

Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa do Estado de Minas Gerais - Ano base 2010

Gerência de Energia e Mudanças Climáticas
Fundação Estadual do Meio Ambiente

© 2013 Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM

É permitida a reprodução desde que seja citada a fonte.

Governo do Estado de Minas Gerais

Antônio Augusto Junho Anastasia
Governador

**Secretaria do Estado do Meio Ambiente
e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD**

Adriano Magalhães Chaves - Secretário

Disponibilização Online

Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM

Zuleika Stela Chiacchio Torquetti - Presidente

Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento

Janaina Maria Franca dos Anjos

Gerência de Energia e Mudanças Climáticas

Felipe Santos de Miranda Nunes

Equipe Técnica

Abílio César Soares de Azevedo
Andréa Brandão Andrade
Carolina Pereira Lucca
Cibele Mally de Souza
Felipe Santos de Miranda Nunes
Letícia Vieira Lopes
Wilson Pereira Barbosa Filho

Apoio Técnico

Léo Genin – Diretor técnico EnvirOconsult
Alexandre Florentin – Coordenador local EnvirOconsult

Estagiários

Junia Roberta de Souza
Rafaela Costa Rodrigues
Rafaela Garcia Diniz de Souza

Rodovia Prefeito Américo Gianetti, s/n – 1º andar -Bairro Serra Verde - Belo Horizonte - Minas Gerais
Brasil - CEP: 31630-90

Home page: <http://www.feam.br/mudancas-climaticas>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Emissões líquidas de GEE por setor para o estado de Minas Gerais	7
Figura 2: Emissões do setor de energia em percentual de contribuição de cada subsetor.....	18
Figura 3: Emissões do setor de energia em percentual de contribuição de cada Fonte.....	19
Figura 4: Participação das fontes nas emissões do subsetor industrial.	20
Figura 5: Participação das Fontes nas Emissões do Subsetor Transportes.	21
Figura 6 : Participação das Fontes nas Emissões do Subsetor Energético.	22
Figura 7: Participação dos subsetores do setor de Processos Industriais nas emissões de GEE.	24
Figura 8: participação de cada fonte de emissão no setor agropecuária	29
Figura 9: Participação de cada uma das categorias na emissão de metano pela fermentação entérica.	32
Figura 10: Participação de cada categoria nas emissões de metano pelo manejo de dejetos. .	34
Figura 11: Emissões de GEE por solos agrícolas	36
Figura 12: Emissões e Remoções de Co ₂ anualizadas de Mudança de Uso da Terra e Florestas para o Período 2005-2007 e 2007-2009.....	42
Figura 13: Emissões de gee de tratamento de resíduos por subsetores	44
Figura 14: Participação Dos Setores Industriais Considerados	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 3: Participação dos subsetores nas emissões do setor de energia	17
Tabela 4: Participação dos subsetores nas emissões totais do subsetor industrial	20
Tabela 5: Produção e Contabilização das Emissões do Setor Processos Industriais e Uso de Produtos.....	24
Tabela 6: Emissões Do Subsetor Indústria Química.....	25
Tabela 7: Emissões Do Subsetor Minerais Não Metálicos	26
Tabela 8: Emissões Do Subsetor de Siderurgia.	27
Tabela 9: Emissões De CO ₂ , CF ₄ E C ₂ F ₆ na Produção de Alumínio Primário.....	28
Tabela 10: Parcelas de Contribuição das Diferentes Fontes de Emissão de CH ₄ no setor Industrial	29
Tabela 11: Parcelas de Contribuição das Diferentes Fontes de Emissão de N ₂ O para o Setor Industrial	30
Tabela 12: Quantitativo Do Rebanho Mineiro - 2010.....	31
Tabela 13: Emissões De Gee Por Fermentação Entérica	32
Tabela 14: Emissões Provenientes Do Armazenamento E Manipulação De Dejetos	33
Tabela 15: Emissões De Solos Agrícolas.....	35
Tabela 16: Emissões Do Cultivo De Arroz	36
Tabela 17: Emissões Da Queima De Resíduos Agrícolas.....	37
Tabela 18: Categorias De Uso Da Terra e Respectivas Áreas Em Minas Gerais.....	39
Tabela 19: Emissões De GEE em Gg CO ₂ e por Tipos de Destinação Final.....	43
Tabela 20: Emissões de GEE de RSU por tipo de destinação e tratamento final.....	45
Tabela 21: Emissões Provenientes De Resíduos Industriais No Estado De Minas Gerais.....	45
Tabela 22: Emissões Provenientes De Efluentes Domésticos No Estado De Minas Gerais	46
Tabela 23: Produção De Subsetores Selecionados Para Estimativas De GEE De Efluentes Industriais.....	47
Tabela 24: Estimativas Das Emissões Dos Setores Industriais	47

Sumário

APRESENTAÇÃO	5
SUMÁRIO EXECUTIVO	6
INTRODUÇÃO	11
METODOLOGIA E FONTES DE INFORMAÇÃO	14
RESULTADOS	16
SETOR ENERGIA	16
Subsetor Industrial	19
Subsetor Transportes	21
Subsetor Energético	21
Outros Setores.....	22
Recálculo das emissões de 2005	22
<i>Bunker fuel</i> e emissões fugitivas	23
SETOR PROCESSOS INDUSTRIAIS	23
Subsetor Indústria Química	25
Subsetor Indústria de Minerais Não-Metálicos.....	26
Subsetor Indústria de Minerais Metálicos	26
Recálculo das emissões de 2005	28
SETOR AGROPECUÁRIA	28
Subsetor Pecuária.....	31
Subsetor Agricultura.....	34
Recálculo das emissões de 2005	37
SETOR MUDANÇA DE USO DA TERRA E FLORESTAS	37
Recálculo das emissões de 2005	42
SETOR TRATAMENTO DE RESÍDUOS	43
Subsetor Resíduos Sólidos Urbanos	44
Subsetor Resíduos Sólidos Industriais	45
Subsetor Efluentes Domésticos.....	46
Subsetor Efluentes Industriais.....	46
ANEXO 1 – FATORES DE EMISSÃO UTILIZADOS	49

APRESENTAÇÃO

O Governo do Estado de Minas Gerais, por meio da Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM, entidade vinculada ao Sistema Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, apresenta neste documento as **Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa do Estado de Minas Gerais para o ano base de 2010**.

A publicação dessas estimativas representa o primeiro esforço coordenado no sentido de manter atualizadas as informações referentes às emissões de gases de efeito estufa (GEE) no território mineiro desde a elaboração do primeiro inventário estadual, em 2008, com dados referentes ao ano base de 2005. Essa iniciativa reforça a importância que o Estado atribui às mudanças climáticas e a necessidade de todas as esferas de governo e sociedade em geral buscarem soluções para redução das emissões de GEE e promoção de uma economia de baixo carbono.

As estimativas de GEE servem a vários objetivos, desde a gestão de riscos de emissões, até a identificação de oportunidades de redução e remoção por sumidouros, passando por estímulo a programas voluntários de implementação dessas práticas, aprimoramento regulatório, participação em mercados de GEE e estabelecimento de possíveis metas e compromissos. Nesse sentido, a atualização e monitoramento periódico das emissões tornam-se fundamentais para a identificação de possíveis tendências e mudanças de perfil das emissões estaduais visando subsidiar a tomada de decisão quanto às políticas públicas necessárias.

SUMÁRIO EXECUTIVO

No Brasil, o combate às mudanças climáticas é tema de uma política ambiciosa e dinâmica, sendo que diversas iniciativas nos diferentes níveis federativos encontram-se em andamento para enfrentamento da questão. Na esfera nacional, o governo brasileiro tem se comprometido em metas de redução de emissões de gases do efeito estufa por meio de uma série de iniciativas e planos setoriais de mitigação e adaptação. As metas oficiais do Plano Nacional de Mudanças Climáticas representam um importante esforço em reduzir entre 36 a 39% das emissões até 2020, com relação ao cenário de referência, esforço este que depende fortemente das ações estaduais e locais.

Nesse contexto, é oportuno analisar o perfil de emissões por meio de estimativas de emissões e remoções de GEE nos territórios estaduais e as opções que têm os estados brasileiros para contribuir com o esforço coletivo buscando identificar ações em sinergia com as ações nacionais. Adicionalmente, cada vez mais o papel de governos subnacionais (estaduais e locais) no combate às mudanças climáticas é tido como chave para mitigação e adaptação às mudanças climáticas globais.

Dessa forma, foi feita uma atualização das emissões e remoções de GEE do Estado de Minas Gerais para o ano base de 2010 visando identificar as principais fontes de emissão, tendências e elementos para subsidiar políticas públicas eficazes para mitigação das emissões no território mineiro. Trata-se de uma continuação do trabalho de quantificação e monitoramento das emissões estaduais, iniciado em 2005, por meio da publicação do Primeiro Inventário Estadual de GEE.

Utilizando as metodologias para elaboração de inventários do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), adaptadas para a escala estadual, foram quantificadas as emissões dos gases mais significativos, como o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), o tetrafluoroetano (CF₄) e o hexafluoroetano (C₂F₆), emitidos em menores quantidades e as remoções de carbono por uso do solo e florestas.

Foram mensuradas as emissões por setores e subsetores socioeconômicos expressas em **Gg CO₂e** (gigagramas ou mil toneladas de dióxido de carbono equivalente), representando o somatório de todos os gases transformados em seu equivalente em CO₂, considerando seus respectivos potenciais de aquecimento global definidos pelo IPCC (2007).

As estimativas indicam uma emissão total de **123.434,3 Gg CO₂e** no estado de Minas Gerais para o ano de 2010. As emissões totais divulgadas no Primeiro Inventário Estadual - ano base 2005, foram de 122.950,0 Gg CO₂e. Contudo, as melhorias na metodologia de contabilização e consolidação dos dados permitiram um aprimoramento dos cálculos que resultaram em uma emissão total de 124.167,3 Gg CO₂e para o ano de 2005. Dessa forma, com base no recálculo realizado houve um **decrécimo de 0,6%** das emissões na comparação 2005 a 2010, indicando uma estabilização das emissões estaduais no período considerado.

Abaixo são apresentados as contribuições de cada setor e as emissões totais em Gg CO₂e por subsetores considerados.

