629 | 1.242 | 1.251 | 821 | 655 | 655 |
| **Emissões Não Alocadas** | 129 | 198 | 365 | 487 | 490 | 730 | 528 | 629 | 1.242 | 1.251 | 821 | 655 | 655 |
| **Consumo de Combustíveis Redutores** | 5.325 | 7.374 | 14.277 | 22.215 | 22.494 | 30.796 | 36.282 | 38.492 | 39.025 | 42.279 | 40.843 | 39.761 | 40.932 |
| **Emissões Alocadas** | - | - | 12.657 | 21.778 | 22.359 | 28.200 | 28.660 | 29.610 | 37.164 | 38.725 | 37.222 | 36.245 | 37.313 |
| ES | - | - | - | 4.872 | 4.064 | 5.060 | 5.280 | 4.943 | 9.237 | 7.871 | 6.858 | 6.684 | 6.896 |
| MG | - | - | 5.035 | 6.269 | 7.637 | 10.598 | 12.225 | 13.748 | 15.296 | 14.467 | 14.072 | 13.682 | 14.058 |
| RJ | - | - | 3.710 | 6.198 | 5.855 | 6.950 | 6.573 | 6.134 | 8.312 | 12.498 | 12.146 | 11.838 | 12.197 |
| RS | - | - | - | - | - | 24 | 30 | 12 | 11 | 5 | 11 | 10 | 11 |
| SP | - | - | 3.912 | 4.440 | 4.802 | 5.569 | 4.552 | 4.774 | 4.308 | 3.885 | 4.136 | 4.031 | 4.152 |
| **Emissões Não Alocadas** | 5.325 | 7.374 | 1.620 | 437 | 135 | 2.595 | 7.623 | 8.882 | 1.861 | 3.553 | 3.620 | 3.515 | 3.619 |
| **Total Geral** | 5.728 | 7.993 | 15.421 | 23.741 | 24.028 | 32.408 | 37.896 | 40.118 | 41.876 | 45.364 | 43.289 | 40.634 | 41.804 |

Tabela 17: Emissões de $CO_2e$ (GWP) na Produção de Ferroligas alocadas por UF ($ktCO_2e$)

| Produção de Ferroligas | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Emissões Alocadas** | - | - | 108 | 134 | 69 | 134 | 100 | 108 | 113 | 102 | 64 | 60 | 56 |
| MG | - | - | 104 | 127 | 69 | 133 | 98 | 107 | 112 | 101 | 64 | 60 | 55 |
| SP | - | - | 3 | 7 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Emissões Não Alocadas** | 11 | 130 | 179 | 86 | 128 | 168 | 532 | 936 | 1.185 | 1.063 | 1.073 | 984 | 916 |
| **Total Geral** | 11 | 130 | 286 | 220 | 197 | 301 | 632 | 1.044 | 1.298 | 1.165 | 1.137 | 1.044 | 972 |

Tabela 18: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs - Alagoas ($ktCO_2e$)

| AL | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produtos Minerais** | - | - | 135 | 107 | 146 | 110 | 197 | 162 | 243 | 254 | 253 | 295 | 299 |
| **Produção de Cimento** | - | - | 135 | 107 | 146 | 110 | 197 | 162 | 243 | 254 | 253 | 295 | 299 |
| **Total Geral** | - | - | 135 | 107 | 146 | 110 | 197 | 162 | 243 | 254 | 253 | 295 | 299 |

Tabela 19: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs - Amazonas ($ktCO_2e$)

| AM | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produtos Minerais** | - | - | - | - | 166 | 130 | 251 | 232 | 261 | 293 | 283 | 278 | 282 |
| **Produção de Cimento** | - | - | - | - | 166 | 130 | 251 | 232 | 261 | 293 | 283 | 278 | 282 |
| **Total Geral** | - | - | - | - | 166 | 130 | 251 | 232 | 261 | 293 | 283 | 278 | 282 |

Tabela 20: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs - Bahia ($ktCO_2e$)

| BA | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Indústria Química** | - | - | 77 | 173 | 147 | 172 | 180 | 162 | 47 | 48 | 47 | 46 | 46 |
| **Produção de Ácido Nítrico** | - | - | - | 66 | 38 | 42 | 44 | 40 | 14 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| **Produção de Acrilonitrila** | - | - | 12 | 17 | 18 | 19 | 21 | 18 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| **Produção de Amônia** | - | - | - | 12 | 12 | 13 | 11 | 12 | 11 | 13 | 11 | 11 | 11 |
| **Produção de Caprolactama** | - | - | 65 | 79 | 78 | 98 | 104 | 92 | - | - | - | - | - |
| **Produtos Minerais** | - | 214 | 348 | 237 | 217 | 372 | 278 | 206 | 425 | 457 | 485 | 549 | 557 |
| **Produção de Cimento** | - | 214 | 348 | 237 | 217 | 372 | 278 | 206 | 425 | 457 | 485 | 549 | 557 |
| **Produção de Metais** | - | - | 126 | 264 | 257 | 157 | 170 | 145 | 99 | - | - | - | - |
| **Produção de Alumínio** | - | - | 126 | 264 | 257 | 157 | 170 | 145 | 99 | - | - | - | - |
| Tecnologia Soderberg | - | - | 126 | 264 | 257 | 157 | 170 | 145 | 99 | - | - | - | - |
| **Total Geral** | - | 214 | 551 | 674 | 622 | 701 | 628 | 512 | 570 | 506 | 531 | 596 | 603 |

Tabela 21: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs - Ceará ($ktCO_2e$)

| CE | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produtos Minerais** | - | 36 | 152 | 211 | 258 | 281 | 591 | 535 | 671 | 715 | 769 | 636 | 645 |
| **Produção de Cimento** | - | 36 | 152 | 211 | 258 | 281 | 591 | 535 | 671 | 715 | 769 | 636 | 645 |
| **Total Geral** | - | 36 | 152 | 211 | 258 | 281 | 591 | 535 | 671 | 715 | 769 | 636 | 645 |

Tabela 22: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Distrito Federal ($ktCO_2e$)

| DF | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produtos Minerais** | - | 152 | 265 | 294 | 364 | 341 | 764 | 861 | 1.138 | 1.275 | 1.398 | 1.484 | 1.505 |
| **Produção de Cimento** | - | 152 | 265 | 294 | 364 | 341 | 764 | 861 | 1.138 | 1.275 | 1.398 | 1.484 | 1.505 |
| **Total Geral** | - | 152 | 265 | 294 | 364 | 341 | 764 | 861 | 1.138 | 1.275 | 1.398 | 1.484 | 1.505 |

Tabela 23: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Espírito Santo ($ktCO_2e$)

| ES | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produtos Minerais** | - | 156 | 284 | 297 | 426 | 353 | 573 | 617 | 853 | 917 | 942 | 960 | 974 |
| **Produção de Cimento** | - | 156 | 284 | 297 | 426 | 353 | 573 | 617 | 853 | 917 | 942 | 960 | 974 |
| **Produção de Metais** | - | - | - | 4.872 | 4.064 | 5.060 | 5.280 | 4.943 | 9.237 | 7.871 | 6.858 | 6.684 | 6.896 |
| **Produção de Ferro Gusa e Aço** | - | - | - | 4.872 | 4.064 | 5.060 | 5.280 | 4.943 | 9.237 | 7.871 | 6.858 | 6.684 | 6.896 |
| Consumo de Combustíveis Redutores | - | - | - | 4.872 | 4.064 | 5.060 | 5.280 | 4.943 | 9.237 | 7.871 | 6.858 | 6.684 | 6.896 |
| **Total Geral** | - | 156 | 284 | 5.169 | 4.491 | 5.413 | 5.853 | 5.560 | 10.091 | 8.788 | 7.800 | 7.644 | 7.870 |

Tabela 24: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Goiás ($ktCO_2e$)

| GO | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produtos Minerais** | - | 205 | 357 | 317 | 399 | 363 | 287 | 293 | 477 | 501 | 576 | 599 | 608 |
| **Produção de Cimento** | - | 205 | 357 | 317 | 399 | 363 | 287 | 293 | 477 | 501 | 576 | 599 | 608 |
| **Total Geral** | - | 205 | 357 | 317 | 399 | 363 | 287 | 293 | 477 | 501 | 576 | 599 | 608 |

Tabela 25: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Maranhão ($ktCO_2e$)

| MA | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produtos Minerais** | - | 45 | 86 | 89 | 56 | 54 | 134 | 114 | 138 | 153 | 318 | 297 | 301 |
| **Produção de Cimento** | - | 45 | 86 | 89 | 56 | 54 | 134 | 114 | 138 | 153 | 318 | 297 | 301 |
| **Produção de Metais** | - | - | - | 397 | 1.012 | 1.185 | 828 | 790 | 752 | 757 | 695 | 587 | 289 |
| **Produção de Alumínio** | - | - | - | 397 | 1.012 | 1.185 | 828 | 790 | 752 | 757 | 695 | 587 | 289 |
| Tecnologia Prebaked Anode | - | - | - | 397 | 1.012 | 1.185 | 828 | 790 | 752 | 757 | 695 | 587 | 289 |
| **Total Geral** | - | 45 | 86 | 486 | 1.068 | 1.239 | 962 | 905 | 890 | 910 | 1.013 | 884 | 590 |

Tabela 26: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Minas Gerais ($ktCO_2e$)

| MG | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Indústria Química** | - | - | - | 254 | 301 | 332 | 376 | 504 | 500 | 573 | 505 | 519 | 519 |
| **Produção de Amônia** | - | - | - | 254 | 301 | 332 | 376 | 504 | 500 | 573 | 505 | 519 | 519 |
| **Produtos Minerais** | - | 2.261 | 3.435 | 2.491 | 2.833 | 2.886 | 3.620 | 3.505 | 5.100 | 5.488 | 5.929 | 5.253 | 5.327 |
| **Produção de Cimento** | - | 2.261 | 3.435 | 2.491 | 2.833 | 2.886 | 3.620 | 3.505 | 5.100 | 5.488 | 5.929 | 5.253 | 5.327 |
| **Produção de Metais** | 149 | 386 | 5.815 | 7.083 | 8.541 | 11.562 | 13.049 | 14.754 | 15.833 | 14.985 | 14.547 | 14.071 | 14.291 |
| **Produção de Alumínio** | 149 | 386 | 675 | 687 | 667 | 538 | 428 | 370 | 331 | 326 | 320 | 238 | 86 |
| Tecnologia Soderberg | 149 | 386 | 675 | 687 | 667 | 538 | 428 | 370 | 331 | 326 | 320 | 238 | 86 |
| **Produção de Ferro Gusa e Aço** | - | - | 5.035 | 6.269 | 7.637 | 10.598 | 12.225 | 13.748 | 15.296 | 14.467 | 14.072 | 13.682 | 14.058 |
| Consumo de Combustíveis Redutores | - | - | 5.035 | 6.269 | 7.637 | 10.598 | 12.225 | 13.748 | 15.296 | 14.467 | 14.072 | 13.682 | 14.058 |
| **Produção de Ferroligas** | - | - | 104 | 127 | 69 | 133 | 98 | 107 | 112 | 101 | 64 | 60 | 55 |
| Consumo de Combustíveis Redutores | - | - | 104 | 127 | 69 | 133 | 98 | 107 | 112 | 101 | 64 | 60 | 55 |
| **Produção de Magnésio** | - | - | - | - | 168 | 293 | 299 | 529 | 95 | 92 | 92 | 92 | 92 |
| Consumo de Dolomita | - | - | - | - | 29 | 52 | 53 | 74 | 95 | 92 | 92 | 92 | 92 |
| Uso de SF6 | - | - | - | - | 139 | 241 | 246 | 455 | - | - | - | - | - |
| **Total Geral** | 149 | 2.648 | 9.249 | 9.828 | 11.674 | 14.781 | 17.045 | 18.763 | 21.433 | 21.047 | 20.981 | 19.843 | 20.136 |

Tabela 27: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Mato Grosso do Sul ($ktCO_2e$)

| MS | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produtos Minerais** | - | - | 160 | 142 | 131 | 203 | 319 | 242 | 359 | 424 | 404 | 555 | 563 |
| **Produção de Cimento** | - | - | 160 | 142 | 131 | 203 | 319 | 242 | 359 | 424 | 404 | 555 | 563 |
| **Total Geral** | - | - | 160 | 142 | 131 | 203 | 319 | 242 | 359 | 424 | 404 | 555 | 563 |

Tabela 28: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Mato Grosso ($ktCO_2e$)

| MT | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produtos Minerais** | - | 145 | - | - | - | 182 | 230 | 236 | 320 | 350 | 371 | 342 | 347 |
| **Produção de Cimento** | - | 145 | - | - | - | 182 | 230 | 236 | 320 | 350 | 371 | 342 | 347 |
| **Total Geral** | - | 145 | - | - | - | 182 | 230 | 236 | 320 | 350 | 371 | 342 | 347 |

Tabela 29: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Pará ($ktCO_2e$)

| PA | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produtos Minerais** | - | 91 | 135 | 144 | 138 | 127 | 220 | 267 | 541 | 559 | 589 | 615 | 624 |
| **Produção de Cimento** | - | 91 | 135 | 144 | 138 | 127 | 220 | 267 | 541 | 559 | 589 | 615 | 624 |
| **Produção de Metais** | - | - | - | 33 | 742 | 1.111 | 824 | 933 | 779 | 792 | 772 | 782 | 762 |
| **Produção de Alumínio** | - | - | - | 33 | 742 | 1.111 | 824 | 933 | 779 | 792 | 772 | 782 | 762 |
| Tecnologia Prebaked Anode | - | - | - | 33 | 742 | 1.111 | 824 | 933 | 779 | 792 | 772 | 782 | 762 |
| **Total Geral** | - | 91 | 135 | 177 | 880 | 1.238 | 1.044 | 1.200 | 1.320 | 1.351 | 1.361 | 1.397 | 1.386 |

Tabela 30: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Paraíba ($ktCO_2e$)

| PB | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produtos Minerais** | - | 162 | 195 | 136 | 474 | 369 | 660 | 597 | 779 | 729 | 887 | 864 | 877 |
| **Produção de Cimento** | - | 162 | 195 | 136 | 474 | 369 | 660 | 597 | 779 | 729 | 887 | 864 | 877 |
| **Total Geral** | - | 162 | 195 | 136 | 474 | 369 | 660 | 597 | 779 | 729 | 887 | 864 | 877 |

Tabela 31: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Pernambuco ($ktCO_2e$)

| PE | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produtos Minerais** | - | 288 | 444 | 353 | 174 | 184 | 201 | 190 | 305 | 389 | 453 | 432 | 438 |
| **Produção de Cimento** | - | 288 | 444 | 353 | 174 | 184 | 201 | 190 | 305 | 389 | 453 | 432 | 438 |
| **Total Geral** | - | 288 | 444 | 353 | 174 | 184 | 201 | 190 | 305 | 389 | 453 | 432 | 438 |

Tabela 32: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Piauí ($ktCO_2e$)

| PI | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produtos Minerais** | - | - | - | - | - | - | - | 153 | 226 | 219 | 236 | 233 | 236 |
| **Produção de Cimento** | - | - | - | - | - | - | - | 153 | 226 | 219 | 236 | 233 | 236 |
| **Total Geral** | - | - | - | - | - | - | - | 153 | 226 | 219 | 236 | 233 | 236 |

Tabela 33: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Paraná ($ktCO_2e$)

| PR | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Indústria Química** | - | - | - | 233 | 234 | 266 | 244 | 270 | 234 | 269 | 237 | 243 | 243 |
| **Produção de Amônia** | - | - | - | 233 | 234 | 266 | 244 | 270 | 234 | 269 | 237 | 243 | 243 |
| **Produtos Minerais** | - | 406 | 816 | 672 | 957 | 1.113 | 1.534 | 1.490 | 2.047 | 2.069 | 2.013 | 2.212 | 2.243 |
| **Produção de Cimento** | - | 406 | 816 | 672 | 957 | 1.113 | 1.534 | 1.490 | 2.047 | 2.069 | 2.013 | 2.212 | 2.243 |
| **Total Geral** | - | 406 | 816 | 905 | 1.191 | 1.379 | 1.778 | 1.760 | 2.282 | 2.338 | 2.250 | 2.455 | 2.486 |

Tabela 34: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Rio de Janeiro ($ktCO_2e$)

| RJ | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Indústria Química** | 11 | 77 | 422 | 684 | 640 | 619 | 552 | 620 | 542 | 622 | 548 | 563 | 563 |
| **Produção de Ácido Nítrico** | 0 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **Produção de Amônia** | 11 | 76 | 422 | 684 | 640 | 619 | 552 | 620 | 542 | 622 | 548 | 563 | 563 |
| **Produtos Minerais** | - | 845 | 1.243 | 799 | 1.029 | 1.014 | 1.173 | 874 | 1.503 | 1.791 | 1.832 | 1.173 | 1.190 |
| **Produção de Cimento** | - | 845 | 1.243 | 799 | 1.029 | 1.014 | 1.173 | 874 | 1.503 | 1.791 | 1.832 | 1.173 | 1.190 |
| **Produção de Metais** | - | - | 3.710 | 6.545 | 6.212 | 7.252 | 6.780 | 6.329 | 8.312 | 12.498 | 12.146 | 11.838 | 12.197 |
| **Produção de Alumínio** | - | - | - | 348 | 357 | 303 | 207 | 195 | - | - | - | - | - |
| Tecnologia Prebaked Anode | - | - | - | 348 | 357 | 303 | 207 | 195 | - | - | - | - | - |
| **Produção de Ferro Gusa e Aço** | - | - | 3.710 | 6.198 | 5.855 | 6.950 | 6.573 | 6.134 | 8.312 | 12.498 | 12.146 | 11.838 | 12.197 |
| Consumo de Combustíveis Redutores | - | - | 3.710 | 6.198 | 5.855 | 6.950 | 6.573 | 6.134 | 8.312 | 12.498 | 12.146 | 11.838 | 12.197 |
| **Total Geral** | 11 | 922 | 5.374 | 8.028 | 7.881 | 8.885 | 8.505 | 7.822 | 10.357 | 14.911 | 14.526 | 13.574 | 13.949 |

Tabela 35: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Rio Grande do Norte ($ktCO_2e$)

| RN | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produtos Minerais** | - | 72 | 108 | 102 | 58 | 68 | 143 | 135 | 167 | 237 | 466 | 556 | 564 |
| **Produção de Cimento** | - | 72 | 108 | 102 | 58 | 68 | 143 | 135 | 167 | 237 | 466 | 556 | 564 |
| **Total Geral** | - | 72 | 108 | 102 | 58 | 68 | 143 | 135 | 167 | 237 | 466 | 556 | 564 |

Tabela 36: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Rondônia ($ktCO_2e$)

| RO | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produtos Minerais** | - | - | - | - | - | - | - | - | 207 | 251 | 257 | 199 | 202 |
| **Produção de Cimento** | - | - | - | - | - | - | - | - | 207 | 251 | 257 | 199 | 202 |
| **Total Geral** | - | - | - | - | - | - | - | - | 207 | 251 | 257 | 199 | 202 |

Tabela 37: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Rio Grande do Sul ($ktCO_2e$)

| RS | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produtos Minerais** | - | 251 | 318 | 390 | 577 | 593 | 716 | 546 | 764 | 789 | 801 | 802 | 813 |
| **Produção de Cimento** | - | 251 | 318 | 390 | 577 | 593 | 716 | 546 | 764 | 789 | 801 | 802 | 813 |
| **Produção de Metais** | - | - | - | - | - | 24 | 30 | 12 | 11 | 5 | 11 | 10 | 11 |
| **Produção de Ferro Gusa e Aço** | - | - | - | - | - | 24 | 30 | 12 | 11 | 5 | 11 | 10 | 11 |
| Consumo de Combustíveis Redutores | - | - | - | - | - | 24 | 30 | 12 | 11 | 5 | 11 | 10 | 11 |
| **Total Geral** | - | 251 | 318 | 390 | 577 | 617 | 746 | 558 | 775 | 793 | 812 | 812 | 824 |

Tabela 38: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Santa Catarina ($ktCO_2e$)

| SC | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produtos Minerais** | - | 105 | 151 | 117 | 227 | 219 | 141 | 77 | 164 | 356 | 713 | 642 | 651 |
| **Produção de Cimento** | - | 105 | 151 | 117 | 227 | 219 | 141 | 77 | 164 | 356 | 713 | 642 | 651 |
| **Total Geral** | - | 105 | 151 | 117 | 227 | 219 | 141 | 77 | 164 | 356 | 713 | 642 | 651 |

Tabela 39: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Sergipe ($ktCO_2e$)

| SE | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Indústria Química** | - | - | 3 | 8 | 6 | 14 | 5 | 7 | 6 | 7 | 6 | 7 | 7 |
| **Produção de Amônia** | - | - | 3 | 8 | 6 | 14 | 5 | 7 | 6 | 7 | 6 | 7 | 7 |
| **Produtos Minerais** | - | 65 | 67 | 170 | 196 | 163 | 761 | 767 | 1.091 | 1.145 | 1.109 | 1.192 | 1.209 |
| **Produção de Cimento** | - | 65 | 67 | 170 | 196 | 163 | 761 | 767 | 1.091 | 1.145 | 1.109 | 1.192 | 1.209 |
| **Total Geral** | - | 65 | 70 | 178 | 202 | 178 | 766 | 774 | 1.098 | 1.153 | 1.115 | 1.198 | 1.215 |

Tabela 40: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – São Paulo ($ktCO_2e$)

| SP | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Indústria Química** | 2.071 | 3.692 | 5.220 | 4.133 | 3.691 | 5.811 | 6.510 | 7.457 | 725 | 786 | 720 | 722 | 722 |
| **Produção de Ácido Adípico** | 1.925 | 2.999 | 4.456 | 3.178 | 2.675 | 4.675 | 5.428 | 6.290 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| **Produção de Ácido Nítrico** | 114 | 470 | 541 | 453 | 523 | 593 | 604 | 655 | 234 | 229 | 224 | 214 | 214 |
| **Produção de Amônia** | 31 | 223 | 223 | 500 | 490 | 540 | 475 | 509 | 446 | 511 | 451 | 463 | 463 |
| **Produção de Coque de Petróleo Calcinado** | - | - | - | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| **Produtos Minerais** | - | 1.665 | 2.937 | 1.763 | 2.236 | 2.403 | 3.118 | 2.164 | 3.253 | 3.444 | 3.395 | 3.592 | 3.642 |
| **Produção de Cimento** | - | 1.665 | 2.937 | 1.763 | 2.236 | 2.403 | 3.118 | 2.164 | 3.253 | 3.444 | 3.395 | 3.592 | 3.642 |
| **Produção de Metais** | 104 | 162 | 4.292 | 5.060 | 5.591 | 6.471 | 5.276 | 5.715 | 5.449 | 4.874 | 5.236 | 5.031 | 4.922 |
| **Produção de Alumínio** | 104 | 162 | 377 | 613 | 789 | 902 | 723 | 939 | 1.140 | 988 | 1.099 | 999 | 769 |
| Tecnologia Soderberg | 104 | 162 | 377 | 613 | 789 | 902 | 723 | 939 | 1.140 | 988 | 1.099 | 999 | 769 |
| **Produção de Ferro Gusa e Aço** | - | - | 3.912 | 4.440 | 4.802 | 5.569 | 4.552 | 4.774 | 4.308 | 3.885 | 4.136 | 4.031 | 4.152 |
| Consumo de Combustíveis Redutores | - | - | 3.912 | 4.440 | 4.802 | 5.569 | 4.552 | 4.774 | 4.308 | 3.885 | 4.136 | 4.031 | 4.152 |
| **Produção de Ferroligas** | - | - | 3 | 7 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Consumo de Combustíveis Redutores | - | - | 3 | 7 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Total Geral** | 2.175 | 5.519 | 12.449 | 10.957 | 11.518 | 14.685 | 14.904 | 15.335 | 9.428 | 9.104 | 9.351 | 9.345 | 9.286 |

Tabela 41: Emissões de $CO_2e$ (GWP) alocadas nas UFs – Tocantins ($ktCO_2e$)

| TO | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produtos Minerais** | - | - | - | - | - | - | - | - | 169 | 188 | 203 | 184 | 186 |
| **Produção de Cimento** | - | - | - | - | - | - | - | - | 169 | 188 | 203 | 184 | 186 |
| **Total Geral** | - | - | - | - | - | - | - | - | 169 | 188 | 203 | 184 | 186 |

## Referências bibliográficas


Abiquim – Associação Brasileira da Indústria Química (1973). Anuário da Indústria Química Brasileira 1973. São Paulo, 1973.

Abiquim – Associação Brasileira da Indústria Química (1974). Anuário da Indústria Química Brasileira 1974. São Paulo, 1974.

Abiquim– Associação Brasileira da Indústria Química (1985). Anuário da Indústria Química Brasileira 1985. São Paulo, 1985.