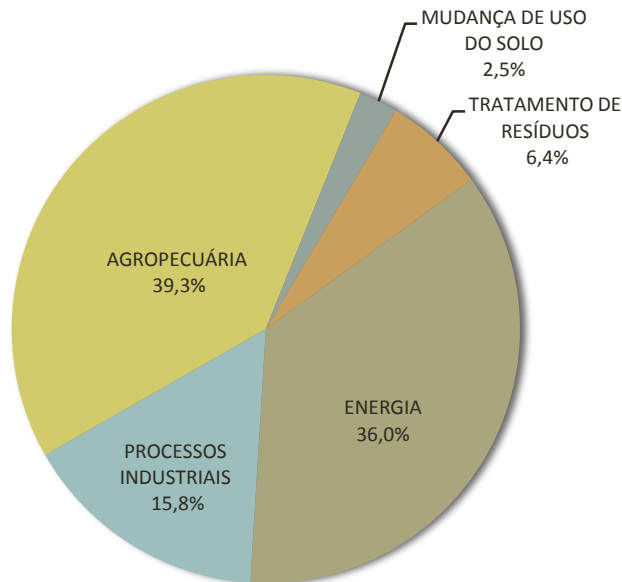


FIGURA 1: EMISSÕES LÍQUIDAS DE GEE POR SETOR PARA O ESTADO DE MINAS GERAIS - ANO BASE 2010

TABELA 1: EMISSÕES TOTAIS DE GEE POR SETOR E SUBSETOR PARA O ESTADO DE MINAS GERAIS - ANO BASE 2010

SETORES	Emissões (Gg CO2 e)
ENERGIA	44.401,0
<i>Energético</i>	1.539,8
<i>Industrial</i>	17.141,4
<i>Transporte</i>	21.011,4
<i>Comercial</i>	365,3
<i>Residencial</i>	2.281,4
<i>Público</i>	165,3
<i>Agropecuário</i>	1.896,5
INDÚSTRIA	19.467,0
<i>Química (Produção de Amônia)</i>	14,3
<i>Cimento</i>	5.523,2
<i>Cal</i>	3.570,0
<i>Ferro Gusa e Aço</i>	9.495,3
<i>Alumínio</i>	864,2
AGROPECUÁRIA	48.551,2
<i>Fermentação Entérica</i>	27.022,5
<i>Manejo de Dejetos</i>	2.399,2
<i>Solos Agrícolas</i>	17.002,0
<i>Calagem</i>	1.833,4
<i>Cultivo de Arroz</i>	127,8
<i>Queima de Resíduos</i>	166,2
MUDANÇA DE USO DO SOLO	3.059,3
RESÍDUO	7.955,9
<i>Resíduos Urbanos</i>	4.931,9
<i>Resíduos Industriais</i>	656,4
<i>Efluentes Urbanos</i>	1.320,9
<i>Efluentes Industriais</i>	1.046,7
TOTAL	123.434,3

O setor de **Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo - AFOLU** foi subdividido em **Agropecuária** e **Mudanças de uso da terra e Florestas** para fins de comparabilidade com a Comunicação Nacional de Emissões de GEE. O setor **Agropecuária** apresentou as maiores emissões (39,3%) em Minas Gerais, com cerca de **48.551,2 Gg CO₂e**, sendo 60,6 % da pecuária e 39,4% da agricultura, o que era esperado em função da importância do setor na economia mineira. O recálculo das emissões do setor indica **um aumento das emissões de 8,3%**, para o período de 2005 a 2010.

O **setor de Energia**, segundo maior emissor, contabilizou cerca de **44.401,0 Gg CO₂e** e representou 36,0% das emissões estaduais. Dentre os subsetores, 47,3% das emissões são provenientes do transporte e 38,6% da indústria. As emissões do subsetor Ferro-Gusa e Aço Integrado (Siderurgia) provenientes das fontes que são utilizadas tanto como fonte de energia, ou como insumos do processo produtivo, que no Primeiro Inventário Estadual foram integralmente contabilizadas no setor Energia, foram transferidas para o setor de Processos Industriais (utilizando os fatores de emissão desse setor específico). O aprimoramento da metodologia de contabilização do setor apontou a emissão de **38.246,1 Gg CO₂e** para 2005, o que representa um **aumento das emissões de 13,9 %** no período de 2005 a 2010.

O **setor de Processos Industriais** emitiu cerca de **19.467,0 Gg CO₂e** (15,8%), com aproximadamente 53,2% do subsetor de minerais metálicos (Siderurgia, Alumínio) e 46,7 % de minerais não metálicos (cimento, cal). O subsetor da Indústria Química emitiu somente cerca de 0,07% do total das emissões do setor (foram contabilizadas somente as emissões da Produção de Amônia). O recálculo para 2005 estimou emissões de 17.912,9 Gg CO₂e, o que representa **um aumento médio de 10,5%** no período de 2005 a 2010.

O **setor de Tratamento de Resíduos** gerou **7.955,9 Gg CO₂e** ou 6,4% do total das emissões. Das emissões totais de GEE do setor, a disposição e tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU contribuiu com 60% das emissões totais e os Resíduos Industriais - RSI contribuíram com 8,7%. Já o tratamento de efluentes domésticos representou uma parcela de 17,3 % do total e os efluentes industriais, 14,0 %. No entanto, não foi identificada neste setor uma diferença metodológica significativa que justificasse a realização do recálculo para as emissões de 2005. Os cálculos realizados em 2005 contabilizaram emissões da ordem de 7.200,00 Gg

CO₂e. Dessa forma, as estimativas indicam **um aumento de aproximadamente 9,5%** no período de 2005 a 2010.

O **setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas** mostrou uma forte queda nas emissões líquidas, reduzidas a aproximadamente **3.050,0 Gg CO₂e** em comparação com **10.367,9 Gg CO₂** em 2007 e **16.792,7 Gg CO₂** em 2005 (recalculado), o que pode ser atribuído a uma redução acentuada do desmatamento e em menor grau a uma expansão das remoções de carbono por meio de florestas plantadas e unidades de conservação em áreas florestais. O recálculo das emissões de 2005 revelou uma significativa **redução de cerca de 82%** no período de 2005 a 2010.

Uma comparação com o relatório ‘Estimativas de emissões de gases de efeito estufa no Brasil’, lançado no ano de 2013, pelo Ministério da Ciência e Tecnologia – MCTI, revela que no período de 2005 a 2010, as emissões estaduais dos setores **Energia** e **Tratamento de Resíduos** cresceram menos percentualmente do que a média nacional e as emissões oriundas do setor de **Mudança de Uso da Terra e Florestas** tiveram uma redução percentual maior comparativamente. Já para os setores de **Processos Industriais** e **Agropecuária**, as emissões aumentaram mais do que a média nacional. A tabela 2 exibe as diferentes variações dos setores comparativamente. Todos os valores utilizados para o ano de 2005, na comparação com o ano de 2010, foram recalculados utilizando o mesmo escopo metodológico considerado neste documento.

TABELA 2: VARIAÇÃO DAS EMISSÕES ESTADUAIS E NACIONAIS ENTRE O PERÍODO 2005-2010

Setores	Variação 2005 – 2010 (%)	
	Minas Gerais	Brasil
Energia	13,9	21,4
Processos Industriais	10,5*	5,3
Agropecuária	8,3	5,2
Tratamento de Resíduos	9,5	16,4
Mudança de Uso da Terra e Florestas	-81,8	-76,1

*Considerando somente os subsetores Siderurgia, Alumínio, Cimento e Cal.

Considerando todos os setores, as emissões *per capita* do estado totalizaram **6,30 toneladas de CO₂e/habitante**. Considerando o Produto Interno Bruto (PIB) de Minas Gerais em 2010, para cada R\$1.000,00 produzidos foram emitidos aproximadamente **0,35 toneladas de CO₂e**.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas encontram-se atualmente no centro dos debates nacionais e internacionais relacionados ao desenvolvimento sustentável. Resultado do crescente aumento da concentração de Gases de Efeito Estufa – GEE na atmosfera, sobretudo, pela queima de combustíveis fósseis (derivados do petróleo, carvão, gás natural) e mudanças no padrão de uso do solo (desmatamento, agricultura, urbanização), o aquecimento global e seus impactos representam enormes desafios para as sociedades contemporâneas.

De acordo com o 5º relatório de avaliação (AR5) do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima – IPCC, publicado em 2013, “o aquecimento global é inequívoco, a influência humana tem sido sua causa dominante desde a metade do século XX, e as concentrações de gases do efeito estufa, já em níveis nunca vistos nos últimos 800 mil anos, vão persistir por muitos séculos”¹.

Além das alterações observadas e os relevantes impactos climáticos já sentidos destaca-se a importância de se reduzir a curva de crescimento e estabilizar as emissões de GEE globais nos próximos 20 anos para se evitar os cenários mais acentuados da mudança do clima (com previsões de aumento de temperatura média de até 4 °C)¹.

Para a redução efetiva dessa curva de crescimento de emissões são necessárias políticas públicas e ações de mitigação que tenham implicações importantes para todos os aspectos do desenvolvimento local, regional e nacional, com destaque para as questões energéticas e uso do solo, visto que a produção e consumo de energia, a agropecuária e o desmatamento desempenham um papel central, tanto

¹ IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

no desenvolvimento socioeconômico, como no padrão de emissões de GEE que contribuem para as mudanças climáticas.

Na esfera nacional, o governo brasileiro tem se comprometido em metas de redução de emissões de gases do efeito estufa por meio de uma série de iniciativas e planos setoriais de mitigação e adaptação. As metas oficiais do Plano Nacional de Mudanças Climáticas representam um importante esforço em reduzir entre 36 a 39% das emissões até 2020, com relação ao cenário de referência, esforço este que depende fortemente das ações regionais e locais.

Por outro lado, no âmbito internacional, novos compromissos e metas poderão ser estabelecidos. É possível que países atualmente sem metas obrigatórias no âmbito das negociações internacionais, como o Brasil, possam vir a ter que reduzir suas emissões em um segundo período de compromisso ou após 2020. Muitas propostas já estão sendo delineadas para o próximo período e, em geral, elas se focam, também, na participação dos países em desenvolvimento, havendo uma tendência em aceitar que diferentes países tenham distintos tipos ou níveis de compromissos.

Nesse contexto, é extremamente oportuno analisar as opções que têm os estados brasileiros para contribuir com o esforço coletivo, buscando identificar ações que possam ser implantadas pelos respectivos governos estaduais em consonância com as ações nacionais. Adicionalmente, cada vez mais o papel de governos subnacionais (estaduais e locais) no combate às mudanças climáticas é tido como chave para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas globais.

O empenho do Estado de Minas Gerais na questão climática ocorre há alguns anos. Em 2005, a criação do Fórum Mineiro de Mudanças Climáticas Globais marcou efetivamente a entrada do tema na agenda governamental, promovendo discussões sobre o fenômeno global e a necessidade de políticas públicas a serem desenvolvidas, aplicadas e implementadas no estado. Em 2008, foi apresentado o Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Estado de Minas Gerais para o ano base de 2005, que teve como objetivo identificar o nível de emissões de GEE e suas principais fontes para o Estado.

O Decreto nº 45.229, de 3 de dezembro de 2009, formalizou e regulamentou medidas do Poder Público estadual referentes ao combate às mudanças climáticas e emissões de gases de efeito estufa, com destaque para o "Programa de Registro Público Voluntário das Emissões Anuais de Gases de Efeito Estufa do Estado de

Minas Gerais", regulamentado pelas Deliberações Normativas COPAM nº 151, de 01 de julho de 2010, e nº 160, de 16 de dezembro de 2010. O Programa configura-se como uma importante iniciativa governamental buscando reconhecer, encorajar e promover ações para a gestão voluntária de emissões de gases de efeito estufa, proporcionando aos participantes acesso a instrumentos e padrões de qualidade internacional para registro de emissões.

De maneira pioneira, o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais (Sisema), entidade que reúne os órgãos ambientais do Estado, publica desde 2009 seus Relatórios de Sustentabilidade conforme diretrizes do *Global Reporting Initiative* - GRI para o setor público. Os Relatórios, além de apresentarem informações relativas aos aspectos socioambientais e econômicos dos órgãos de meio ambiente do Estado, incluem a contabilização das emissões anuais de GEE de responsabilidade do Sisema.

Em 2012, reforçando o compromisso do Estado no combate às mudanças climáticas, o Governo incluiu no Plano Plurianual de Ação Governamental - PPAG 2012-2015, o Projeto Estratégico de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas que prevê a elaboração de planos setoriais de mitigação e adaptação às Mudanças Climáticas em Minas Gerais e a realização de cenários tendenciais de emissões.

Conforme estabelecido no PPAG, o Governo do Estado de Minas Gerais deverá elaborar o Plano de Energia e Mudanças Climáticas. Trata-se de um instrumento de política pública cujo objetivo principal é traçar diretrizes e ações para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas no território mineiro, visando assegurar a transição para uma economia de baixo carbono e um desenvolvimento sustentável no estado.

Um dos elementos essenciais para a elaboração e implementação do Plano de Energia e Mudanças Climáticas é a mensuração das emissões de GEE no território mineiro, desagregadas por setor e subsetores socioeconômicos com a identificação das principais fontes e sumidouros de carbono.