Abiquim– Associação Brasileira da Indústria Química (1990). Anuário da Indústria Química Brasileira 1990. São Paulo, 1990.

Abiquim – Associação Brasileira da Indústria Química (2013). Anuário da Indústria Química Brasileira 2013. São Paulo, 2013.

Abiquim – Associação Brasileira da Indústria Química (2014). Anuário da Indústria Química Brasileira 2014. São Paulo, 2014.

Abiquim – Associação Brasileira da Indústria Química (2013). Guia da Indústria Química Brasileira 2013. São Paulo, 2014.

ASPE – Agência de Serviços Públicos de Energia do Estado do Espírito Santo (2013). Balanço Energético do Estado do Espírito Santo 2013, Ano-base 2012. Vitória, 2013.

CEEE – Companhia Estadual de Energia Elétrica (2014). Balanço Energético do Rio Grande do Sul 2014: ano base 2013. Porto Alegre, 2014.

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais (2013). 28º Balanço Energético do Estado de Minas Gerais – BEEMG 2013: ano base 2012. Belo Horizonte, 2014.

GERJ – Governo do Estado do Rio de Janeiro (2014). Balanço Energético do Estado do Rio de Janeiro 2014 – Ano Base 2013. Rio de Janeiro, 2014.

MCTI – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (2010). Emissões de Dióxido de Carbono por Queima de Combustíveis: Abordagem Bottom-Up - Relatório de Referência. Brasília, 2010.

MCTI – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (2010). Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal – Parte 2. Brasília, 2010.

MCTI – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (2013). Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil. Brasília, 2013.

MCTI – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (2014). Emissões de Gases de Efeito Estufa por Queima de Combustíveis: Abordagem Bottom-Up (Anexo Metodológico) - Relatório de Referência. Brasília, 2014 (Documento para Consulta Pública).

MCTI – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (2014). Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Indústria Química – Relatório de Referência. Brasília, 2014 (Documento para Consulta Pública).

MCTI – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (2014). Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Produção de Metais – Relatório de Referência. Brasília, 2014 (Documento para Consulta Pública).

MCTI – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (2014). Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Produção e Consumo de HFCs e SF6 – Relatório de Referência. Brasília, 2014 (Documento para Consulta Pública).

MCTI – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (2014). Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais: Produtos Minerais – Relatório de Referência. Brasília, 2014 (Documento para Consulta Pública).

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2014). Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico. Brasília, 2014.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2014). Anuário Estatístico do Setor de Transformação de Não Metálicos 2014. Brasília, 2014.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2015). Balanço Energético Nacional 2015, Ano-base 2014. Brasília, 2015.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2009). Estudos de Referência do Plano Duodecenal de Geologia, Mineração e Transformação Mineral 2030 – Perfil da Cal. Brasília, 2009.

SEESP – Secretaria de Energia do Estado de São Paulo (2015). Balanço Energético do Estado de São Paulo 2015 – Ano-base 2014. São Paulo, 2015.

SNIC – Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (2014). Relatório Anual 2013. Rio de Janeiro, 2014.

# ANEXO A – Produção de metais: dados necessários para as estimativas de emissões

Tabela 42: Produção física de aço, alumínio e magnésio em t[25]

| Ano | Aço | Alumínio | | | | | | | Magnésio |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Soderberg | | | | *Prebaked Anode* | | | |
| | | Aratu (BA) | Ouro Preto (MG) | Poços de Caldas (MG) | Alumínio (SP) | Barcarena (PA) | São Luís (MA) | Santa Cruz (RJ) | |
| **1970** | 5.400.000 | - | 25.100 | 7.900 | 23.100 | - | - | - | - |
| **1971** | 5.980.000 | - | 27.200 | 25.000 | 28.500 | - | - | - | - |
| **1972** | 6.518.000 | - | 35.800 | 31.300 | 30.500 | - | - | - | - |
| **1973** | 7.149.000 | - | 41.700 | 30.400 | 39.600 | - | - | - | - |
| **1974** | 7.507.000 | - | 45.500 | 29.500 | 38.600 | - | - | - | - |
| **1975** | 8.308.000 | - | 55.600 | 29.900 | 35.800 | - | - | - | - |
| **1976** | 9.169.000 | - | 59.400 | 41.300 | 38.500 | - | - | - | - |
| **1977** | 11.164.000 | - | 59.300 | 59.400 | 48.400 | - | - | - | - |
| **1978** | 12.106.000 | 26.700 | 29.100 | 59.000 | 66.000 | - | - | - | - |
| **1979** | 13.891.000 | 27.600 | 52.100 | 82.300 | 76.100 | - | - | - | - |
| **1980** | 15.337.000 | 27.900 | 60.000 | 89.300 | 83.400 | - | - | - | - |
| **1981** | 13.226.000 | 27.700 | 59.700 | 88.500 | 80.500 | - | - | - | - |
| **1982** | 12.995.000 | 27.700 | 60.800 | 89.700 | 96.600 | - | - | 24.200 | - |
| **1983** | 14.671.000 | 45.400 | 61.700 | 90.200 | 120.300 | - | - | 83.100 | - |
| **1984** | 18.386.000 | 58.000 | 61.600 | 89.900 | 127.900 | - | 26.400 | 91.200 | - |
| **1985** | 20.455.000 | 58.400 | 61.700 | 90.400 | 135.700 | 8.700 | 103.700 | 90.800 | - |
| **1986** | 21.233.000 | 58.100 | 62.100 | 90.500 | 158.800 | 98.800 | 198.100 | 90.900 | - |
| **1987** | 22.228.000 | 50.900 | 61.800 | 89.700 | 169.000 | 166.000 | 215.300 | 90.800 | * |
| **1988** | 24.657.000 | 56.500 | 60.500 | 89.800 | 170.100 | 170.400 | 234.400 | 91.800 | * |
| **1989** | 25.055.000 | 56.500 | 59.100 | 90.200 | 169.100 | 169.200 | 252.100 | 91.700 | * |
| **1990** | 20.567.000 | 56.900 | 59.000 | 88.500 | 174.500 | 194.000 | 264.400 | 93.300 | 5.731 |
| **1991** | 22.617.000 | 56.800 | 56.800 | 89.500 | 204.300 | 288.000 | 351.200 | 93.000 | 5.805 |
| **1992** | 23.934.000 | 51.100 | 51.100 | 89.700 | 217.400 | 335.200 | 356.100 | 92.700 | 6.945 |
| **1993** | 25.207.000 | 28.900 | 48.300 | 90.200 | 218.100 | 345.000 | 356.600 | 84.900 | 10.046 |
| **1994** | 25.747.000 | 29.900 | 42.200 | 90.800 | 221.800 | 347.400 | 361.500 | 91.000 | 9.833 |
| **1995** | 25.076.000 | 38.400 | 41.500 | 90.000 | 220.500 | 341.100 | 363.700 | 92.900 | 10.043 |
| **1996** | 25.237.000 | 49.000 | 44.400 | 89.500 | 220.000 | 339.700 | 362.100 | 92.700 | 9.706 |
| **1997** | 26.153.000 | 45.700 | 47.600 | 90.000 | 221.000 | 338.000 | 353.400 | 93.400 | 12.692 |
| **1998** | 25.760.000 | 53.600 | 48.900 | 91.100 | 221.000 | 344.700 | 354.500 | 94.200 | 10.025 |
| **1999** | 24.996.000 | 52.700 | 49.700 | 91.300 | 233.900 | 361.200 | 367.400 | 93.400 | 9.753 |
| **2000** | 27.885.000 | 56.600 | 50.300 | 91.700 | 240.100 | 369.200 | 370.900 | 92.600 | 10.256 |
| **2001** | 26.717.000 | 47.600 | 44.500 | 69.700 | 230.400 | 334.800 | 325.100 | 79.900 | 9.291 |
| **2002** | 29.604.000 | 52.500 | 49.500 | 88.100 | 248.800 | 416.100 | 370.500 | 92.900 | 10.092 |
| **2003** | 31.147.000 | 56.300 | 50.200 | 94.900 | 313.800 | 435.900 | 334.900 | 94.600 | 10.693 |
| **2004** | 32.909.000 | 57.800 | 51.000 | 293.100 | 345.300 | 440.500 | 174.800 | 95.300 | 12.105 |
| **2005** | 31.610.000 | 57.000 | 50.600 | 95.300 | 370.400 | 449.500 | 380.800 | 94.000 | 14.337 |
| **2006** | 30.901.000 | 58.500 | 51.400 | 96.100 | 404.900 | 459.900 | 437.900 | 95.800 | 16.648 |
| **2007** | 33.782.000 | 58.600 | 48.400 | 96.400 | 450.900 | 459.000 | 447.800 | 93.700 | 18.181 |
| **2008** | 33.716.000 | 58.700 | 40.500 | 97.200 | 465.700 | 459.300 | 454.000 | 85.700 | 20.043 |
| **2009** | 26.506.000 | 52.100 | 48.200 | 65.300 | 471.300 | 453.800 | 434.100 | 10.200 | 21.904 |
| **2010** | 32.948.000 | 40.900 | 48.600 | 88.300 | 472.000 | 451.100 | 435.200 | - | 18.545 |
| **2011** | 35.220.000 | - | 47.100 | 87.900 | 409.000 | 458.100 | 438.300 | - | 17.848 |
| **2012** | 34.524.000 | - | 46.500 | 85.900 | 454.900 | 446.700 | 402.400 | - | 17.848 |
| **2013** | 34.163.000 | - | 29.200 | 69.400 | 413.900 | 452.300 | 339.500 | - | 17.848 |
| **2014** | 33.912.200 | - | 18.000 | 17.500 | 318.500 | 441.000 | 167.000 | - | 17.848 |

Fontes: Elaboração própria a partir de IABr, Abal e MCTI.

[25] A produção física de magnésio metálico entre 1987 e 1989 não estava disponível.