Este documento apresenta as Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (GEE) do Estado de Minas Gerais para o ano base 2010. Trata-se de uma continuação do trabalho de quantificação e monitoramento das emissões estaduais, iniciado em 2005, por meio da publicação do Primeiro Inventário.

METODOLOGIA E FONTES DE INFORMAÇÃO

Os documentos orientadores na elaboração desse Inventário são as Diretrizes Revisadas de 1996 do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (IPCC, 1996), o Guia de Boas Práticas para Uso da Terra (IPCC, 2003) e as diretrizes setoriais do IPCC de 2006 (IPCC, 2006). Os setores em que se divide o inventário são:

1. ENERGIA – Emissões devido à queima de combustíveis e emissões fugitivas. As emissões de CO₂ devido ao processo de redução nas usinas siderúrgicas foram consideradas no setor de Processos Industriais, com exceção das emissões pela produção de coque.

2. PROCESSOS INDUSTRIAIS – Emissões resultantes dos processos produtivos nas indústrias e que não são resultado da queima de combustíveis. Subsetores: produtos minerais, metalurgia e química, além da produção e consumo de HFCs e SF₆.

3. AGROPECUÁRIA – Emissões devido à fermentação entérica do gado, manejo de dejetos animais, solos agrícolas, calagem, cultivo de arroz e queima de resíduos agrícolas.

4. MUDANÇA DE USO DA TERRA E FLORESTAS – Emissões e remoções resultantes das variações da quantidade de carbono, seja da biomassa aérea, seja do solo, considerando-se as transições possíveis entre diversos usos. O crescimento da vegetação de porte florestal em áreas consideradas manejadas gera remoções de CO₂.

5. TRATAMENTO DE RESÍDUOS – Emissões pela disposição e tratamento de resíduos, incluindo compostagem, incineração e tratamento de efluentes domésticos e industriais.

As Emissões do setor de **Energia** foram calculadas usando *Tier 1* (IPCC, 2006) (*Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*). Os dados de atividade (consumo de energia e combustíveis) foram obtidos a partir do 26º Balanço

Energético de Minas Gerais - BEEMG. As emissões fugitivas e as de 'bunker' são também aqui incluídas, porém não contabilizadas. Foram utilizados os fatores de emissão padrão (*default*) sugeridos pelo IPCC ou fatores específicos para o âmbito nacional ou estadual, quando existentes.

Para o setor de **Processos Industriais**, as emissões foram calculadas pelo *Tier 1* (IPCC, 2006). Os dados de atividade foram obtidos juntos às associações e sindicatos dos setores industriais específicos. Os fatores de emissão utilizados foram os valores padrões (*default*) sugeridos pela metodologia. Não são contabilizadas as emissões de uso de produtos em função da baixa representatividade no estado.

Já para o setor **Agropecuária**, as emissões foram calculadas usando *Tier 1* (IPCC, 1996) com algumas adaptações tomando como referencia valores do 2º Inventário Nacional de GEE. Os dados de atividade (número de animais, fertilizantes etc.) foram obtidos a partir de informações disponíveis no IBGE ou associações e sindicatos do setor.

No caso do setor de **Mudança de Uso da Terra e Florestas**, as metodologias adotadas são consistentes com as apresentadas no *IPCC Good Practice Guidance* (2003) que requerem observações espacialmente explícitas do uso da terra e da mudança do uso da terra no território. As emissões e remoções são calculadas usando uma combinação dos *Tiers 2* e *3* a partir da utilização de ferramentas de geoprocessamento e modelagem espacial para geração das matrizes de transição de uso do solo e cálculo do carbono no solo. Os dados de atividade (mapas de uso do solo, matriz de transição e estoque de carbono do solo) foram obtidos por meio da análise e modelagem de imagens provenientes dos inventários florestais de Minas Gerais para os anos de 2005, 2007 e 2009².

Para a obtenção das matrizes de transição e cálculo da alteração dos estoques de carbono do solo foi utilizado o software Dinamica EGO (Soares-Filho et al, 2006). Para contabilização das remoções de CO₂ foram consideradas áreas manejadas as unidades de conservação definidas pelo SNUC (Sistema de Unidades de

² Disponível em: <http://www.inventarioflorestal.mg.gov.br/>

Conservação) abrangendo formações de porte florestal em áreas de proteção integral e uso sustentável.

Por fim, as emissões do setor de **Tratamento de Resíduos** foram calculadas usando *Tier 1* (IPCC, 1996; IPCC, 2006). As estimativas foram calculadas com base em dados de população, taxa de geração de resíduos/efluentes e tipos de destinação ou tratamento final dos mesmos.

Os principais fatores de emissão utilizados podem ser visualizados no Anexo 1.

RESULTADOS

SETOR ENERGIA

As emissões totais de GEE do setor de Energia foram estimadas em **44.401,0 Gg CO₂e**. A Figura 1 apresenta a participação dos subsetores nas emissões totais. O subsetor Transporte foi o que mais emitiu, com 47,3% do total, seguido pelos subsetores Industrial, 38,6%, Energético, 3,5%, Residencial, 5,1%, Agropecuário, 4,3%, Comercial, 0,8%, e por fim o Público, 0,4 %.

As emissões consideradas compreendem àquelas provenientes da queima de combustíveis fósseis e biomassa na produção, transformação e consumo de energia, bem como as emissões fugitivas decorrentes do refino, transporte e distribuição do petróleo e gás natural. Os dados de consumo de combustíveis foram obtidos através do 26º Balanço Energético do Estado de Minas Gerais – BEEMG (Ano base 2010), onde os mesmos são apresentados por setores e por gases. A figura 2 também mostra a parcela de participação de cada subsetor considerado.

TABELA 1: PARTICIPAÇÃO DOS SUBSETORES NAS EMISSÕES DO SETOR DE ENERGIA

Subsetores	Gg CO2e
Energético	1.539,8
Centrais Elétricas de Serviço Público	0,5
Centrais Elétricas Auto Produtoras	89,4
Carvoarias	25,0
Autoconsumo	1.424,8
Residencial	2.281,4
Comercial	365,3
Público	165,3
Agropecuário	1.896,5
Transporte	21.011,4
Rodoviário	19.839,5
Ferroviário	568,0
Aéreo	603,8
Industrial	17.141,4
Cimento	2.549,2
Cal	788,3
Ferro Gusa e Aço Integrado	7.621,3
Ferro Gusa não Integrado	697,4
Ferroligas	588,0
Outros da Siderurgia	76,3
Mineração e Pelotização	1.238,2
Não ferrosos e outros metalurgia	587,8
Química	616,3
Alimentos e Bebidas	842,4
Têxtil	440,3
Papel e Celulose	236,1
Cerâmica	405,5
Outros	454,2
Total	44.401,0

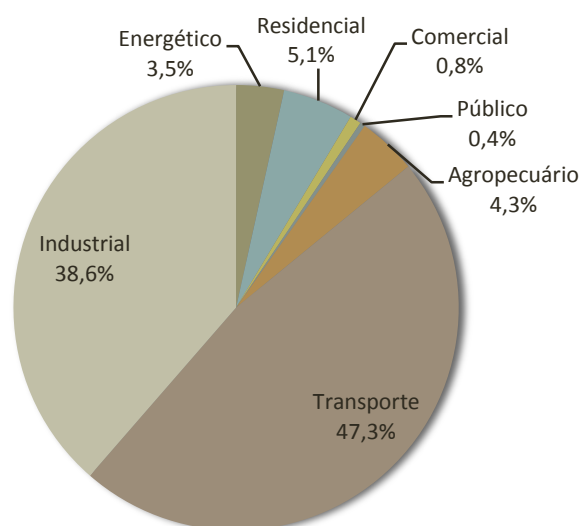


FIGURA 2: EMISSÕES DO SETOR DE ENERGIA EM PERCENTUAL DE CONTRIBUIÇÃO DE CADA SUBSETOR. MINAS GERAIS – 2010

Com relação à participação dos combustíveis ou fontes de emissão (figura 3), o consumo de óleo diesel e gasolina apresentou as maiores emissões de GEE, com 36,9% e 13,9% respectivamente, seguido pelo consumo de outras fontes secundárias, que inclui coque verde de petróleo, nafta petroquímica, gás de refinaria, alcatrão de coqueria e alcatrão de madeira, além do querosene, com 9,8% das emissões totais por fonte. Para fins de demonstração dos resultados, as fontes carvão energético, gás de coqueria e coque de carvão mineral foram agregadas em “Carvão e Produtos de Coque”.

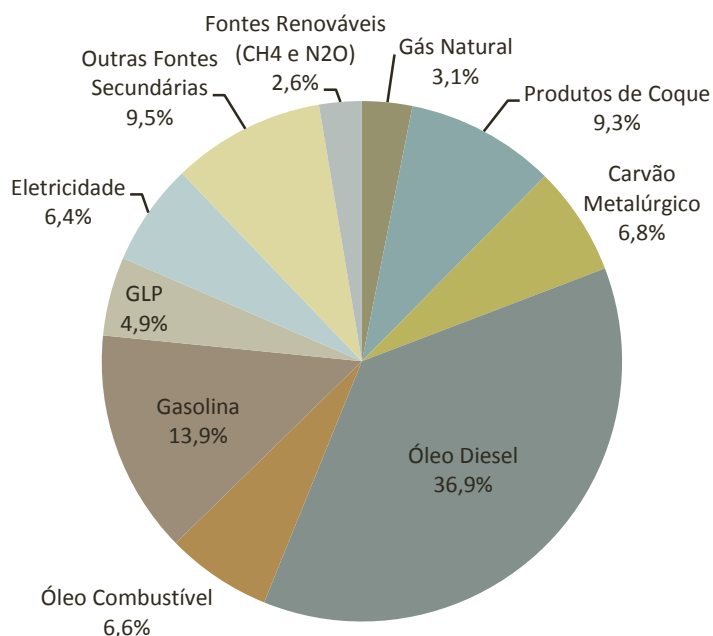


FIGURA 3: EMISSÕES DO SETOR DE ENERGIA EM PERCENTUAL DE CONTRIBUIÇÃO DE CADA FONTE

Subsetor Industrial

No subsetor Industrial a maior contribuição para as emissões totais, como pode ser observado na figura 4, veio da categoria agregada Produtos de Coque, com uma parcela de 19,1% do total, seguida por Outras Fontes Secundárias e Carvão Metalúrgico, com 17,9% e 17,6%, respectivamente. O consumo de carvão vegetal oriundo de florestas plantadas, juntamente com as demais fontes renováveis, não resultou em grandes quantidades de GEE, apesar de seu elevado consumo. Por se tratar de uma fonte renovável, somente as emissões de CH₄ e N₂O são contabilizadas.

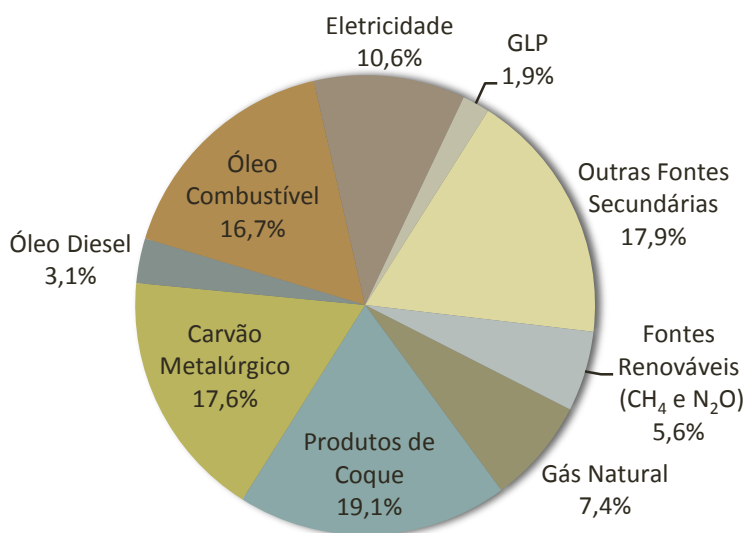


FIGURA 4: PARTICIPAÇÃO DAS FONTES NAS EMISSÕES DO SUBSETOR INDUSTRIAL. MINAS GERAIS – 2010.

A tabela 3 exibe a participação de cada subsetor Industrial, sendo o Ferro-Gusa e Aço Integrado (Siderurgia) responsável pela maior parte das emissões, com 44,5% do total.

TABELA 2: PARTICIPAÇÃO DOS SUBSETORES NAS EMISSÕES TOTAIS DO SUBSETOR INDUSTRIAL

Subsetores	Gg CO ₂ e	%
Cimento	2549,2	14,9%
Cal	788,3	4,6%
Ferro Gusa e Aço Integrado	7621,3	44,5%
Ferro Gusa não Integrado	697,4	4,1%
Ferroligas	588,0	3,4%
Outros da Siderurgia	76,3	0,4%
Mineração e Pelotização	1238,2	7,2%
Não ferrosos e outros metalurgia	587,8	3,4%
Química	616,3	3,6%
Alimentos e Bebidas	842,4	4,9%
Têxtil	440,3	2,6%
Papel e Celulose	236,1	1,4%
Cerâmica	405,5	2,4%
Outros	454,2	2,6%
Total	17.141,4	100%

Subsetor Transportes

No subsetor de transportes, o modal rodoviário foi o responsável por 94,5% das emissões devido ao consumo de combustíveis, sendo o óleo diesel representando 67,1% do total das emissões, seguido pela gasolina, com 29,4%. As emissões relacionadas ao biodiesel e a eletricidade neste setor, apesar de existentes, não foram representativas. Estes dados estão apresentados na figura 5. As emissões das fontes renováveis foram calculadas com base nos fatores de emissão utilizados no 2º Inventário Nacional, porém para o ano de 2005.

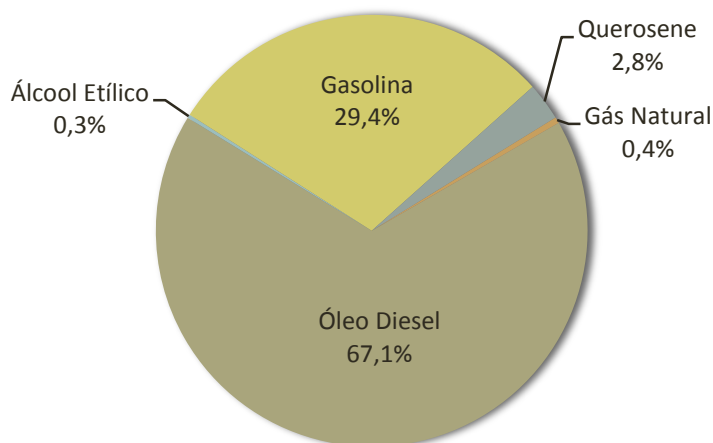


FIGURA 5: PARTICIPAÇÃO DAS FONTES NAS EMISSÕES DO SUBSETOR TRANSPORTES.

Subsetor Energético

No subsetor energético, a maior parte das emissões de GEE se origina do consumo dos Produtos de Coque (49,6%), consumidos nas Centrais Autoprodutoras. As emissões contabilizadas incluem aquelas provenientes do consumo das fontes em atividades de transformação e geração de eletricidade, além do autoconsumo nas

centrais de transformação³ (Figura 6). O gás natural e o óleo combustível não geraram emissões representativas, apesar de consumidos nas centrais elétricas.

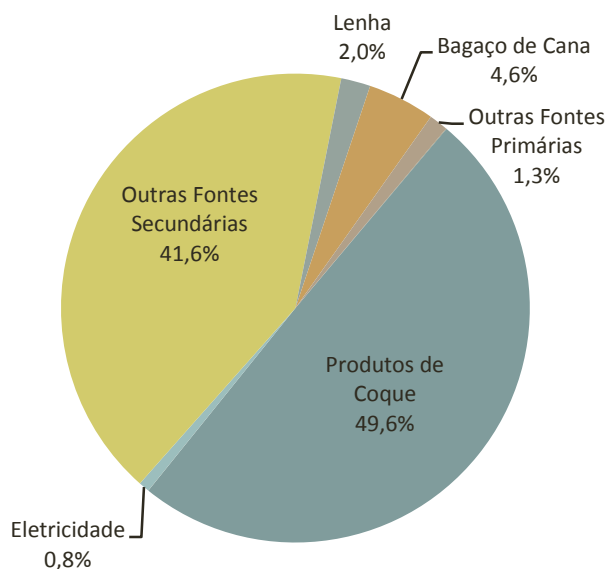


FIGURA 6 : PARTICIPAÇÃO DAS FONTES NAS EMISSÕES DO SUBSETOR ENERGÉTICO.

Outros Setores

No subsetor Residencial, o GLP foi o responsável por cerca de 80% das emissões. Para este subsetor é importante destacar que as diferenças metodológicas no balanço energético de 2010 resultaram em um significativo decréscimo da participação de fontes energéticas relevantes como a lenha. Já nos subsetores comercial e público, houve um predomínio das emissões provenientes da eletricidade. Para o subsetor Agropecuário o óleo diesel foi o principal emissor.

Recálculo das emissões de 2005

A partir dos aprimoramentos metodológicos foi feito um recálculo das emissões do **setor de Energia** para 2005 com base nas mesmas premissas, fatores de

³ Somente as emissões de CH₄ e N₂O foram contabilizadas nas centrais elétricas e de serviço público, já que o CO₂ emitido é calculado através do fator de emissão do Sistema Elétrico Nacional – SIN, e foram aqui atribuídas à fonte Eletricidade.

emissão e definições de escopo aplicadas para 2010 e os resultados revelaram um total de 38.246,1 Gg CO₂e, representando assim, **um aumento de cerca de 13,9 %** no período de 2005 a 2010.

Bunker fuel e emissões fugitivas

As emissões do escopo *bunker fuel* são consideradas com sendo aquelas relacionadas ao consumo de combustíveis em voos internacionais que partem dos limites estaduais. O consumo de querosene de aviação, obtidos junto à ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil, foi de 26,13 mil tEP, correspondendo a uma emissão de **78,93 Gg CO₂e**, trinta vezes maior do que as emissões em 2005, que foram de **2,6 Gg CO₂e**. Tal tendência era esperada devido ao grande aumento dos voos internacionais nos últimos anos.

Para as emissões fugitivas foram consideradas as emissões das seguintes fases: I - transporte e refino e II - distribuição no estado de Minas Gerais. Para a primeira fase, foram utilizados os dados fornecidos pela Petrobrás (**18,36 Gg CO₂e**) que se referem às atividades de refino, transporte de petróleo e derivados, transmissão e armazenamento de gás natural. Segundo a Gasmig - Companhia de Gás de Minas Gerais, as emissões de **0,2555 Gg CO₂e** sob sua responsabilidade são provenientes das redes de distribuição que partem das Estações de Recebimento de Gás (ERG), que por sua vez são provenientes do gasoduto de transporte Gasbel, partindo da bacia de Campos, Rio de Janeiro, ou do gasoduto Gasbol, que parte da Bolívia.

SETOR PROCESSOS INDUSTRIAIS

O setor Processos Industriais engloba os subsetores da Indústria de Minerais não Metálicos, Indústria Química, Indústria de Minerais Metálicos, cada um deles agrupando diferentes tipologias industriais. As emissões estimadas para o Setor totalizaram **19.467,0 Gg CO₂e**. O subsetor mais representativo foi o dos minerais metálicos, que aqui inclui a siderurgia e a produção de alumínio, responsável por 53,2% do total. Os subsetores minerais não metálicos e indústria química contribuíram, respectivamente, com 46,7% e 0,07% do total de emissões. A tabela

5 exibe a produção e as emissões dos subsetores considerados e a figura 7 mostra a participação da cada um no setor de processos industriais.

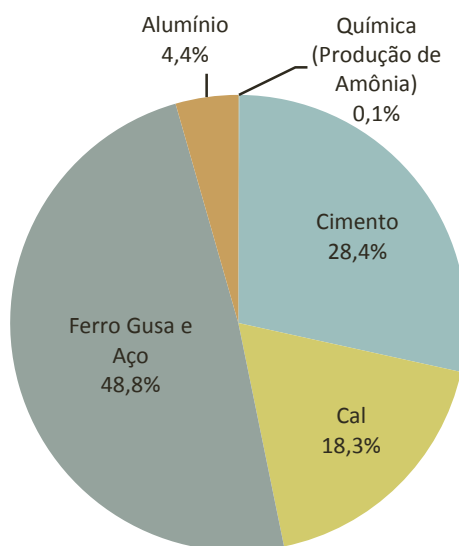


FIGURA 7: PARTICIPAÇÃO DOS SUBSETORES DO SETOR DE PROCESSOS INDUSTRIAIS NAS EMISSÕES DE GEE.

TABELA 3: PRODUÇÃO E CONTABILIZAÇÃO DAS EMISSÕES DO SETOR PROCESSOS INDUSTRIAIS E USO DE PRODUTOS. MINAS GERAIS – 2010

SETORES INDUSTRIAIS	2010	
	Produção	Emissões (Gg CO ₂ e)
Subsetor Indústria Química		14,3
Amônia ¹	4.365	14,3
Subsetor Minerais Não Metálicos		9.093,2
Cimento ²	14.162.000	
<i>Clínquer</i> ²	10.621.500	5.523,0
Cal ³	4.760.000	3.570,0
Subsetor de Minerais Metálicos		10.359,5
Ferro gusa e aço		9.495,3
<i>Aço Bruto</i> ⁴	11.633.800	7.383,1
<i>Coque</i> ¹	1.438.109	1.676,3*
<i>Gusa (não convertido em aço)</i> ⁵	3.707.760	993,6

Sinter ¹	5.552.255,00	1.118,6
Alumínio ⁶	136.900	864,2
TOTAL		19.467,0

* **Contabilizadas no setor Energia**

1 - Inventário de Resíduos Sólidos Industriais. FEAM (2011)

2 - Sindicato Nacional das Indústrias de Cimento - SNIC

3 - Associação Brasileira dos Produtores de Cal - ABPC

4 - Instituto Aço Brasil - IABr

5 - Ministério de Minas e Energia. Anuário Estatístico 2011 - Setor Metalúrgico.

6 - Associação Brasileira do Alumínio – ABAL

Subsetor Indústria Química

Na Indústria Química, a produção de vários compostos, orgânicos e inorgânicos, acarreta a emissão de quantidades consideráveis de GEE. Porém, a partir de dados disponibilizados pela Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM), foram identificados que os únicos processos produtivos que emitem GEE em quantidades significativas no estado de Minas Gerais são a produção de amônia e a produção de ácido fosfórico, conforme as diretrizes do IPCC.

Devido à ausência de dados sobre produção de ácido fosfórico foram contabilizadas apenas as emissões da produção de amônia, na qual o CO₂ é um dos subprodutos de seu processo de fabricação. De acordo com os dados obtidos, a produção de amônia no estado foi de 4.365 toneladas, gerando a emissão de **14,3 Gg CO₂e**, mostrado na tabela 6.