Tabela 43: Consumo de combustíveis redutores em ktep

| Ano | Ferro-gusa e Aço | | | | | Ferroligas | | | | Outros Não-Ferrosos | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Carvão Vapor 5900 | Carvão Vapor 6000 | Coque de Carvão Mineral | Coque de Petróleo | Carvão Vegetal | Carvão Vapor 6000 | Coque de Carvão Mineral | Coque de Petróleo | Carvão Vegetal | Carvão Vapor 6000 | Coque de Carvão Mineral | Coque de Petróleo[26] | Carvão Vegetal |
| **1970** | - | - | 1.172,53 | - | 1.040,94 | - | - | - | 49,72 | - | - | 26,67 | 10,33 |
| **1971** | - | - | 1.155,98 | - | 1.207,54 | - | - | - | 52,95 | - | - | 32,17 | 12,91 |
| **1972** | - | - | 1.248,40 | - | 1.439,36 | - | - | - | 58,12 | - | - | 37,66 | 19,37 |
| **1973** | - | - | 1.263,57 | - | 1.520,08 | - | 19,31 | - | 63,28 | - | - | 42,38 | 21,31 |
| **1974** | - | - | 1.288,40 | - | 1.997,92 | - | 20,69 | - | 76,84 | - | - | 50,14 | 32,29 |
| **1975** | - | - | 1.578,09 | - | 2.476,42 | - | 24,14 | - | 91,05 | - | - | 55,10 | 43,91 |
| **1976** | - | - | 1.843,63 | - | 2.122,55 | - | 28,97 | - | 103,32 | - | - | 52,29 | 29,06 |
| **1977** | - | - | 2.440,24 | - | 2.119,32 | - | 34,49 | - | 122,69 | - | - | 117,83 | 23,89 |
| **1978** | - | - | 2.634,75 | - | 2.126,43 | - | 40,69 | - | 135,61 | - | - | 207,91 | 23,89 |
| **1979** | - | - | 3.018,23 | - | 2.619,77 | - | 41,38 | - | 157,56 | - | - | 206,34 | 14,85 |
| **1980** | - | - | 3.142,38 | - | 2.954,91 | - | 54,49 | - | 178,87 | - | - | 189,20 | 58,76 |
| **1981** | - | - | 2.630,61 | - | 2.574,57 | - | 25,52 | - | 248,61 | - | 6,21 | 107,81 | 69,09 |
| **1982** | - | - | 2.829,94 | - | 2.517,10 | - | 24,83 | - | 227,95 | - | 4,83 | 122,36 | 68,45 |
| **1983** | - | - | 3.349,99 | - | 2.824,47 | - | 22,76 | - | 298,98 | - | 5,52 | 111,18 | 102,03 |
| **1984** | - | - | 4.406,65 | - | 3.714,31 | - | 26,21 | - | 349,99 | - | 6,90 | 156,70 | 118,82 |
| **1985** | - | - | 4.901,18 | - | 3.819,56 | - | 27,59 | - | 421,67 | - | 10,35 | 199,09 | 122,69 |
| **1986** | - | - | 4.902,56 | - | 4.329,05 | - | 31,04 | - | 442,98 | - | 12,42 | 35,57 | 72,32 |
| **1987** | - | - | 5.510,89 | - | 4.245,75 | - | 27,59 | - | 450,08 | - | 6,90 | 76,64 | 171,77 |
| **1988** | - | - | 6.199,24 | - | 4.560,87 | - | 28,97 | - | 548,88 | - | 8,28 | 63,37 | 219,55 |
| **1989** | - | - | 6.037,84 | - | 5.326,72 | - | 33,11 | - | 663,18 | - | 10,35 | 56,61 | 257,01 |
| **1990** | - | - | 4.936,35 | - | 4.365,21 | - | 25,52 | - | 361,62 | - | 71,73 | 39,76 | 254,42 |
| **1991** | - | - | 5.946,80 | - | 3.680,73 | - | 26,21 | - | 487,53 | - | 67,59 | 22,07 | 204,05 |
| **1992** | - | - | 6.022,67 | - | 3.431,47 | - | 43,45 | - | 413,27 | - | 62,76 | 12,30 | 205,35 |
| **1993** | - | 173,83 | 6.275,11 | - | 3.761,44 | - | 42,07 | - | 500,45 | - | 175,19 | 65,74 | 113,00 |
| **1994** | - | 261,86 | 6.459,27 | 1,75 | 3.882,20 | - | 39,31 | - | 437,17 | 61,54 | 87,59 | 48,28 | 122,69 |
| **1995** | - | 268,51 | 6.604,80 | 13,97 | 3.562,56 | 14,05 | 35,18 | - | 380,99 | 14,05 | 168,29 | 106,87 | 145,94 |
| **1996** | - | 491,16 | 6.582,04 | 5,24 | 3.090,52 | 14,79 | 39,31 | - | 577,94 | 96,90 | 165,53 | 147,14 | 31,00 |
| **1997** | - | 840,30 | 6.571,69 | 89,05 | 3.236,46 | 4,44 | 33,80 | - | 387,44 | 96,90 | 80,70 | 66,40 | 25,83 |
| **1998** | - | 1.149,50 | 6.401,33 | 164,04 | 2.968,47 | - | 6,90 | 125,65 | 324,81 | 80,63 | 75,18 | 19,55 | 21,96 |
| **1999** | - | 1.501,60 | 5.701,26 | 203,31 | 3.389,50 | 34,03 | 4,14 | 77,66 | 360,97 | 111,70 | 75,18 | 16,72 | 2,58 |
| **2000** | - | 1.647,32 | 6.413,05 | 241,70 | 3.660,06 | 36,25 | 5,52 | 89,00 | 430,06 | 158,30 | 86,91 | 27,60 | 5,81 |
| **2001** | - | 1.583,71 | 6.221,31 | 330,70 | 3.438,57 | 36,25 | 18,62 | 89,87 | 263,46 | 122,79 | 86,91 | 27,59 | 5,81 |
| **2002** | - | 1.898,08 | 6.582,04 | 305,40 | 3.561,26 | 43,49 | 7,17 | 87,26 | 334,60 | 160,29 | 83,95 | 14,69 | 7,75 |
| **2003** | - | 2.178,56 | 6.470,13 | 454,83 | 4.056,88 | 16,28 | 78,66 | 122,22 | 531,66 | 112,48 | 108,33 | 59,29 | 7,75 |
| **2004** | - | 2.451,62 | 6.573,63 | 363,17 | 4.901,85 | - | 106,26 | 108,25 | 558,14 | 113,96 | 136,62 | 39,69 | 7,75 |
| **2005** | - | 2.373,85 | 6.066,54 | 424,94 | 4.803,70 | - | 92,16 | 121,86 | 570,20 | 116,18 | 138,89 | 46,37 | 7,90 |
| **2006** | - | 2.352,24 | 5.762,88 | 416,42 | 4.635,57 | - | 93,15 | 123,09 | 575,33 | 112,70 | 146,28 | 43,40 | 8,46 |
| **2007** | - | 2.512,30 | 6.319,71 | 493,29 | 4.774,64 | - | 104,19 | 143,55 | 615,60 | 119,14 | 151,11 | 77,49 | 8,88 |
| **2008** | - | 2.654,68 | 6.289,35 | 488,88 | 4.679,17 | - | 118,68 | 143,17 | 627,88 | 37,74 | 149,04 | 87,82 | 9,12 |
| **2009** | - | 2.045,97 | 4.968,59 | 487,20 | 2.723,73 | - | 91,67 | 142,68 | 484,99 | 34,91 | 137,86 | 142,67 | 8,43 |
| **2010** | - | 1.769,28 | 7.153,21 | 39,15 | 3.371,98 | - | 107,43 | 167,21 | 568,36 | 615,80 | 152,10 | 149,23 | 9,30 |
| **2011** | - | 1.921,44 | 7.750,09 | 41,95 | 3.491,57 | - | 96,24 | 150,31 | 509,18 | 790,32 | 231,43 | 290,64 | 8,98 |
| **2012** | - | 1.854,19 | 7.494,89 | 40,03 | 3.338,22 | - | 93,35 | 147,24 | 498,87 | 750,83 | 278,70 | 259,34 | 10,26 |
| **2013** | - | 1.807,85 | 7.308,90 | 40,18 | 3.021,26 | - | 83,84 | 136,74 | 468,79 | 746,68 | 275,97 | 254,39 | 11,27 |
| **2014** | - | 1.871,32 | 7.521,87 | 40,74 | 2.783,48 | - | 78,29 | 127,03 | 436,17 | 782,88 | 278,76 | 300,45 | 13,64 |

Fontes: Elaboração própria a partir de MME e MCTI.

[26] Não inclui o consumo de coque de petróleo na produção de ânodos utilizados na produção de alumínio metálico.

Tabela 44: Fatores de emissão de combustíveis redutores

| Combustível Redutor | $tCO_2$/ktep | kgCO/TJ | $kgCH_4$/TJ | $kgNO_x$/TJ | $kgN_2O$/TJ | kgCOVNM/TJ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Carvão Vapor 5900** | 3.961 | 150 | 10 | 300 | 1,5 | 20 |
| **Carvão Vapor 5900** | 3.961 | 9 | 10 | 209 | 1,5 | 1 |
| **Coque de Carvão Mineral** | 4.480 | 931 | 10 | 173 | 1,5 | 89 |
| **Coque de Petróleo** | 4.082 | 931 | 3 | 173 | 0,6 | 89 |
| **Carvão Vegetal** | 4.460 | 4.000 | 200 | 100 | 4,0 | 100 |

Fontes: MCTI.

Tabela 45: Consumo de carbonatos como fundentes em altos-fornos da produção de ferro-gusa e aço em toneladas

| Ano | Calcário | Dolomita |
|---|---|---|
| **1970** | 622.931 | 269.646 |
| **1971** | 689.838 | 298.607 |
| **1972** | 751.901 | 325.472 |
| **1973** | 824.691 | 356.981 |
| **1974** | 865.989 | 374.857 |
| **1975** | 958.391 | 414.855 |
| **1976** | 1.057.714 | 457.848 |
| **1977** | 1.287.852 | 557.467 |
| **1978** | 1.396.519 | 604.505 |
| **1979** | 1.602.432 | 693.638 |
| **1980** | 1.769.239 | 765.843 |
| **1981** | 1.525.719 | 660.432 |
| **1982** | 1.499.072 | 648.897 |
| **1983** | 1.692.411 | 732.587 |
| **1984** | 2.120.964 | 918.093 |
| **1985** | 2.359.639 | 1.021.407 |
| **1986** | 2.449.387 | 1.060.256 |
| **1987** | 2.564.168 | 1.109.941 |
| **1988** | 2.844.372 | 1.231.232 |
| **1989** | 2.890.284 | 1.251.105 |
| **1990** | 2.372.559 | 1.027.000 |
| **1991** | 2.716.950 | 951.000 |
| **1992** | 2.402.022 | 939.000 |
| **1993** | 2.044.939 | 1.008.000 |
| **1994** | 1.833.585 | 1.194.000 |
| **1995** | 2.005.131 | 1.531.000 |
| **1996** | 2.264.525 | 1.237.000 |
| **1997** | 2.676.389 | 1.470.000 |
| **1998** | 2.415.793 | 1.565.000 |
| **1999** | 2.160.386 | 1.506.000 |
| **2000** | 2.468.743 | 1.106.000 |
| **2001** | 2.373.598 | 867.000 |
| **2002** | 2.351.326 | 1.178.000 |
| **2003** | 2.329.998 | 1.579.000 |
| **2004** | 2.306.998 | 1.802.000 |
| **2005** | 2.265.598 | 1.319.000 |
| **2006** | 1.296.908 | 1.145.000 |
| **2007** | 1.431.431 | 1.202.000 |
| **2008** | 1.849.898 | 1.493.000 |
| **2009** | 2.008.690 | 1.653.000 |
| **2010** | 3.657.152 | 2.603.000 |
| **2011** | 4.170.265 | 2.622.000 |
| **2012** | 3.694.050 | 1.722.000 |
| **2013** | 495.050 | 1.373.000 |
| **2014** | 495.050 | 1.373.000 |

Fontes: Elaboração própria a partir de MME e MCTI.