TABELA 4: EMISSÕES DO SUBSETOR INDÚSTRIA QUÍMICA – MINAS GERAIS – 2010

	Produção (t)	Emissões (Gg CO₂e)
Amônia	4.365	14,3 Gg

Para as próximas estimativas serão envidados esforços para obtenção mais abrangente dos dados de atividade da Indústria Química em Minas Gerais de modo a aprimorar o cálculo das emissões do setor.

Subsetor Indústria de Minerais Não-Metálicos

A emissão de CO₂ na indústria de cimento ocorre durante a produção do clínquer. A produção de cimento estimada em 2010 no estado foi de 14.162.000 toneladas, gerando emissões de **5.523 Gg CO₂e**.

Na produção de cal, as emissões são provenientes do processo de calcinação do calcário. A produção estimada de cal, no ano de 2010, foi de 4.760.000 toneladas, de acordo com a Associação Brasileira dos Produtores de Cal (ABPC, 2012). As emissões deste subsetor foram da ordem de **3.570 Gg CO₂e**.

Para a Indústria de Cerâmica, de acordo com informações fornecidas pelo Sindicato das Indústrias de Cerâmica - Sindicer/MG, durante a produção de cerâmica no estado, não há consumo de carbonatos e, com isso, não há geração de emissões de GEE.

Estes dados estão presentes na tabela 7.

TABELA 5: EMISSÕES DO SUBSETOR MINERAIS NÃO METÁLICOS – MINAS GERAIS – 2010

	Produção (t)	Emissões (Gg CO ₂)
Cal	4.760.000	3.570
Cimento	14.162.000	5.523

Subsetor Indústria de Minerais Metálicos

Esse subsetor inclui as emissões pela produção de Ferro gusa e Aço e Alumínio. As emissões da indústria de Ferroligas foram contabilizadas no setor Energia devido à impossibilidade de se separar as emissões provenientes do consumo energético, das emissões devido à sua utilização como matéria prima do processo produtivo. Além disso, a produção de Ferroligas no estado se dá predominantemente por

carvão vegetal⁴. Contando com a desagregação do BEMMG, que trás o consumo de combustíveis específico por setores, pode-se contabilizar a parcela de CH₄ e N₂O especificamente do carvão vegetal para o subsetor ferroligas, junto às demais fontes não-renováveis. Os GEE inventariados foram o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o tetrafluoroetano (CF₄) e o hexafluoroetano (C₂F₆).

A produção de ferro e aço se dá a partir da redução do minério de ferro ou através da utilização de sucata. O Brasil se destaca como o maior produtor mundial de ferro gusa a partir do carvão vegetal e Minas Gerais é o estado com o maior número de produtores. Porém, com a crise financeira global a partir de 2008, o parque guseiro foi um dos setores mais afetados. Em consequência, grande parte dos altos-fornos de Minas Gerais foi desativada neste período. Com isso, os dados de produção do setor, em 2010, possuem um alto nível de incerteza.

As emissões do subsetor ferro-gusa e aço são contabilizadas com base nos diferentes produtos das fases que envolvem todo o processo produtivo do aço. Desta forma, e de acordo com a metodologia IPCC, foram contabilizadas as emissões provenientes da produção de sinter, ferro-gusa (não convertido em aço), e aço bruto. As emissões referentes à fabricação do coque são contabilizadas no setor Energia, conforme recomenda a metodologia, já que sua utilização se dá tanto quanto fonte energética, como para insumo do processo produtivo. A tabela 8 exhibe os resultados para o subsetor de siderurgia.

TABELA 6: EMISSÕES DO SUBSETOR DE SIDERURGIA. MINAS GERAIS – 2010

Emissões	CO₂ (Gg)	CH₄ (t)	CO₂e (Gg)
Sínter	1.110,5	388,7	1.118,6
Gusa	993,6	-	993,6
Aço (Elétrico)	95,8	-	95,8
Aço (Alto forno)	7,287,3	-	7.287,3
Total	9.487,1	388,7	9.495,3

A produção de Alumínio no estado, de acordo com a Associação Brasileira do Alumínio – ABAL, foi de 136.900 toneladas, no ano de 2010. As emissões totais

⁴ Perfil de Ferroligas – MME (2009)

foram de **864,3 Gg CO₂e**. A Tabela 9 apresenta os valores das emissões de CO₂, CF₄ e C₂F₆ durante a produção de alumínio pela tecnologia Soderberg no ano de 2010.

TABELA 7: EMISSÕES DE CO₂, CF₄ E C₂F₆ NA PRODUÇÃO DE ALUMÍNIO PRIMÁRIO

Produção (t)	CO ₂	CF ₄	C ₂ F ₆	CO ₂ e
136.900	232,7 Gg	90,1 t	5 t	864,3 Gg

Recálculo das emissões de 2005

Os aprimoramentos metodológicos aplicados aos subsetores permitiram um recálculo para o ano de 2005 que estimou as emissões do setor IPPU em **17.412,9 Gg CO₂e**, representando **um aumento de cerca de 10,5 %** no período de 2005 a 2010. Contudo, este aumento refere-se apenas aos subsetores Siderurgia, Alumínio, Cimento e Cal.

SETOR AGROPECUÁRIA

O estado de Minas Gerais se destaca nacionalmente devido a importância de suas atividades agropecuárias. O estado possui grandes áreas de terras agricultáveis e de pastagens, além da grande quantidade de cabeças em seus rebanhos. As emissões deste setor foram estimadas em **48.551,2 Gg CO₂e**, sendo provenientes de diversas fontes. Para o subsetor Pecuária, são considerados o Manejo de Dejetos e a Fermentação Entérica, que representaram 60,6% das emissões. O subsetor Agricultura representou 39,4% das emissões, que inclui emissões provenientes do cultivo de arroz, queima de resíduos agrícolas, solos agrícolas, além das emissões por calagem.

Em termos de CO₂ equivalente, a figura 8 exhibe a participação de cada fonte de emissão, no qual a emissão de metano pela fermentação entérica dos rebanhos foi a principal responsável pelas emissões de GEE do setor agropecuário.

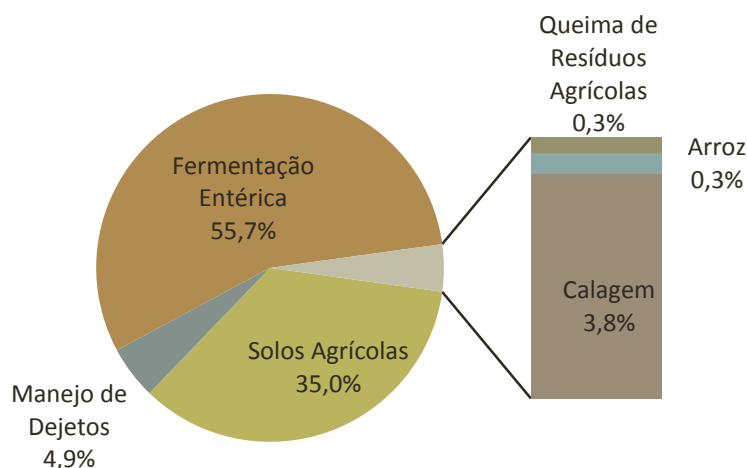


FIGURA 8: PARTICIPAÇÃO DE CADA FONTE DE EMISSÃO NO SETOR AGROPECUÁRIA

A tabela 10 apresenta as parcelas de contribuição das diferentes fontes de emissão de CH₄ para o setor no ano de 2010. Observa-se a predominância da fermentação entérica, especificamente do gado de corte. O manejo de dejetos foi responsável por 4,0% destas emissões e o cultivo de arroz, juntamente com a queima de resíduos agrícolas, emitiram somente 0,8 % do total de CO₂e do setor.

TABELA 8: PARCELAS DE CONTRIBUIÇÃO DAS DIFERENTES FONTES DE EMISSÃO DE CH₄ PARA O SETOR NO ANO DE 2010

Subsetores	Gg CH ₄
Fermentação entérica	1.286,8
Gado de corte	845,3
Gado de leite	381,3
Equino	14,4
Bubalino	2,3
Suíno	5,0
Caprino	0,6
Ovino	1,1
Asininos e Muares	1,9
Manejo de Dejetos	54,1
Gado de Corte	18,6

Gado de Leite	9,8
Suínos	12,6
Aves	11,5
Outros	1,6
Cultivo de Arroz	6,1
Queima de Resíduos Agrícolas	4,6
Total	1.351,6

Já com relação ao N₂O, os solos Agrícolas foram responsáveis pela maior parte das emissões, com cerca de 94,1%. A tabela 11 exibe o total das emissões deste gás, por categoria.

TABELA 9: PARCELAS DE CONTRIBUIÇÃO DAS DIFERENTES FONTES DE EMISSÃO DE N₂O PARA O SETOR NO ANO DE 2010

	Gg N₂O
Manejo de Dejetos	4,08
Gado de Corte	0,42
Gado de Leite	2,75
Suínos	0,47
Aves	0,23
Outros	0,20
Queima de Resíduos Agrícolas	0,23
Solos Agrícolas	66,94
<i>Diretas</i>	46,10
Fertilizantes Sintéticos	6,71
Aplicação de Adubo	4,07
Resíduos Agrícolas	15,03
Animais em Pastagens	20,30
<i>Indiretas</i>	20,84
Deposição Atmosférica	3,80
Lixiviação	17,04
Total	71,24

Subsetor Pecuária

O estado de Minas Gerais possuía, em 2010, o segundo maior rebanho de bovinos do país e o terceiro de suínos, além de ter sido, naquele ano, o maior produtor de leite, com 27% do total da produção nacional. Houve um aumento de cerca de 9% no número total de cabeças do rebanho mineiro, em comparação com o ano de 2005. As estatísticas, portanto, comprovam a relevância econômica para o estado desse subsetor, responsável por 60,6% das emissões do setor Agropecuário.

As categorias de animais aqui consideradas incluem: animais ruminantes (gado de leite, gado de corte, búfalos, ovelhas e cabras) e animais não-ruminantes (cavalos, mulas, asnos e suínos). A categoria de aves é incluída apenas nas estimativas das emissões pelo manejo de dejetos animais. A tabela 12 abaixo exhibe o efetivo de rebanho no estado, para o ano de 2010.

TABELA 10: QUANTITATIVO DO REBANHO MINEIRO - 2010

Efetivo de Rebanho	
Minas Gerais - 2010	
Tipo de rebanho	Número de Cabeças
Bovino	22.698.120
Equino	802.049
Bubalino	41.685
Asinino	28.082
Muar	157.702
Suíno	5.021.973
Caprino	118.572
Ovino	228.306
Galos, frangos, frangas e pintos	75.210.955
Galinhas	21.760.808
Codornas	902.414
Total de cabeças	126.970.666

Fermentação entérica

As emissões provenientes da fermentação entérica totalizaram **27.022,6 Gg CO₂e** em 2010, como pode ser observado na tabela 13 e na figura 9. O gado (de leite e de corte) foi responsável por quase a totalidade (98%) destas emissões.

TABELA 11: EMISSÕES DE GEE POR FERMENTAÇÃO ENTÉRICA

Categorias	(Gg CH ₄)	Gg CO ₂ e
Gado de corte	880,1	18.483,2
Gado leiteiro	381,3	8.007,1
Ovinos	1,1	24,0
Muar	1,6	33,1
Bubalinos	2,3	48,1
Caprinos	0,6	12,5
Equinos	14,4	303,2
Asininos	0,3	5,9
Suínos	5,0	105,5
Total	1.286,7	27.022,6

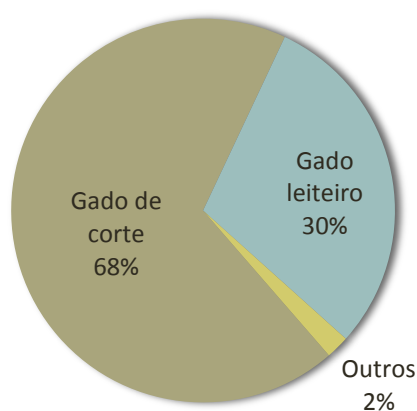


FIGURA 9: PARTICIPAÇÃO DE CADA UMA DAS CATEGORIAS NA EMISSÃO DE METANO PELA FERMENTAÇÃO ENTÉRICA.