# ANEXO B – Produção física de cimento

Tabela 46: Produção física de cimento em kt

| Ano | RO | AM | PA | TO | MA | PI | CE | RN | PB | PE | AL | SE | BA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1970** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **1971** | - | - | 101,01 | - | - | - | 83,59 | - | 188,02 | 577,19 | - | 76,88 | 235,30 |
| **1972** | - | - | 195,14 | - | - | - | 106,86 | 53,26 | 292,64 | 539,46 | - | 131,60 | 272,60 |
| **1973** | - | - | 142,23 | - | - | - | 95,39 | 149,60 | 391,69 | 616,00 | - | 152,86 | 390,64 |
| **1974** | - | - | 167,63 | - | 40,38 | - | 93,96 | 177,83 | 383,31 | 671,91 | - | 152,88 | 481,11 |
| **1975** | - | - | 211,83 | - | 105,73 | - | 83,19 | 168,97 | 377,48 | 673,30 | - | 152,14 | 499,75 |
| **1976** | - | - | 237,55 | - | 176,46 | - | 102,18 | 208,04 | 392,73 | 804,75 | - | 155,52 | 589,28 |
| **1977** | - | - | 273,29 | - | 175,20 | - | 119,09 | 207,46 | 424,68 | 798,84 | - | 158,67 | 687,99 |
| **1978** | - | - | 300,03 | - | 198,37 | - | 143,14 | 240,76 | 442,66 | 818,53 | 223,94 | 155,80 | 673,75 |
| **1979** | - | - | 326,04 | - | 200,10 | - | 162,55 | 250,50 | 468,25 | 858,11 | 281,39 | 158,62 | 758,70 |
| **1980** | - | - | 315,49 | - | 200,98 | - | 354,11 | 252,79 | 456,79 | 1.038,63 | 315,23 | 156,65 | 813,14 |
| **1981** | - | - | 388,00 | - | 170,55 | - | 453,56 | 192,43 | 463,04 | 980,84 | 272,07 | 160,01 | 799,81 |
| **1982** | - | - | 510,00 | - | 217,53 | - | 511,51 | 208,00 | 458,43 | 1.068,16 | 313,17 | 133,67 | 836,15 |
| **1983** | - | - | 400,00 | - | 171,66 | - | 476,04 | 162,76 | 337,75 | 788,11 | 256,96 | 145,85 | 697,02 |
| **1984** | - | - | 359,81 | - | 203,47 | - | 431,40 | 158,48 | 282,21 | 795,87 | 221,15 | 328,81 | 572,32 |
| **1985** | - | - | 336,81 | - | 207,68 | - | 493,45 | 237,42 | 317,16 | 825,96 | 249,18 | 398,34 | 553,94 |
| **1986** | - | 245,34 | 383,00 | - | 242,22 | - | 541,17 | 248,35 | 380,08 | 949,59 | 256,42 | 495,23 | 630,89 |
| **1987** | - | 320,82 | 387,99 | - | 225,84 | - | 623,61 | 253,46 | 381,75 | 922,91 | 274,10 | 453,61 | 556,22 |
| **1988** | - | 400,06 | 336,38 | - | 224,59 | - | 663,94 | 228,25 | 408,99 | 913,91 | 267,55 | 387,31 | 491,68 |
| **1989** | - | 402,51 | 386,97 | - | 213,20 | - | 634,29 | 180,40 | 731,90 | 571,73 | 290,39 | 394,17 | 514,79 |
| **1990** | - | 387,30 | 321,87 | - | 131,16 | - | 603,20 | 135,00 | 1.108,58 | 405,57 | 342,20 | 458,97 | 508,16 |
| **1991** | - | 404,64 | 224,42 | - | 174,01 | - | 575,79 | 208,11 | 1.097,35 | 462,16 | 344,37 | 437,71 | 514,77 |
| **1992** | - | 292,61 | 262,71 | - | 132,77 | - | 551,39 | 177,72 | 885,03 | 429,60 | 327,00 | 449,80 | 512,71 |
| **1993** | - | 337,19 | 303,59 | - | 104,50 | - | 533,08 | 174,00 | 955,79 | 417,72 | 282,60 | 479,38 | 626,19 |
| **1994** | - | 334,27 | 341,47 | - | 153,64 | - | 473,60 | 172,57 | 930,77 | 433,94 | 289,42 | 471,65 | 901,45 |
| **1995** | - | 318,25 | 311,14 | - | 133,05 | - | 689,54 | 167,35 | 903,52 | 449,90 | 269,39 | 400,72 | 912,03 |
| **1996** | - | 368,48 | 332,85 | - | 181,54 | - | 750,50 | 201,89 | 996,26 | 465,80 | 289,99 | 430,91 | 851,27 |
| **1997** | - | 431,42 | 366,89 | - | 269,12 | - | 1.147,31 | 314,36 | 1.463,61 | 440,74 | 366,70 | 996,53 | 837,30 |
| **1998** | - | 501,06 | 521,25 | - | 334,45 | - | 1.154,08 | 343,65 | 1.955,27 | 507,21 | 561,30 | 1.399,88 | 931,06 |
| **1999** | - | 562,23 | 548,68 | - | 403,60 | - | 1.193,25 | 332,75 | 2.029,68 | 510,63 | 563,51 | 1.843,14 | 804,90 |
| **2000** | - | 623,46 | 546,55 | - | 332,65 | - | 1.469,19 | 355,26 | 1.640,14 | 499,29 | 490,89 | 1.891,13 | 690,51 |
| **2001** | - | 625,39 | 557,69 | - | 291,22 | 122,63 | 1.504,44 | 355,35 | 1.686,98 | 503,98 | 456,31 | 1.682,63 | 636,84 |
| **2002** | - | 630,90 | 557,00 | - | 313,58 | 306,37 | 1.468,85 | 338,04 | 1.577,01 | 541,89 | 417,74 | 1.729,38 | 653,30 |
| **2003** | - | 603,00 | 561,00 | - | 254,00 | 304,00 | 1.230,00 | 330,00 | 1.364,00 | 397,00 | 358,00 | 1.771,00 | 479,00 |
| **2004** | - | 628,00 | 621,00 | - | 302,00 | 284,00 | 1.324,00 | 334,00 | 1.477,00 | 409,00 | 375,00 | 1.975,00 | 469,00 |
| **2005** | - | 627,00 | 720,00 | - | 308,00 | 413,00 | 1.443,00 | 365,00 | 1.609,00 | 512,00 | 437,00 | 2.068,00 | 555,00 |
| **2006** | - | 634,00 | 821,00 | - | 316,00 | 344,00 | 1.480,00 | 378,00 | 1.811,00 | 547,00 | 458,00 | 2.366,00 | 599,00 |
| **2007** | - | 683,00 | 935,00 | - | 336,00 | 411,00 | 1.628,00 | 438,00 | 1.919,00 | 677,00 | 532,00 | 2.763,00 | 695,00 |
| **2008** | - | 776,00 | 1.315,00 | - | 358,00 | 501,00 | 1.714,00 | 450,00 | 2.073,00 | 781,00 | 556,00 | 2.841,00 | 814,00 |
| **2009** | 111,00 | 654,00 | 1.204,00 | 131,00 | 358,00 | 588,00 | 1.767,00 | 461,00 | 1.844,00 | 821,00 | 409,00 | 2.691,00 | 1.021,00 |
| **2010** | 576,00 | 725,00 | 1.502,00 | 470,00 | 384,00 | 627,00 | 1.863,00 | 463,00 | 2.162,00 | 848,00 | 674,00 | 3.031,00 | 1.179,00 |
| **2011** | 696,00 | 813,00 | 1.553,00 | 523,00 | 425,00 | 609,00 | 1.985,00 | 658,00 | 2.025,00 | 1.079,00 | 706,00 | 3.181,00 | 1.270,00 |
| **2012** | 713,00 | 785,00 | 1.636,00 | 564,00 | 883,00 | 655,00 | 2.136,00 | 1.293,00 | 2.462,00 | 1.257,00 | 703,00 | 3.080,00 | 1.346,00 |
| **2013** | 553,29 | 771,95 | 1.708,52 | 510,41 | 824,74 | 646,86 | 1.766,24 | 1.544,32 | 2.400,60 | 1.200,39 | 818,06 | 3.309,92 | 1.525,77 |
| **2014** | 561,09 | 782,84 | 1.732,63 | 517,61 | 836,38 | 655,99 | 1.791,16 | 1.566,11 | 2.434,47 | 1.217,32 | 829,60 | 3.356,62 | 1.547,30 |

Fontes: Elaboração própria a partir de SNIC.

Tabela 47: Produção física de cimento em kt (continuação)

| Ano | MT | MS | GO | DF | MG | ES | RJ | SP | PR | SC | RS | NA | BR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1970** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.450,00 | 9.450,00 |
| **1971** | 216,43 | - | 157,16 | - | 2.292,64 | 335,37 | 1.805,70 | 2.752,81 | 490,61 | 158,57 | 331,37 | - | 9.802,64 |
| **1972** | 230,45 | - | 213,73 | 15,25 | 2.808,08 | 364,57 | 1.915,85 | 3.062,43 | 574,49 | 207,58 | 397,45 | - | 11.381,43 |
| **1973** | 235,27 | - | 312,72 | 287,37 | 3.590,66 | 361,22 | 1.930,17 | 3.338,75 | 736,44 | 207,34 | 459,23 | - | 13.397,58 |
| **1974** | 258,08 | - | 417,84 | 280,76 | 4.078,63 | 360,81 | 1.980,12 | 3.665,30 | 917,22 | 221,27 | 570,61 | - | 14.919,64 |
| **1975** | 338,67 | - | 479,23 | 355,32 | 5.284,14 | 363,57 | 1.974,54 | 3.890,83 | 948,91 | 244,37 | 585,48 | - | 16.737,46 |
| **1976** | 352,15 | - | 490,17 | 416,28 | 6.318,07 | 651,24 | 2.264,73 | 4.141,20 | 1.021,13 | 242,07 | 583,26 | - | 19.146,79 |
| **1977** | 337,29 | - | 553,83 | 529,69 | 6.561,02 | 659,36 | 2.550,49 | 4.748,15 | 1.405,47 | 319,67 | 612,75 | - | 21.122,93 |
| **1978** | 384,36 | - | 567,45 | 510,61 | 6.789,87 | 746,58 | 2.646,62 | 5.967,43 | 1.430,26 | 344,83 | 617,90 | - | 23.202,87 |
| **1979** | 345,92 | - | 594,50 | 586,22 | 7.240,53 | 653,93 | 2.833,90 | 6.517,81 | 1.581,02 | 364,77 | 690,80 | - | 24.873,65 |
| **1980** | - | 373,37 | 833,93 | 619,85 | 8.026,17 | 663,46 | 2.905,13 | 6.863,75 | 1.905,90 | 353,85 | 743,61 | - | 27.192,80 |
| **1981** | - | 326,50 | 801,89 | 546,09 | 7.621,87 | 797,31 | 2.526,99 | 6.501,88 | 1.912,24 | 336,49 | 799,51 | - | 26.051,07 |
| **1982** | - | 289,13 | 812,85 | 528,85 | 7.061,35 | 757,54 | 2.899,86 | 6.008,22 | 1.898,69 | 290,87 | 840,13 | - | 25.644,12 |
| **1983** | - | 255,96 | 689,97 | 505,44 | 5.259,25 | 522,03 | 2.699,58 | 4.900,62 | 1.548,49 | 248,61 | 803,85 | - | 20.869,94 |
| **1984** | - | 306,16 | 661,22 | 509,20 | 5.625,80 | 550,96 | 2.051,84 | 4.047,37 | 1.386,71 | 237,42 | 767,08 | - | 19.497,27 |
| **1985** | - | 330,67 | 741,68 | 688,06 | 5.819,86 | 693,74 | 1.866,04 | 4.120,26 | 1.569,20 | 273,34 | 911,75 | - | 20.634,51 |
| **1986** | - | 334,24 | 931,94 | 908,43 | 6.925,41 | 835,09 | 2.514,19 | 5.014,49 | 1.912,74 | 370,29 | 1.138,03 | - | 25.257,14 |
| **1987** | - | 331,52 | 868,70 | 883,92 | 6.827,53 | 759,22 | 2.510,25 | 5.234,31 | 2.016,61 | 420,89 | 1.214,76 | - | 25.468,03 |
| **1988** | - | 288,32 | 1.001,42 | 858,79 | 6.806,38 | 840,21 | 2.310,66 | 5.162,20 | 2.048,24 | 428,79 | 1.261,11 | - | 25.328,77 |
| **1989** | - | 295,14 | 1.033,15 | 872,85 | 6.780,14 | 962,38 | 2.440,11 | 5.142,98 | 2.199,90 | 501,02 | 1.372,01 | - | 25.920,01 |
| **1990** | - | 305,39 | 933,37 | 849,50 | 6.618,93 | 995,68 | 2.403,44 | 5.224,25 | 2.236,00 | 531,12 | 1.348,68 | - | 25.848,36 |
| **1991** | 118,97 | 283,99 | 987,51 | 816,41 | 7.380,39 | 1.087,82 | 2.462,00 | 5.554,86 | 2.304,58 | 554,63 | 1.495,63 | - | 27.490,09 |
| **1992** | 299,88 | 230,85 | 923,34 | 667,62 | 6.185,20 | 847,72 | 2.022,92 | 4.746,65 | 2.152,55 | 483,63 | 1.321,05 | - | 23.902,73 |
| **1993** | 456,03 | 324,97 | 963,06 | 757,85 | 6.164,89 | 812,80 | 2.126,71 | 4.744,71 | 2.689,41 | 396,20 | 1.192,26 | - | 24.842,92 |
| **1994** | 485,01 | 465,01 | 984,02 | 798,34 | 6.127,69 | 840,28 | 2.077,07 | 4.968,18 | 2.264,70 | 345,26 | 1.371,28 | - | 25.229,61 |
| **1995** | 446,91 | 497,28 | 889,41 | 834,89 | 7.074,87 | 864,91 | 2.485,71 | 5.889,86 | 2.728,02 | 536,30 | 1.453,31 | - | 28.256,30 |
| **1996** | 540,09 | 591,70 | 1.124,89 | 1.159,17 | 9.079,34 | 1.196,32 | 2.990,65 | 7.639,25 | 3.356,55 | 479,64 | 1.569,97 | - | 34.597,05 |
| **1997** | 553,95 | 772,93 | 1.069,84 | 1.235,14 | 9.275,15 | 1.526,19 | 3.085,63 | 8.077,77 | 3.746,62 | 458,84 | 1.660,03 | - | 38.096,04 |
| **1998** | 597,85 | 787,62 | 824,64 | 1.539,74 | 9.223,17 | 1.609,88 | 3.212,82 | 7.806,13 | 3.992,11 | 373,10 | 1.765,66 | - | 39.941,92 |
| **1999** | 512,76 | 716,37 | 722,78 | 1.777,48 | 9.385,44 | 1.490,99 | 3.139,14 | 7.826,75 | 3.792,61 | 301,38 | 1.775,87 | - | 40.233,92 |
| **2000** | 572,73 | 792,59 | 713,53 | 1.898,97 | 9.001,26 | 1.424,28 | 2.916,62 | 7.753,43 | 3.814,60 | 350,83 | 1.780,83 | 342,00 | 39.900,73 |
| **2001** | 650,28 | 751,02 | 730,57 | 1.988,70 | 8.895,89 | 1.720,14 | 2.742,69 | 7.132,49 | 4.099,86 | 388,29 | 1.791,10 | 139,00 | 39.453,48 |
| **2002** | 693,86 | 707,71 | 730,19 | 1.937,10 | 8.723,94 | 1.848,23 | 2.702,21 | 6.574,88 | 4.160,10 | 402,63 | 1.751,87 | 160,00 | 38.926,77 |
| **2003** | 624,00 | 618,00 | 647,00 | 1.646,00 | 8.253,00 | 1.833,00 | 2.402,00 | 5.386,00 | 3.944,00 | 263,00 | 1.683,00 | 172,00 | 35.122,00 |
| **2004** | 602,00 | 653,00 | 716,00 | 2.091,00 | 8.186,00 | 1.753,00 | 2.382,00 | 5.327,00 | 4.059,00 | 229,00 | 1.575,00 | 213,00 | 35.984,00 |
| **2005** | 637,00 | 653,00 | 789,00 | 2.322,00 | 9.454,00 | 1.664,00 | 2.358,00 | 5.837,00 | 4.018,00 | 209,00 | 1.473,00 | 234,00 | 38.705,00 |
| **2006** | 642,00 | 670,00 | 766,00 | 2.492,00 | 10.188,00 | 1.711,00 | 2.618,00 | 7.194,00 | 3.923,00 | 222,00 | 1.511,00 | 204,00 | 41.895,00 |
| **2007** | 819,00 | 746,00 | 832,00 | 2.824,00 | 11.368,00 | 1.921,00 | 2.794,00 | 7.454,00 | 4.548,00 | 282,00 | 1.661,00 | 285,00 | 46.551,00 |
| **2008** | 875,00 | 878,00 | 1.052,00 | 2.660,00 | 12.654,00 | 2.344,00 | 3.129,00 | 8.180,00 | 5.313,00 | 406,00 | 2.034,00 | 266,00 | 51.970,00 |
| **2009** | 949,00 | 872,00 | 1.149,00 | 2.690,00 | 12.979,00 | 2.099,00 | 3.160,00 | 7.913,00 | 5.332,00 | 364,00 | 1.940,00 | 240,00 | 51.747,00 |
| **2010** | 890,00 | 997,00 | 1.324,00 | 3.159,00 | 14.162,00 | 2.370,00 | 4.174,00 | 9.035,00 | 5.685,00 | 455,00 | 2.122,00 | 240,00 | 59.117,00 |
| **2011** | 973,00 | 1.177,00 | 1.392,00 | 3.540,00 | 15.240,00 | 2.546,00 | 4.974,00 | 9.564,00 | 5.746,00 | 988,00 | 2.190,00 | 240,00 | 64.093,00 |
| **2012** | 1.031,00 | 1.123,00 | 1.599,00 | 3.882,00 | 16.465,00 | 2.616,00 | 5.087,00 | 9.428,00 | 5.589,00 | 1.979,00 | 2.225,00 | 272,00 | 68.809,00 |
| **2013** | 949,15 | 1.542,31 | 1.664,25 | 4.122,08 | 14.586,90 | 2.666,99 | 3.258,49 | 9.973,76 | 6.142,75 | 1.783,32 | 2.227,62 | 3.721,00 | 70.219,68 |
| **2014** | 962,54 | 1.564,07 | 1.687,73 | 4.180,24 | 14.792,70 | 2.704,62 | 3.304,46 | 10.114,48 | 6.229,42 | 1.808,48 | 2.259,05 | 3.773,50 | 71.210,41 |