Manejo de dejetos

As emissões provenientes do armazenamento e manipulação de dejetos totalizaram **2.399,2 Gg CO₂e**, como pode ser observado na tabela 14 e na figura 10. Estes dejetos emitem tanto CH₄ quanto N₂O, quando estocados sob condições anaeróbias. As emissões não incluem dejetos depositados diretamente em pastagens, já que estes estão inclusos nas emissões diretas de solos agrícolas. Em função de seu manejo mais intensivo, foi o maior responsável pelas emissões relacionadas a esta categoria.

TABELA 12: EMISSÕES PROVENIENTES DO ARMAZENAMENTO E MANIPULAÇÃO DE DEJETOS

Categorias	Emissões		
	Gg N ₂ O	Gg CH ₄	Gg CO ₂ e
Gado de Leite	2,8	9,8	1.072
Gado de Corte	0,4	18,6	513
Suínos	0,5	12,6	418
Aves	0,2	11,5	302
Outros	0,2	1,6	94
Total	4,1	54,1	2.399,2

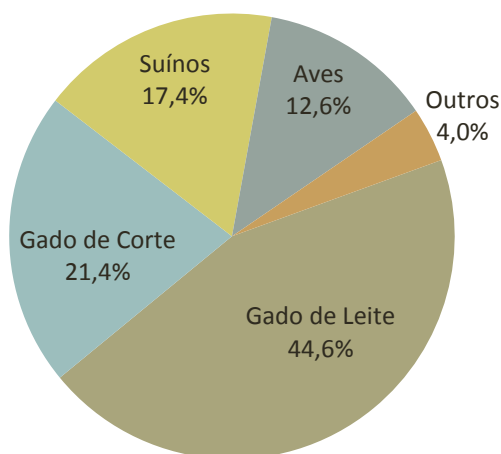


FIGURA 10: PARTICIPAÇÃO DE CADA CATEGORIA NAS EMISSÕES DE METANO PELO MANEJO DE DEJETOS – ANO BASE 2010.

Subsetor Agricultura

As emissões do setor agrícola estão relacionadas com o cultivo de arroz, queima de resíduos agrícolas e solos agricultáveis, além das emissões por calagem. Os gases considerados foram o CH₄, no caso do cultivo de arroz, o N₂O para os solos agriculturáveis e ambos, para a queima de resíduos agrícolas. Estas emissões totalizaram **19.129,4 Gg CO₂e**.

Solos Agricultáveis

Esta categoria é responsável tanto por emissões diretas como por indiretas. As diretas são provenientes da adição intencional de fertilizantes sintéticos e esterco animais ao solo, da incorporação ao solo de resíduos de colheita e da deposição de dejetos animais na pastagem. Já as emissões indiretas são aquelas provenientes também da porção de nitrogenados adicionada aos solos como fertilizantes e esterco que são volatilizados e depositados na atmosfera, bem como da fração perdida por lixiviação. Tais emissões totalizaram **17.022,0 Gg CO₂e**.

Emissões Diretas

Para o cálculo das emissões decorrentes do uso de fertilizantes sintéticos foi considerada a quantidade total entregue ao consumidor final, 474.161 toneladas, segundo a Associação Nacional para Difusão de Adubos – ANDA, tendo sido estimada a emissão de **2.078,9 Gg CO₂e**.

A aplicação de adubos ao solo emitiu **1.261,9 Gg CO₂e**. A incorporação de resíduos de colheita deixados ao solo emitiu cerca de **909,1 Gg CO₂e**. Os animais em pastagem representam a fonte mais importante de emissão de N₂O por solos agrícolas, devido à prática extensiva ser predominante no estado, o que faz com que haja também um predomínio das pastagens como depósito de manejo de dejetos. Os animais em pastagens emitiram **6.292,0 Gg CO₂e**, referentes à 36,6% das emissões dos solos agrícolas.

Emissões Indiretas

As emissões indiretas são provenientes da lixiviação dos fertilizantes aplicados no solo, bem como da volatilização e seguinte deposição atmosférica do NH₃ e NO_x.

A tabela 15 traz o total das emissões dos Solos Agrícolas.

TABELA 13: EMISSÕES DE SOLOS AGRÍCOLAS

	Gg CO ₂ e
Diretas	10.541,8
<i>Fertilizantes Sintéticos</i>	2.078,9
<i>Aplicação de Adubo</i>	1.261,9
<i>Resíduos Agrícolas</i>	909,1
<i>Animais em Pastagens</i>	6.292,0
Indiretas	6.460,2
<i>Deposição Atmosférica</i>	1.177,7
<i>Lixiviação</i>	5.282,5
Total Solos Agrícolas	17.002,0

A figura 11 apresenta as porcentagens totais da participação de cada fonte nas emissões dos solos agrícolas.

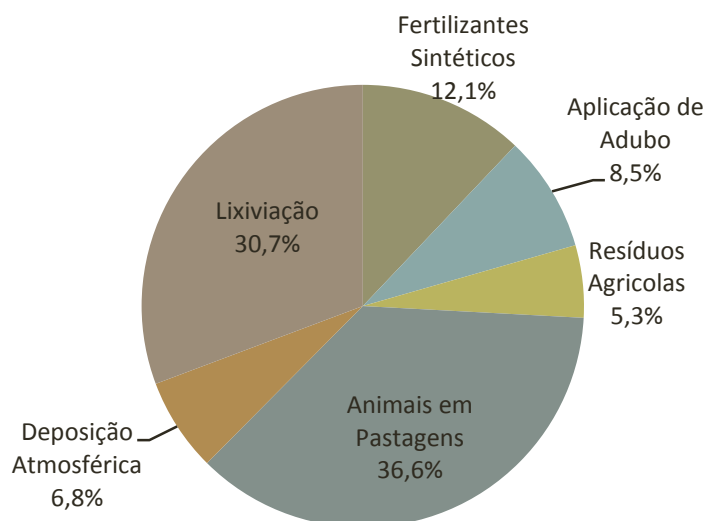


FIGURA 11: EMISSÕES DE GEE POR SOLOS AGRÍCOLAS

Cultivo de Arroz

O arroz pode ser cultivado sob diferentes sistemas de produção: o arroz irrigado, o arroz de sequeiro e o arroz cultivado em condições de várzeas úmidas. Destes, é considerado que somente o arroz inundado é fonte de emissão de metano, segundo o IPCC, apesar de que a maior parte do arroz cultivado no estado venha do sistema de produção sequeiro. Tais emissões foram estimadas em **127,8 Gg de CO₂e**.

TABELA 14: EMISSÕES DO CULTIVO DE ARROZ

Sistemas de Produção de Arroz	Área (ha)	Emissões Gg CH ₄	Emissões Gg CO ₂ e.
Irrigado	7.933	2,4	50
Várzea	15.455	3,7	77,9
Total		6,1	127,8

Queima de Resíduos Agrícolas

A queima de resíduos agrícolas é uma importante fonte de emissões de CH₄, N₂O e demais óxidos de nitrogênio (NO_x). Somente foram considerados nas estimativas os resíduos da cana-de-açúcar, já que de acordo com o Segundo Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, após o ano de 1995 assume-se a queima de resíduos de algodão não mais ocorre no país. Foi considerado que somente 20% da área cultivada foi queimada no estado, resultando na emissão de **166,25 Gg CO₂e**.

TABELA 15: EMISSÕES DA QUEIMA DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS

	Emissões (Gg)	Emissões totais em Gg CO ₂ e
CH ₄	4,58	96,2
N ₂ O	0,225	70
Total		166,2

Calagem

As emissões por Calagem, que consiste na aplicação do calcário ao solo totalizaram **1.833,4 Gg CO₂e**, no ano de 2010.

Recálculo das emissões de 2005

O recálculo para o ano de 2005 estimou as emissões totais do setor de Agropecuária em **44.515,5 Gg CO₂e**, representando **um aumento de cerca de 8,3 %** no período de 2005 a 2010.

SETOR MUDANÇA DE USO DA TERRA E FLORESTAS

Nesse setor foram contabilizadas as emissões e remoções resultantes das variações da quantidade de carbono, seja da biomassa aérea, seja do solo, considerando-se todas as transições possíveis entre diversos usos/coberturas

definidas no Inventário Florestal do Estado de Minas Gerais⁵. O crescimento da vegetação de porte florestal em áreas manejadas (unidades de conservação) gera remoções de CO₂.

Diferentemente do primeiro inventário de GEE de Minas Gerais (ano base 2005), considerou-se apenas a remoção anual de carbono para vegetação nativa com fisionomia florestal de áreas manejadas (áreas antrópicas) seguindo recomendação do IPCC (2003). Os cálculos foram realizados assumindo o valor de 0,62 tC.(ha.ano)⁻¹ (PHILLIPS et al., 1998). Para as áreas manejadas de vegetação nativa com fisionomia não florestal (campo, campo cerrado, campo rupestre, cerrado *stricto sensu*, etc.), adotou-se o valor 0 (zero), em função baixa disponibilidade de dados sobre sequestro anual e grandes incertezas envolvidas.

A metodologia do *Good Practice Guidance* 2003 estabelece que a estimativa das emissões de CO₂ em um determinado período de tempo é realizada através da avaliação da diferença de estoques de carbono entre o início e o final do período para cada uma das transições observadas. São descritas duas abordagens para esse cálculo, com avaliação direta dos estoques nos dois instantes de tempo ou avaliação dos incrementos e perdas no período. Para fins destas estimativas foram utilizadas as duas abordagens, dependendo das mudanças do uso da terra relatadas.

Buscou-se utilizar, sempre que possível, valores específicos de estoque, incremento e perda de carbono gerados para os biomas brasileiros constantes na Segunda Comunicação Nacional e o Inventário Estadual de São Paulo, ao invés dos valores *default* (*Tier 1*) contidos no IPCC *Good Practice Guidance* 2003. Além de seguir a própria recomendação do IPCC de utilização de fatores de emissão locais, a utilização destes dados visou também ganhar comparabilidade com as estimativas nacionais/estaduais.

O IPCC (2003) aponta seis amplas categorias: Floresta, Campo, Agricultura, Áreas Alagadas, Áreas Urbanas e Outras Áreas. Com base nessas categorias mais amplas foram definidas as categorias de uso da terra e contabilizadas as respectivas áreas conforme abaixo:

⁵ Disponível em: <http://www.inventarioflorestal.mg.gov.br/>

TABELA 16: CATEGORIAS DE USO DA TERRA E RESPECTIVAS ÁREAS EM MINAS GERAIS

CATEGORIA	ÁREA (HECTARES) EM 2005	ÁREA (HECTARES) EM 2009
Campo (C)	3.857.014,53	3.829.195,89
Campo cerrado (Cc)	1.491.861,51	1.477.104,21
Campo rupestre (Cr)	617.194,89	615.712,14
Cerrado (Cer)	5.552.156,61	5.451.647,58
Cerradão (Cer-F)	354.426,30	352.343,88
Eucalipto (Ep)	1.117.724,58	1.267.448,04
Floresta estacional decidual montana (FEDm)	1.306.045,89	1.327.003,47
Floresta estacional decidual sub montana (FEDsm)	791.617,86	699.845,85
Floresta estacional semidecidual montana (FESm)	4.533.044,49	4.490.536,05
Floresta estacional semidecidual sub montana (FESsm)	676.442,07	673.589,16
Floresta ombrofia alto montana (FOam)	94.660,47	94.392,18
Floresta ombrofia montana (FOm)	128.929,32	128.459,25
Floresta ombrofia sub montana (FOsm)	1.133,82	1.134,36
Pinus (Ps)	149.915,34	143.047,44
Vereda (Vd)	406.208,43	406.037,79
Água (A)	612.873,09	612.873,09
Urbanização (Urb)	303.267,33	303.267,33
Pastagens/Agrícolas/Solo (Ap/Ac/Sol)	36.669.961,71	36.790.935,30

Para o período de 2005 a 2007, as emissões brutas anualizadas totalizaram **14.260,7 Gg CO₂** com remoções de cerca de **3.892,8 Gg CO₂** resultando em um balanço de carbono final no valor de aproximadamente **10.367,9 Gg CO₂** (*Tier 1*).

Para o período de 2007 a 2009, as emissões brutas anualizadas totalizaram **8.310,6 Gg CO₂** com remoções de cerca de **5.260,6 Gg CO₂**, resultando em um balanço de carbono final de cerca de **3.049,98 Gg CO₂** toneladas (*Tiers 2 e 3*).

A significativa queda das emissões líquidas nos últimos anos pode ser atribuída à acentuada queda no desmatamento e ampliação das remoções de carbono por meio do crescimento de florestas plantadas e unidades de conservação no estado.

Para fins destas estimativas assume-se de maneira conservadora que as emissões anualizadas líquidas ocorridas no período de 2007-2009 se mantiveram no ano de 2010. Portanto, as emissões líquidas de GEE para o ano de 2010 resultaram em **3.049,98 Gg CO₂e**.

Abaixo são apresentadas as transições possíveis observadas em área para o período de 2007 a 2009 e as emissões resultantes anualizadas para os períodos 2005-2007 e 2007-2009.

Transições 2007-2009 (ha)	C	Cc	Cr	Cer	Cer (F)	Ep	FEDm	FEDsm	FESm	FESsm	FOam	FOm	FOsm	Ps	Vd	A	Urb	Ap/Ac/So
C	3.829.195,89	0,00	0,00	0,00	0,00	29.133,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14.283,00
Cc	0,00	1.477.103,76	0,00	0,00	0,00	2.001,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.275,83
Cr	0,00	0,00	615.712,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	58,41
Cer	0,00	0,00	0,00	5.451.647,58	0,00	13.592,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40.544,55
Cer-F	0,00	0,00	0,00	0,00	352.343,88	128,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	680,31
Ep	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.113.665,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.862,37
FEDm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	78,75	1.327.003,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.370,79
FEDsm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	221,40	0,00	699.845,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.801,42
FESm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.874,25	0,00	0,00	4.490.535,60	0,00	0,00	0,00	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	7.586,82
FESsm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	524,43	0,00	0,00	0,00	624.552,39	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	1.166,58
FOam	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	61.756,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118,44
FOm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	128.458,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,39
FOsm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.133,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ps	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	143.047,35	0,00	0,00	0,00	0,00	347,49
Vd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	359.932,14	0,00	0,00	130,05
A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	612.873,09	0,00	0,00
Urb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	303.267,33	0,00
Ap/Ac/So	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	24.379,56	0,00	0,27	0,45	0,00	0,00	0,81	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	36.716.684,85

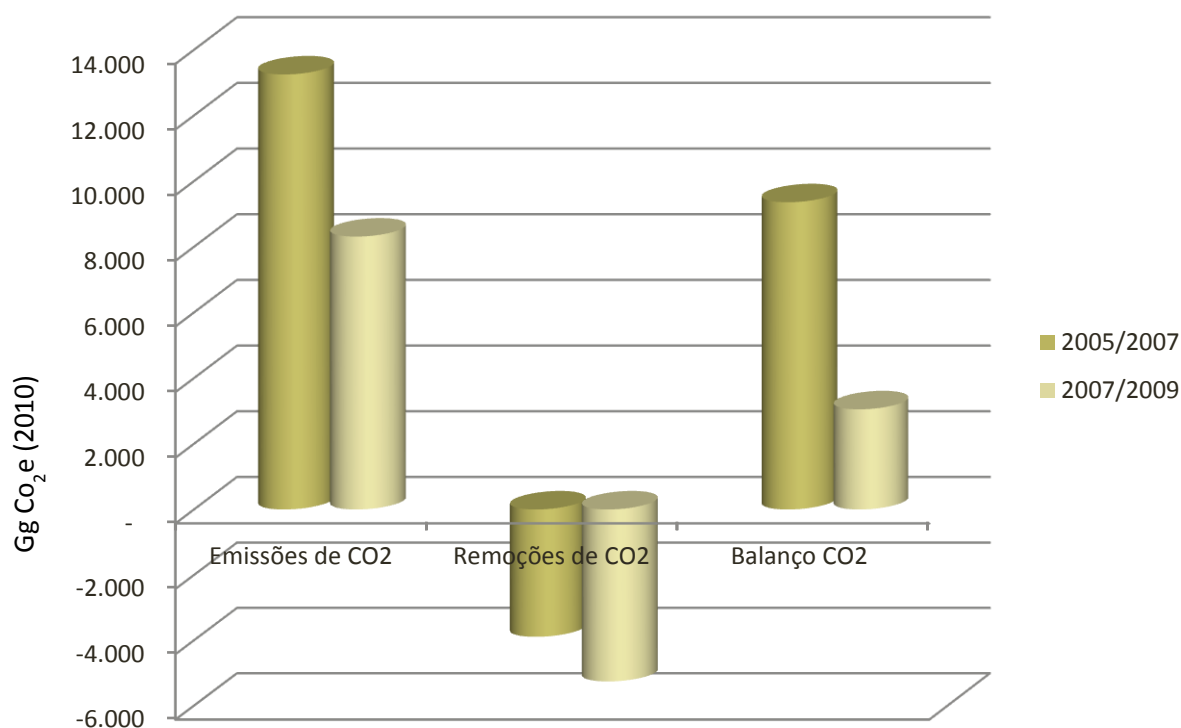


FIGURA 12: EMISSÕES E REMOÇÕES DE CO₂ ANUALIZADAS DE MUDANÇA DE USO DA TERRA E FLORESTAS PARA O PERÍODO 2005-2007 E 2007-2009

Como não foi possível diferenciar as áreas de florestas primárias e secundárias em função da agregação dos dados básicos e os possíveis erros de classificação observados em imagens de plantações recentes de eucalipto, os valores de remoções de CO₂ podem estar subestimados.

Recálculo das emissões de 2005

As significativas alterações metodológicas aplicadas nessas estimativas para o ano base 2010 (fatores de emissão, diferenciação entre áreas manejadas e não manejadas e uso de distintos *Tiers*) impõem limitações na comparação direta com as emissões líquidas calculadas no primeiro inventário estadual considerando ano base de 2005 (24.297 Gg CO₂). Entretanto, um esforço de recálculo para o ano de 2005, adotando-se as mesmas premissas, fatores de emissão e escopo das

estimativas de 2010, revela uma emissão líquida de **16.792,7 Gg CO₂**, o que resultaria em uma significativa redução de cerca de **82%** considerando o período de 2005 a 2010.

Vale destacar que as estimativas de emissões e remoções antrópicas calculadas para este setor estão sujeitas a relevantes incertezas devido a diversas causas, desde a imprecisão de dados básicos utilizados (resolução das imagens de satélites), erros na interpretação das categorias de uso da terra, até incertezas intrínsecas presentes nos fatores de emissão utilizados. Dessa forma, para as próximas estimativas devem ser envidados esforços específicos para redução das incertezas relacionadas, assim como a utilização de métodos comparativos considerando outros inventários nacionais/estaduais existentes.

SETOR TRATAMENTO DE RESÍDUOS

As emissões do setor Tratamento de Resíduos compreendem aquelas provenientes do tratamento e disposição final de Resíduos Sólidos e Efluentes, sejam de origem urbana ou industrial. As estimativas apontam para um total de **7.955,9 Gg CO₂e**. O gás que mais contribui para as emissões deste setor é o CH₄, sendo emitido em todos os processos de decomposição biológica de resíduos e efluentes. Já o CO₂ e o N₂O são gerados no processo de incineração.

Das emissões totais de GEE do setor, a disposição e tratamento de resíduos sólidos urbanos contribuíram com 60,8 % das emissões totais, e os industriais contribuíram com 8,6%. Já o tratamento de efluentes domésticos representou uma parcela de 17,0 % do total e industriais, 13,6 %. A tabela 19 detalha o total das emissões do setor.

TABELA 17: EMISSÕES DE GEE EM GG CO₂E POR TIPOS DE DESTINAÇÃO FINAL

<i>Categorias</i>	<i>Emissões (Gg CO₂)</i>
<i>Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)</i>	<i>4.931,9</i>
<i>Resíduos Sólidos Industriais (RSI)</i>	<i>656,4</i>
<i>Efluentes Domésticos</i>	<i>1.320,9</i>
<i>Efluentes Industriais</i>	<i>1.046,7</i>
Total	7.955,9

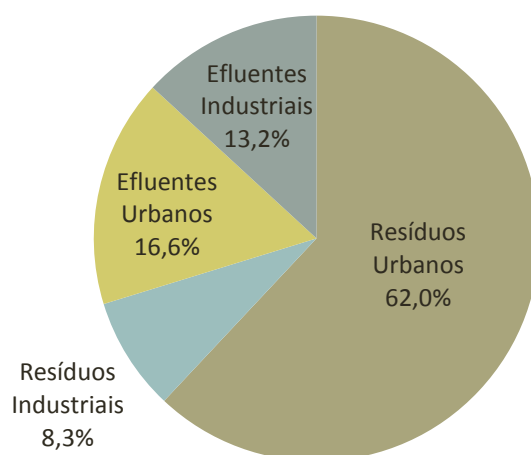


FIGURA 13: EMISSÕES DE GEE DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS POR SUBSETORES

Subsetor Resíduos Sólidos Urbanos

O volume de resíduos produzido no ano de 2010 foi estimado a partir de dados populacionais, especificamente da população urbana⁶, bem como da porcentagem da população atendida por determinado tipo de disposição final ou tratamento, para o ano de 2010 e sua composição gravimétrica⁷, associados à geração per capita média dos resíduos⁸.

O CH₄ é o gás predominantemente emitido na disposição dos resíduos e o N₂O é gerado nos processos de compostagem e de incineração. As emissões de CO₂, apesar de existentes, não são contabilizadas por se tratar de carbono de origem biogênica. No ano de 2010 não houve registro de RSU incinerados no estado.

Com relação à incineração de resíduos no estado, a mesma é feita no âmbito dos Resíduos de Serviços de Saúde – RSS, além dos RSI. As emissões de RSS foram inseridas em RSU. Portanto, o cálculo destas emissões foi feito de acordo com

⁶ IBGE – Censo 2010

⁷ Levantamento FEAM

⁸ Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2010

dados constantes no Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil (Abrelpe, 2012), que apresenta o valor de 8.112 toneladas de RSS destinados à incineração (capacidade instalada), dentro do total coletado no estado, para o ano de 2010. As emissões estimadas para esta quantidade foram de **16,7 Gg CO₂e**.