Fontes: Elaboração própria a partir de SNIC.

# ANEXO C – Produção física de cal e vidro

Tabela 48: Produção física de cal por tipo e de vidro virgem em kt

| Ano | Cal | | | Vidro (virgem) |
|---|---|---|---|---|
| | Calcítica | Dolomítica | Magnesiana | |
| **1970** | 1.316,02 | 174,95 | 291,58 | 579,05 |
| **1971** | 1.356,72 | 180,36 | 300,60 | 600,53 |
| **1972** | 1.383,86 | 183,97 | 306,61 | 622,81 |
| **1973** | 1.451,69 | 192,98 | 321,64 | 645,92 |
| **1974** | 1.492,39 | 198,39 | 330,66 | 669,89 |
| **1975** | 1.492,39 | 198,39 | 330,66 | 694,74 |
| **1976** | 1.533,09 | 203,81 | 339,68 | 720,52 |
| **1977** | 1.926,54 | 256,11 | 426,85 | 747,26 |
| **1978** | 2.306,43 | 306,61 | 511,02 | 774,98 |
| **1979** | 2.618,47 | 348,09 | 580,15 | 803,74 |
| **1980** | 2.645,61 | 351,70 | 586,17 | 833,56 |
| **1981** | 2.604,90 | 346,29 | 577,15 | 864,49 |
| **1982** | 2.645,61 | 351,70 | 586,17 | 896,56 |
| **1983** | 2.672,74 | 355,31 | 592,18 | 929,83 |
| **1984** | 2.781,28 | 369,74 | 616,23 | 964,33 |
| **1985** | 3.025,49 | 402,20 | 670,33 | 1.000,11 |
| **1986** | 2.984,79 | 396,79 | 661,32 | 1.037,22 |
| **1987** | 3.079,76 | 409,41 | 682,36 | 1.075,70 |
| **1988** | 3.174,73 | 422,04 | 703,40 | 1.115,62 |
| **1989** | 3.242,56 | 431,06 | 718,43 | 1.157,01 |
| **1990** | 3.323,97 | 441,88 | 736,46 | 1.248,22 |
| **1991** | 3.335,79 | 466,60 | 777,67 | 1.248,22 |
| **1992** | 3.585,12 | 463,98 | 773,31 | 908,20 |
| **1993** | 3.828,99 | 506,08 | 843,46 | 1.091,15 |
| **1994** | 3.782,37 | 460,55 | 767,58 | 991,09 |
| **1995** | 3.736,21 | 478,82 | 798,03 | 1.196,98 |
| **1996** | 3.818,73 | 512,60 | 854,33 | 1.215,40 |
| **1997** | 3.968,91 | 499,37 | 832,28 | 1.320,07 |
| **1998** | 3.774,26 | 481,89 | 803,15 | 1.319,81 |
| **1999** | 4.072,39 | 470,08 | 783,46 | 1.506,54 |
| **2000** | 4.935,31 | 454,96 | 758,27 | 1.671,08 |
| **2001** | 4.704,69 | 449,53 | 749,21 | 1.677,89 |
| **2002** | 4.924,87 | 436,30 | 727,17 | 1.927,41 |
| **2003** | 5.052,44 | 438,66 | 731,10 | 1.926,31 |
| **2004** | 5.431,97 | 497,95 | 829,92 | 2.114,03 |
| **2005** | 5.398,85 | 445,28 | 742,13 | 2.160,79 |
| **2006** | 5.452,00 | 450,00 | 750,00 | 1.843,57 |
| **2007** | 5.705,43 | 473,15 | 788,58 | 1.843,88 |
| **2008** | 5.726,48 | 476,22 | 793,70 | 1.900,63 |
| **2009** | 4.902,67 | 488,50 | 814,17 | 1.920,14 |
| **2010** | 6.000,98 | 493,46 | 822,44 | 2.121,77 |
| **2011** | 6.525,53 | 479,29 | 798,82 | 2.456,96 |
| **2012** | 6.623,75 | 473,62 | 789,37 | 2.456,96 |
| **2013** | 6.708,21 | 479,66 | 799,44 | 2.456,96 |
| **2014** | 6.708,21 | 479,66 | 799,44 | 2.456,96 |

Fontes: Elaboração própria a partir de MME e MCTI.

# ANEXO D – Produção, importação, exportação e consumo de barrilha

Tabela 49: Dados de atividade utilizados nas estimativas de emissões do consumo de barrilha em t

| Ano | Produção | Importação | Exportação | Consumo |
|---|---|---|---|---|
| **1970** | 110.665 | 3.097 | 2 | 113.761 |
| **1971** | 125.401 | 27.156 | - | 152.557 |
| **1972** | 127.595 | 22.582 | - | 150.177 |
| **1973** | 135.103 | 43.022 | - | 178.125 |
| **1974** | 153.048 | 44.916 | 1 | 197.963 |
| **1975** | 146.126 | 63.001 | 2 | 209.125 |
| **1976** | 150.012 | 70.809 | 2 | 220.819 |
| **1977** | 141.022 | 143.681 | - | 284.703 |
| **1978** | 120.651 | 183.722 | | 304.373 |
| **1979** | 118.659 | 200.702 | | 319.361 |
| **1980** | 175.701 | 203.446 | 21 | 379.126 |
| **1981** | 188.220 | 103.241 | - | 291.461 |
| **1982** | 199.000 | 98.784 | 22 | 297.762 |
| **1983** | 210.079 | 62.766 | 7 | 272.838 |
| **1984** | 214.604 | 162 | 22 | 214.744 |
| **1985** | 179.327 | 110.680 | 22 | 289.985 |
| **1986** | 199.449 | 155.872 | 5 | 355.316 |
| **1987** | 171.000 | 302.252 | 43 | 473.209 |
| **1988** | 184.295 | 245.796 | 2 | 430.089 |
| **1989** | 196.526 | 285.855 | - | 482.381 |
| **1990** | 195.893 | 242.788 | - | 438.681 |
| **1991** | 207.607 | 253.610 | - | 461.217 |
| **1992** | 220.596 | 179.785 | - | 400.381 |
| **1993** | 231.390 | 218.954 | 10 | 450.334 |
| **1994** | 219.471 | 231.827 | 255 | 451.043 |
| **1995** | 203.950 | 392.071 | 2 | 596.019 |
| **1996** | 211.043 | 306.932 | 9 | 517.966 |
| **1997** | 206.273 | 334.398 | 3 | 540.668 |
| **1998** | 201.866 | 358.459 | 4 | 560.321 |
| **1999** | 208.834 | 352.073 | 4 | 560.903 |
| **2000** | 190.616 | 393.845 | 4 | 584.457 |
| **2001** | 194.837 | 430.797 | 400 | 625.234 |
| **2002** | - | 424.780 | 609 | 424.171 |
| **2003** | - | 471.938 | 558 | 471.380 |
| **2004** | - | 473.063 | 1 | 473.062 |
| **2005** | - | 597.888 | 2 | 597.886 |
| **2006** | - | 742.140 | 2 | 742.138 |
| **2007** | - | 804.105 | 2.192 | 801.913 |
| **2008** | - | 861.195 | 20 | 861.175 |
| **2009** | - | 770.854 | 560 | 770.294 |
| **2010** | - | 954.675 | 47 | 954.629 |
| **2011** | - | 904.506 | 602 | 903.904 |
| **2012** | - | 1.062.559 | 704 | 1.061.855 |
| **2013** | - | 1.041.162 | 4.810 | 1.036.352 |
| **2014** | - | 1.041.162 | 4.810 | 1.036.352 |

Fontes: Elaboração própria a partir de Abiquim e MCTI.

# ANEXO E – Produção física de substâncias químicas

Tabela 50: Produção física em kt por tipo de substância química[27]

| Ano | Amônia | Ácido Nítrico[28] | Ácido Adípico | Caprolactama | Metanol | Eteno | Cloreto Vinila | Dicloroetano | Óxido de Eteno | Acrilonitrila | Coque de Petróleo Calcinado | Negro-de-Fumo | ABS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1970** | 28,87 | 60,42 | 23,00 | - | 15,19 | 17,14 | 47,60 | - | - | - | - | 49,10 | - |
| **1971** | 130,26 | 93,94 | 22,65 | - | 22,43 | 22,31 | 48,40 | - | - | - | - | 56,43 | - |
| **1972** | 146,81 | 136,84 | 28,70 | - | 35,30 | 70,08 | 47,60 | - | - | - | - | 60,46 | - |
| **1973** | 179,00 | 188,41 | 30,65 | - | 48,74 | 222,11 | 83,59 | - | - | - | - | 64,44 | - |
| **1974** | 232,89 | 260,28 | 34,69 | - | 52,38 | 269,47 | 94,90 | - | 29,95 | - | - | 78,79 | - |
| **1975** | 205,12 | 248,15 | 35,84 | - | 31,47 | 300,24 | 102,66 | - | 26,32 | - | - | 96,97 | 0,62 |
| **1976** | 176,49 | 280,13 | 48,12 | - | 74,48 | 349,43 | 94,22 | - | 28,36 | - | - | 111,27 | 5,71 |
| **1977** | 183,99 | 255,64 | 51,46 | 2,95 | 81,28 | 362,17 | 107,87 | - | 30,93 | - | - | 121,73 | 5,99 |
| **1978** | 258,82 | 264,41 | 53,66 | 20,17 | 95,17 | 398,77 | 106,45 | - | 36,56 | - | - | 125,46 | 8,51 |
| **1979** | 338,87 | 259,41 | 54,05 | 28,97 | 107,18 | 631,25 | 133,15 | - | 87,27 | 3,03 | - | 132,38 | 11,33 |
| **1980** | 443,69 | 285,28 | 53,23 | 34,95 | 126,60 | 715,51 | 259,22 | 417,78 | 112,20 | 49,73 | - | 148,81 | 13,56 |
| **1981** | 462,70 | 261,70 | 50,41 | 26,54 | 120,36 | 719,60 | 231,34 | 373,47 | 103,86 | 56,53 | - | 125,75 | 10,70 |
| **1982** | 580,00 | 231,03 | 51,31 | 33,35 | 127,81 | 852,51 | 290,15 | 548,48 | 124,03 | 57,11 | - | 122,29 | 11,45 |
| **1983** | 904,40 | 240,87 | 54,56 | 36,29 | 136,07 | 1.163,28 | 281,56 | 622,55 | 107,28 | 57,58 | - | 121,95 | 21,00 |
| **1984** | 1.070,15 | 266,73 | 43,22 | 42,46 | 137,87 | 1.261,96 | 303,04 | 645,04 | 143,59 | 69,59 | - | 141,36 | 24,65 |
| **1985** | 1.158,42 | 273,62 | 37,96 | 42,44 | 156,44 | 1.303,94 | 324,07 | 659,50 | 147,72 | 70,30 | 226,20 | 155,16 | 25,04 |
| **1986** | 1.081,57 | 292,36 | 44,20 | 47,42 | 167,21 | 1.305,78 | 327,11 | 649,63 | 148,92 | 69,07 | 226,20 | 170,24 | 25,43 |
| **1987** | 1.167,01 | 305,71 | 41,88 | 53,69 | 168,63 | 1.390,25 | 347,28 | 647,27 | 136,98 | 75,14 | 226,20 | 175,52 | 25,83 |
| **1988** | 1.148,44 | 290,61 | 41,05 | 51,87 | 168,31 | 1.435,76 | 382,35 | 715,71 | 147,94 | 78,25 | 226,20 | 187,45 | 26,22 |
| **1989** | 1.201,01 | 322,44 | 41,94 | 55,14 | 163,19 | 1.489,41 | 499,15 | 505,50 | 148,39 | 77,58 | 226,20 | 192,22 | 26,61 |
| **1990** | 1.152,56 | 295,82 | 31,95 | 42,06 | 168,56 | 1.499,71 | 480,42 | 538,18 | 127,22 | 78,00 | 226,20 | 178,40 | 27,00 |
| **1991** | 1.012,11 | 313,91 | 41,68 | 47,19 | 206,45 | 1.448,81 | 331,90 | 369,54 | 150,35 | 63,47 | 261,61 | 182,57 | 26,00 |
| **1992** | 1.038,44 | 310,53 | 38,54 | 41,70 | 204,45 | 1.505,57 | 333,78 | 420,54 | 142,58 | 74,16 | 262,89 | 186,42 | 28,00 |
| **1993** | 1.153,34 | 325,57 | 51,26 | 50,82 | 223,50 | 1.709,46 | 381,82 | 495,14 | 149,48 | 74,26 | 263,86 | 197,25 | 32,00 |
| **1994** | 1.156,83 | 326,49 | 51,83 | 50,84 | 222,31 | 1.895,75 | 409,76 | 499,93 | 163,47 | 76,52 | 299,64 | 204,30 | 32,00 |
| **1995** | 1.222,35 | 332,84 | 55,86 | 52,61 | 205,13 | 1.881,08 | 388,91 | 494,36 | 161,33 | 79,83 | 318,07 | 200,55 | 33,00 |
| **1996** | 1.201,05 | 335,85 | 41,55 | 54,71 | 223,77 | 1.875,68 | 433,27 | 512,18 | 149,06 | 78,44 | 320,16 | 202,18 | 33,00 |
| **1997** | 1.252,72 | 343,13 | 35,77 | 56,02 | 226,37 | 2.126,30 | 419,21 | 567,24 | 217,97 | 87,09 | 267,13 | 207,77 | 33,00 |
| **1998** | 1.176,43 | 332,56 | 62,06 | 42,97 | 210,20 | 2.254,66 | 414,68 | 545,10 | 259,02 | 64,06 | 276,51 | 211,14 | 33,00 |
| **1999** | 1.331,11 | 335,07 | 61,57 | 50,50 | 215,49 | 2.415,98 | 426,17 | 558,93 | 261,27 | 79,71 | 251,87 | 221,50 | 33,00 |
| **2000** | 1.139,11 | 336,03 | 64,86 | 56,01 | 211,58 | 2.633,82 | 424,73 | 541,34 | 256,04 | 87,36 | 265,71 | 229,86 | 33,00 |
| **2001** | 956,00 | 331,81 | 51,49 | 48,55 | 242,22 | 2.462,16 | 375,40 | 427,68 | 278,16 | 74,98 | 222,61 | 215,36 | 33,00 |
| **2002** | 1.073,16 | 346,23 | 65,93 | 57,52 | 240,10 | 2.414,22 | 389,01 | 492,58 | 251,35 | 78,36 | 219,18 | 222,20 | 33,00 |
| **2003** | 1.157,58 | 349,57 | 59,98 | 48,85 | 240,87 | 2.575,89 | 567,11 | 540,19 | 280,73 | 76,20 | 212,60 | 229,86 | 33,00 |
| **2004** | 1.324,48 | 357,52 | 86,96 | 50,47 | 273,60 | 2.702,53 | 588,95 | 566,71 | 296,64 | 83,54 | 244,65 | 278,33 | 33,00 |
| **2005** | 1.316,15 | 363,42 | 75,15 | 49,66 | 240,36 | 2.699,83 | 609,21 | 581,37 | 297,18 | 76,78 | 300,83 | 280,14 | 33,00 |
| **2006** | 1.347,75 | 355,71 | 82,61 | 44,91 | 276,79 | 3.135,11 | 687,86 | 547,72 | 289,72 | 84,81 | 319,94 | 280,14 | 33,00 |
| **2007** | 1.278,12 | 356,66 | 88,86 | 49,59 | 234,60 | 3.223,60 | 685,23 | 536,52 | 309,67 | 88,04 | 351,52 | 354,09 | 33,00 |
| **2008** | 1.240,53 | 390,83 | 85,02 | 55,39 | 216,36 | 2.903,35 | 675,12 | 549,37 | 267,30 | 67,91 | 332,68 | 390,42 | 33,00 |
| **2009** | 1.079,15 | 423,76 | 87,20 | 13,28 | 109,23 | 3.082,51 | 684,31 | 581,61 | 266,01 | 86,38 | 362,45 | 385,60 | 33,00 |
| **2010** | 1.191,04 | 360,08 | 86,29 | - | 206,00 | 3.276,63 | 724,93 | 578,20 | 280,95 | 94,50 | 485,06 | 400,06 | 33,00 |
| **2011** | 1.366,23 | 352,22 | 86,29 | - | 212,66 | 3.119,16 | 700,21 | 473,60 | 280,95 | 94,50 | 500,96 | 400,06 | 33,00 |
| **2012** | 1.204,38 | 344,53 | 86,29 | - | 167,13 | 3.171,46 | 700,21 | 522,50 | 280,95 | 94,50 | 463,17 | 400,06 | 33,00 |
| **2013** | 1.236,21 | 329,18 | 86,29 | - | 115,28 | 3.372,83 | 700,21 | 523,79 | 280,95 | 94,50 | 485,97 | 400,06 | 33,00 |
| **2014** | 1.236,21 | 329,18 | 86,29 | - | 115,28 | 3.372,83 | 700,21 | 523,79 | 280,95 | 94,50 | 485,97 | 400,06 | 33,00 |

Fontes: Elaboração própria a partir de Abiquim e MCTI.

[27] A produção física de carbureto de cálcio não é disponibilizada pela White Martins.

[28] A produção física apresentada na tabela corresponde apenas àquela responsável pelas emissões associadas ao processo.

Tabela 51: Produção física em kt por tipo de substância química (continuação)

| Ano | Anidrido Ftálico | Borracha de butadieno estireno (SBR) | Estireno | Etilbenzeno | Formaldeído | PVC | Poliestireno | Polietileno PEAD | Polietileno PEBD | Polietileno PELBD | Polipropileno | Propeno | Rocha Fosfática |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1970** | 12,94 | 78,52 | 15,85 | - | 32,07 | 46,20 | 24,55 | 6,72 | 25,49 | - | - | 3,96 | 1.165,35 |
| **1971** | 16,30 | 78,52 | 19,54 | - | 45,60 | 52,50 | 31,88 | 8,05 | 30,52 | - | - | 0,94 | 1.221,20 |
| **1972** | 19,25 | 78,52 | 32,08 | - | 75,47 | 74,60 | 44,01 | 10,31 | 39,10 | - | - | 22,06 | 1.279,69 |
| **1973** | 29,09 | 105,13 | 48,19 | - | 98,89 | 114,66 | 52,40 | 23,40 | 126,66 | - | - | 129,21 | 1.340,96 |
| **1974** | 32,89 | 111,80 | 50,00 | - | 103,81 | 106,01 | 52,40 | 27,46 | 158,48 | - | - | 96,04 | 1.405,12 |
| **1975** | 27,49 | 118,40 | 49,30 | - | 112,08 | 136,79 | 47,80 | 33,08 | 159,31 | - | - | 187,52 | 1.472,33 |
| **1976** | 35,91 | 124,99 | 61,77 | - | 125,33 | 151,71 | 88,20 | 42,57 | 186,98 | - | - | 179,81 | 1.542,71 |
| **1977** | 36,05 | 131,59 | 64,07 | - | 114,75 | 160,20 | 85,41 | 53,62 | 199,53 | - | - | 232,48 | 1.616,41 |
| **1978** | 44,16 | 138,18 | 145,43 | - | 118,45 | 172,90 | 95,83 | 52,86 | 218,55 | - | 24,52 | 237,89 | 1.693,60 |
| **1979** | 59,48 | 144,78 | 197,77 | - | 138,07 | 210,66 | 132,72 | 119,11 | 290,34 | - | 95,32 | 376,49 | 1.774,43 |
| **1980** | 62,58 | 151,37 | 193,47 | 221,18 | 185,89 | 340,75 | 124,52 | 128,67 | 307,37 | - | 119,61 | 418,14 | 1.859,07 |
| **1981** | 58,80 | 157,97 | 187,07 | 197,36 | 113,60 | 259,71 | 99,30 | 114,37 | 323,83 | - | 129,93 | 436,95 | 1.947,71 |
| **1982** | 65,32 | 167,04 | 200,71 | 228,11 | 152,36 | 318,40 | 105,88 | 135,05 | 345,88 | - | 155,45 | 461,21 | 2.040,52 |
| **1983** | 59,91 | 161,55 | 197,52 | 242,28 | 159,25 | 294,32 | 96,65 | 198,74 | 479,24 | - | 199,61 | 590,66 | 2.137,71 |
| **1984** | 62,63 | 183,90 | 225,75 | 288,38 | 185,28 | 326,39 | 116,11 | 208,20 | 508,53 | - | 231,82 | 673,61 | 2.239,48 |
| **1985** | 69,91 | 191,43 | 233,47 | 293,93 | 191,69 | 361,16 | 150,84 | 214,36 | 585,46 | - | 243,35 | 824,58 | 2.346,03 |
| **1986** | 73,80 | 205,82 | 268,04 | 319,89 | 225,82 | 406,17 | 185,20 | 234,25 | 608,51 | - | 248,24 | 719,31 | 2.457,59 |
| **1987** | 71,84 | 201,24 | 268,80 | 372,76 | 225,01 | 451,56 | 157,60 | 261,37 | 630,55 | - | 279,61 | 780,72 | 2.574,40 |
| **1988** | 88,62 | 194,09 | 281,58 | 416,08 | 219,02 | 464,20 | 156,24 | 269,28 | 622,34 | - | 293,49 | 765,18 | 2.696,70 |
| **1989** | 81,72 | 177,11 | 312,72 | 432,89 | 239,39 | 542,10 | 176,88 | 268,39 | 601,41 | - | 295,14 | 835,84 | 2.824,75 |
| **1990** | 66,00 | 185,00 | 306,00 | 441,00 | 177,00 | 504,00 | 134,00 | 322,00 | 626,00 | - | 304,00 | 794,00 | 2.817,00 |
| **1991** | 77,00 | 189,00 | 280,00 | 314,00 | 195,00 | 500,00 | 155,00 | 339,00 | 585,00 | - | 356,00 | 779,00 | 3.280,00 |
| **1992** | 77,00 | 196,00 | 254,00 | 287,00 | 206,00 | 489,00 | 138,00 | 311,00 | 570,00 | - | 375,00 | 827,00 | 2.825,00 |
| **1993** | 76,00 | 192,00 | 223,00 | 238,00 | 245,00 | 511,00 | 163,00 | 430,00 | 609,00 | 104,00 | 478,00 | 975,00 | 3.420,00 |
| **1994** | 91,00 | 209,00 | 262,00 | 346,00 | 262,00 | 593,00 | 154,00 | 479,00 | 609,00 | 133,00 | 522,00 | 1.086,00 | 3.937,00 |
| **1995** | 75,00 | 221,00 | 273,00 | 407,00 | 276,00 | 581,00 | 169,00 | 495,00 | 595,00 | 150,00 | 558,00 | 1.077,00 | 3.888,00 |
| **1996** | 87,00 | 211,00 | 236,00 | 259,00 | 282,00 | 627,00 | 149,00 | 529,00 | 561,00 | 170,00 | 590,00 | 1.085,00 | 3.823,00 |
| **1997** | 86,00 | 239,00 | 232,00 | 250,00 | 292,00 | 632,00 | 133,00 | 644,00 | 664,00 | 177,00 | 636,00 | 1.219,00 | 4.275,61 |
| **1998** | 74,00 | 206,00 | 228,00 | 263,00 | 348,00 | 632,00 | 139,00 | 693,00 | 649,00 | 174,00 | 708,00 | 1.271,00 | 4.421,40 |
| **1999** | 90,00 | 244,00 | 227,00 | 240,00 | 396,00 | 658,00 | 165,00 | 764,00 | 659,00 | 266,00 | 787,00 | 1.299,00 | 4.343,64 |
| **2000** | 88,00 | 237,00 | 406,00 | 437,00 | 357,00 | 648,00 | 176,00 | 891,00 | 647,00 | 334,00 | 848,00 | 1.409,00 | 4.725,11 |
| **2001** | 91,00 | 205,00 | 403,00 | 439,00 | 320,00 | 538,00 | 239,00 | 819,00 | 636,00 | 270,00 | 832,00 | 1.340,00 | 4.805,12 |
| **2002** | 95,00 | 233,00 | 400,00 | 422,00 | 353,00 | 602,00 | 314,00 | 811,00 | 608,00 | 313,00 | 891,00 | 1.390,00 | 5.083,70 |
| **2003** | 98,00 | 246,00 | 388,00 | 428,00 | 501,00 | 604,00 | 292,00 | 811,00 | 672,00 | 359,00 | 1.012,00 | 1.559,00 | 5.584,00 |
| **2004** | 103,00 | 261,00 | 445,00 | 468,00 | 540,00 | 630,00 | 319,00 | 833,00 | 673,00 | 407,00 | 1.130,00 | 1.747,00 | 5.690,00 |
| **2005** | 85,00 | 212,00 | 405,00 | 395,00 | 509,00 | 640,00 | 317,00 | 812,00 | 682,00 | 442,00 | 1.212,00 | 1.731,00 | 5.631,00 |
| **2006** | 94,00 | 231,00 | 460,00 | 430,00 | 491,00 | 663,00 | 347,00 | 956,00 | 803,00 | 521,00 | 1.253,00 | 1.804,00 | 4.875,57 |
| **2007** | 94,00 | 231,00 | 430,00 | 430,00 | 473,00 | 686,00 | 376,00 | 1.100,00 | 924,00 | 599,00 | 1.293,00 | 1.876,00 | 5.519,84 |
| **2008** | 94,00 | 231,00 | 324,00 | 430,00 | 528,00 | 699,00 | 345,00 | 973,00 | 817,00 | 530,00 | 1.626,00 | 1.698,00 | 5.160,06 |
| **2009** | 94,00 | 231,00 | 455,00 | 430,00 | 625,00 | 689,00 | 367,00 | 1.049,00 | 880,00 | 571,00 | 1.486,00 | 2.086,00 | 4.439,24 |
| **2010** | 94,00 | 231,00 | 440,00 | 430,00 | 491,00 | 725,00 | 390,00 | 1.092,00 | 917,00 | 595,00 | 1.586,00 | 2.192,00 | 5.071,68 |
| **2011** | 94,00 | 231,00 | 424,00 | 430,00 | 481,00 | 696,00 | 376,00 | 1.042,00 | 875,00 | 568,00 | 1.565,00 | 2.200,00 | 4.883,21 |
| **2012** | 94,00 | 231,00 | 442,05 | 430,00 | 385,65 | 758,59 | 379,51 | 1.023,39 | 859,38 | 557,86 | 1.646,62 | 2.150,98 | 4.108,85 |
| **2013** | 94,00 | 231,00 | 439,91 | 430,00 | 325,60 | 865,67 | 384,26 | 1.047,57 | 879,67 | 571,03 | 1.627,15 | 2.128,13 | 4.108,85 |
| **2014** | 94,00 | 231,00 | 439,91 | 430,00 | 325,60 | 865,67 | 384,26 | 1.047,57 | 879,67 | 571,03 | 1.627,15 | 2.128,13 | 4.108,85 |

Fontes: Elaboração própria a partir de Abiquim e MCTI.

# ANEXO F – Capacidade instalada de produção de substâncias químicas

Tabela 52: Capacidade Instalada de Amônia por UF em toneladas

| Ano | Fonte | BA | SE | MG | RJ | PR | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1975 | Anuário Abiquim 1979 | 66.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 193.000 |
| 1980 | Anuário Abiquim 1982 | 365.000 | 0 | 0 | 2.900 | 0 | 193.000 |
| 1984 | Anuário Abiquim 1985 | 664.620 | | 4.700 | 6.000 | 575.619 | |
| 1985 | Anuário Abiquim 1986 | 678.000 | | 8.578 | 5.603 | 530.000 | |
| 1990 | Anuário Abiquim 1991 | 709.500 | | 9.186 | 4.206 | 545.820 | |
| 1995 | Anuário Abiquim 1996 | 670.000 | | 9.000 | 10.030 | 567.600 | |
| 2000 | Anuário Abiquim 2001 | 775.500 | | 9.000 | 4.201 | 600.600 | |
| 2005 | Anuário Abiquim 2006 | 907.500 | | 9.400 | 5.760 | 629.000 | |
| 2010 | Anuário Abiquim 2011 | 495.000 | 456.250 | 10.000 | 5.760 | 621.000 | |
| 2011 | Anuário Abiquim 2012 | 495.000 | 456.250 | 10.000 | 5.760 | 621.000 | |
| 2012 | Anuário Abiquim 2013 | 495.000 | 456.250 | 10.000 | 5.760 | 621.000 | |
| 2013 | Anuário Abiquim 2014 | 495.000 | 456.250 | 10.000 | 5.760 | 621.000 | |

Fontes: Abiquim.

Tabela 53: Capacidade Instalada de Ácido Nítrico por UF em toneladas

| Ano | Fonte | BA | RJ | SP |
|---|---|---|---|---|
| 1975 | Anuário Abiquim 1979 | 0 | 1.000 | 416.800 |
| 1980 | Anuário Abiquim 1982 | 0 | 0 | 407.000 |
| 1984 | Anuário Abiquim 1985 | 29.700 | 0 | 371.238 |
| 1985 | Anuário Abiquim 1986 | 62.700 | 0 | 431.000 |
| 1990 | Anuário Abiquim 1991 | 33.000 | 0 | 451.710 |
| 1995 | Anuário Abiquim 1996 | 33.000 | 0 | 462.600 |
| 2000 | Anuário Abiquim 2001 | 36.300 | 0 | 497.580 |
| 2005 | Anuário Abiquim 2006 | 36.300 | 0 | 596.000 |
| 2010 | Anuário Abiquim 2011 | 36.300 | 0 | 622.100 |
| 2011 | Anuário Abiquim 2012 | 36.300 | 0 | 625.360 |
| 2012 | Anuário Abiquim 2013 | 36.300 | 0 | 618.900 |
| 2013 | Anuário Abiquim 2014 | 36.300 | 0 | 618.900 |

Fontes: Abiquim.

# ANEXO G – Consumo Não Energético de Combustíveis

Tabela 54: Consumo Não Energético de Combustíveis em Outros Setores que não Matéria-prima da Indústria Química (ktep)

| Ano | Álcool Anidro | Álcool Hidratado | Lubrificantes[29] | Outros Não Energéticos de Petróleo | Solventes |
|---|---|---|---|---|---|
| **1970** | 15,22 | 185,93 | - | 1.201,77 | - |
| **1971** | 17,75 | 138,48 | - | 1.173,62 | - |
| **1972** | 16,23 | 137,02 | - | 1.238,57 | - |
| **1973** | 18,26 | 117,66 | - | 1.238,57 | - |
| **1974** | 27,39 | 149,61 | - | 2.002,12 | - |
| **1975** | 26,88 | 153,49 | - | 2.118,99 | - |
| **1976** | 14,71 | 138,96 | - | 2.267,92 | - |
| **1977** | 46,16 | 154,94 | - | 2.457,26 | - |
| **1978** | 24,85 | 155,42 | - | 2.976,05 | - |
| **1979** | 12,68 | 152,52 | - | 3.786,67 | - |
| **1980** | 84,20 | 154,94 | - | 3.181,99 | - |
| **1981** | 25,87 | 174,31 | - | 2.718,84 | - |
| **1982** | 7,61 | 183,02 | - | 2.934,74 | - |
| **1983** | 19,78 | 348,61 | - | 2.505,53 | - |
| **1984** | 17,75 | 316,66 | - | 2.617,73 | - |
| **1985** | 60,36 | 334,57 | 147,92 | 1.098,92 | 234,75 |
| **1986** | 47,68 | 321,98 | 146,31 | 821,81 | 188,87 |
| **1987** | 39,06 | 303,58 | 130,15 | 731,39 | 203,40 |
| **1988** | 25,87 | 300,68 | 123,86 | 1.083,65 | 210,53 |
| **1989** | 40,58 | 317,63 | 132,67 | 1.203,02 | 228,42 |
| **1990** | 30,43 | 435,77 | 139,42 | 1.079,07 | 222,74 |
| **1991** | - | 333,12 | 134,08 | 1.057,40 | 309,14 |
| **1992** | - | 337,96 | 111,47 | 886,79 | 305,18 |
| **1993** | 60,87 | 372,82 | 122,69 | 946,32 | 279,81 |
| **1994** | 63,40 | 447,87 | 127,85 | 879,68 | 355,12 |
| **1995** | 60,36 | 520,50 | 134,79 | 855,78 | 280,61 |
| **1996** | 76,59 | 472,08 | 142,45 | 1.073,39 | 305,18 |
| **1997** | 68,48 | 431,41 | 149,57 | 1.177,40 | 372,56 |
| **1998** | 119,20 | 457,07 | 146,63 | 1.260,41 | 354,55 |
| **1999** | 136,95 | 444,00 | 152,56 | 1.443,63 | 425,48 |
| **2000** | 115,65 | 489,03 | 164,37 | 1.477,93 | 423,92 |
| **2001** | 66,45 | 574,73 | 147,65 | 1.114,83 | 441,10 |
| **2002** | 43,52 | 404,78 | 184,70 | 1.322,14 | 553,52 |
| **2003** | 68,49 | 367,40 | 163,41 | 1.174,80 | 627,92 |
| **2004** | 74,76 | 441,15 | 167,69 | 1.198,83 | 720,08 |
| **2005** | 69,86 | 270,25 | 171,14 | 1.178,54 | 1.005,38 |
| **2006** | 117,48 | 469,20 | 150,22 | 1.444,47 | 1.070,75 |
| **2007** | 151,99 | 203,12 | 178,35 | 1.397,22 | 622,46 |
| **2008** | 324,99 | 465,58 | 227,43 | 2.213,43 | 650,96 |
| **2009** | 301,27 | 424,45 | 176,09 | 2.335,23 | 501,40 |
| **2010** | 148,83 | 438,38 | 216,03 | 3.158,37 | 455,98 |
| **2011** | 94,32 | 425,19 | 242,21 | 3.412,00 | 451,44 |
| **2012** | 99,27 | 481,44 | 221,23 | 3.182,99 | 461,04 |
| **2013** | 133,96 | 506,84 | 250,40 | 3.483,09 | 422,62 |
| **2014** | 122,39 | 460,52 | 216,43 | 3.481,75 | 460,74 |

Fontes: Elaboração própria a partir de MME e MCTI.

[29] O consumo de lubrificantes apresentado na tabela corresponde a 20% do publicado nas planilhas do BEN, assumindo que apenas essa fração é responsável por emissões de $CO_2$.