TABELA 18: EMISSÕES DE GEE DE RSU POR TIPO DE DESTINAÇÃO E TRATAMENTO FINAL

Destinação/Tratamento Final	Gg CO ₂	Gg CH ₄	Gg N ₂ O	Gg CO ₂ e
Aterro Sanitário		146,0		3.066,3
Aterro Controlado		43,2		906,7
Lixão		37,4		785,8
Não Categorizado		6,3		131,9
Compostagem		0,6	0,04	24,5
Incineração (Resíduo de Saúde)	6,8		0,03	16,7
Total		233,4	0,07	4.931,9

Subsetor Resíduos Sólidos Industriais

As destinações consideradas na contabilização dos resultados foram somente a compostagem e a incineração, uma vez que os aterros industriais recebem predominantemente resíduos perigosos não orgânicos, que não geram GEE. A base de dados foi obtida junto ao *Inventário Estadual de Resíduos Industriais – Ano base 2010*⁹. As emissões estimadas podem ser visualizadas na tabela abaixo.

TABELA 19: EMISSÕES PROVENIENTES DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Tipos de Tratamento	Gg CO ₂	Gg CH ₄	Gg N ₂ O	Gg CO ₂ e
Compostagem		2,15	0,16	95,0
Incineração	551,05		0,03	561,4
Total	551,05	2,15	0,19	656,4

⁹ Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM

Subsetor Efluentes Domésticos

Os efluentes domésticos aqui considerados são provenientes de atividades domésticas ou comerciais. As emissões provenientes destes efluentes foram de **1.307,7 Gg CO₂e**, relativos a 62,3 Gg CH₄.

Para fins destas estimativas foram incluídas emissões de CH₄ que ocorrem no tratamento de esgotos relativos aos processos de tratamento anaeróbios, bem como as emissões provenientes dos lançamentos em rios e lagos. Dados da população total do estado foram empregados para a estimativa, já que o cálculo considerou também os esgotos domésticos que não são coletados, o que inclui os gerados em área rural. Foram adotados também a geração de DBO per capita de 54g DBO/hab.dia (NBR 12209), além dos fatores de emissão default do *Tier 1* do Guidelines IPCC – 2006.

Com relação às emissões de N₂O, segundo o IPCC estas só interessam a países onde predominam plantas avançadas de tratamento de efluentes, passando por etapas de nitrificação e desnitrificação. Logo, pelas características predominantes dos tratamentos no estado, optou-se por não estimar estas emissões.

A tabela 22 abaixo exhibe a quantificação total das emissões no estado, para o ano de 2010.

TABELA 20: EMISSÕES PROVENIENTES DE EFLUENTES DOMÉSTICOS NO ESTADO DE MINAS GERAIS

	Gg CH ₄	Gg CO ₂ e
Tratamento e Destinação Final de Efluentes Domésticos	62,3	1.307,7

Subsetor Efluentes Industriais

As características de um efluente industrial variam, entre outros fatores, de acordo com o tipo de indústria, bem como a matéria prima utilizada em sua produção.

Conforme recomendado pelo IPCC, devem ser selecionados setores para as estimativas. Para Minas Gerais foram utilizados os setores de leite e derivados, papel e celulose, cerveja e as indústrias de abate (bovinos, suínos e aves). Estes setores foram escolhidos tanto por sua representatividade na economia mineira quanto pela contribuição de carga orgânica contida em seus efluentes. A produção dos setores considerados é exibida na tabela 23.

TABELA 21: PRODUÇÃO DE SUBSETORES SELECIONADOS PARA ESTIMATIVAS DE GEE DE EFLUENTES INDUSTRIAIS

Setor	Produção
Papel e Celulose ^a	1.608 10 ³ ton
Suínos, Bovinos e Aves ^b	1.658 10 ³ ton
Leite e Derivados ^b	8.388.039 10 ³ litros
Cerveja ^b	824.001 litros

Fonte: a) BRACELPA – Associação Brasileira de Papel e Celulose; b) Produção da Pecuária Municipal IBGE 2010; c) PIA – Pesquisa Industrial 2010

Os cálculos foram realizados com base em fatores *default* calculados no âmbito nacional, disponíveis no Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de GEE (Brasil, 2008). As estimativas destas emissões são apresentadas na tabela abaixo:

TABELA 22: ESTIMATIVAS DAS EMISSÕES DOS SETORES INDUSTRIAIS CONSIDERADOS

	Emissões	
	Gg CH₄	Gg CO₂ e
Cervejas	0,2	4,4
Leite	37,1	779,9
Papel	5,0	105,4
Suínos	3,9	81,0
Aves	2,1	44,1
Bovinos	1,5	32,1
Total	49,8	1.046,7

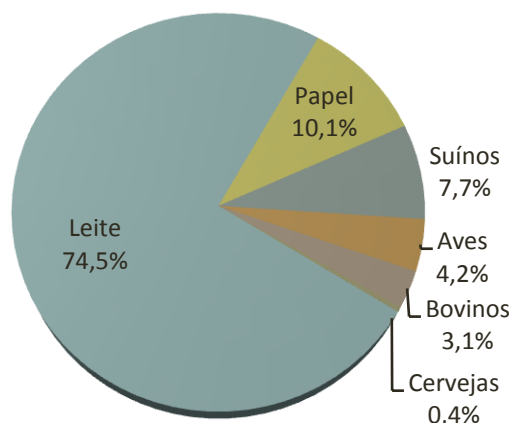


FIGURA 14: PARTICIPAÇÃO DOS SETORES INDUSTRIAIS CONSIDERADOS

Conforme mencionado anteriormente, não foi feito o recálculo das emissões para o ano de 2005. Portanto foram considerados os dados do 1º Inventário Estadual de GEE – ano base 2005. Sendo assim, foi observada a emissão de **7.200 Gg CO₂e**, o que representa um aumento de 9,5% nas emissões do setor durante o período de 2005 a 2010.

ANEXO 1 – FATORES DE EMISSÃO UTILIZADOS

Setor Energia

Energético	Gás	Fatores de Emissão			Unidade	Observações
Bagaço de cana	CO ₂	100			Kg/GJ	
	CH ₄	0,03				
	N ₂ O	0,004				
Biodiesel puro	CO	3.184			Kg/TJ	
	CH ₄	4,7				
	N ₂ O	1,7				
Carvão Energético	CO ₂	94,6			Kg/GJ	
	CH ₄	0,01				
	N ₂ O	0,0015				
Carvão Metalúrgico	CO ₂	0,56			Ton/ton	
	CH ₄	0,1			g/ton	
Carvão Vegetal	CO ₂	112	112*		Kg/GJ	*Utilizado somente para o subsetor residencial e agrícola.
	CH ₄	0,2	0,2*			
	N ₂ O	0,004	0,001*			
Coque de carvão mineral	CO ₂	107	1071 ¹	0,56 ²	Kg/GJ	¹ Utilizado somente para o subsetor energético ² Utilizado no cálculo para o subsetor Ferro-Gusa e Aço Integrado
	CH ₄	0,01	0,001 ¹	0,1 ²		
	N ₂ O	0,0015	0,0015 ¹	0,0015 ²		
Coque de petróleo	CO ₂	97,5			Kg/GJ	
	CH ₄	0,003				
	N ₂ O	0,0006				
Finos carvão vegetal	CO ₂	109,63			Kg/GJ	
	CH ₄	0,2				
	N ₂ O	0,004				
Gás alto forno	CO ₂	260			Kg/GJ	
	CH ₄	0,001				
	N ₂ O	0,0001				Kg/GJ

Gás Coqueria	CO ₂	44,4	44,4*		Kg/GJ	*Utilizado somente para o subsetor energético
	CH ₄	0,005	0,001*			
	N ₂ O	0,0001	0,0001*			
Gás Refinaria	CO ₂	54,6			Kg/GJ	
	CH ₄	0,001				
	N ₂ O	0,0001				
GLP	CO ₂	63,1			Kg/GJ	
	CH ₄	0,001				
	N ₂ O	0,005				
Gás Natural	CO ₂	56,1	56,1 ¹	56,1 ²	Kg/GJ	¹ Utilizado para Fontes Móveis ² Utilizado para o Subsetor Energético
	CH ₄	0,005	0,092 ¹	0,001 ²		
	N ₂ O	0,0001	0,003 ¹	0,0001 ²		
Lenha	CO ₂	112			Kg/GJ	
	CH ₄	0,03				
	N ₂ O	0,004				
Licor Negro	CO ₂	104,86			Kg/GJ	
	CH ₄	0,03				
	N ₂ O	0,004				
Lenha (para fabricação de carvão vegetal)	CO ₂ _{Planta}	1,72			Ton/ton	
	CO ₂ _{Nativa}	0,154				
	CH ₄	0,006				
Óleo Combustível	CO ₂	77,4	77,4*		Kg/GJ	*Utilizado somente para o subsetor energético
	CH ₄	0,01	0,003*			
	N ₂ O	0,0006	0,0006*			
Óleo Diesel	CO ₂	74,01	74,01 ¹	74,01 ²	Kg/GJ	¹ Utilizado para Fontes Móveis ² Utilizado para o Subsetor Energético
	CH ₄	0,003	0,004 ¹	0,004 ²		
	N ₂ O	0,0006	0,004 ¹	0,03 ²		
Petróleo	CO ₂	73,33			Kg/GJ	
	CH ₄	0,003				
	N ₂ O	0,0006				
Querosene	CO ₂	71,9			Kg/GJ	
	CH ₄	0,003				
	N ₂ O	0,0006				

Etanol	CO ₂	79,6	3.184*	Kg/GJ	* Utilizado para Fontes Móveis
	CH ₄	0,018	4,7*	Kg/TJ*	
	N ₂ O	0,019	1,7*		
Gasolina	CO ₂	69,3	69,3 ¹	Kg/GJ	¹ Utilizado para Fontes Móveis
	CH ₄	0,003	0,025 ¹		
	N ₂ O	0,0006	0,008 ¹		
Gasolina de aviação	CO ₂	69,3		Kg/GJ	
	CH ₄	0,001			
	N ₂ O	0,002			
Querosene de aviação	CO ₂	71,5		Kg/GJ	
	CH ₄	0,001			
	N ₂ O	0,002			
Outras fontes primárias	CO ₂	100		Kg/GJ	
	CH ₄	0,03			
	N ₂ O	0,004			
Outras fontes secundárias	CO ₂	73,3	73,3*	Kg/GJ	*Utilizado somente para o subsetor energético
	CH ₄	0,01	0,003*		
	N ₂ O	0,0006	0,0006*		
Eletricidade	CO ₂	0,0512		t/MWh	

Processos Industriais

Processo Produtivo	Gás	Fator de Emissão	Unidade
Amônia	CO ₂	3,273	t/t
Cimento	CO ₂	0,52	t/t
Cal	CO ₂	0,75	t/t
Aço	Elétrico	0,08	
	Alto forno	1,46	Ton/ton
	Media dos fornos	1,06	
Sínter	CO ₂	0,2	t/t
	CH ₄	0,07	kg/t
Coque	CO ₂	0,56	t/t
	CH ₄	0,1	g/ton
Gusa	CO ₂	1,35	
Ferro Silício	CH ₄	1	kg/t

Silício Metálico	CH ₄	1,2	kg/t
	CO ₂ (Soderberg)	1,7	t/t
Alumínio	CF ₄ (VSS)	0,8	kg/t
	CF ₄ (HSS)	0,4	
	C ₂ F ₆ (VSS)	0,04	
	C ₂ F ₆ (HSS)	0,03	

Setor Agropecuária

Subsetor	Gás/Tipo	Fator de Emissão	Unidade
Animais de pasto	N ₂ O	0,02	kg N ₂ O-N/kg N excretado
Solos agrícolas (direta)	N ₂ O	0,01	kg N ₂ O-N/kg N
Solos agrícolas (indireta)	N ₂ O	0,01	kg N ₂ O-N / kg NH ₃ -N e NO _x -N volatilizado
	N ₂ O	0,025	kg N ₂ O-N / kg de nitrogênio por lixiviação e escoamento superficial
Cultivo de arroz	Irrigado	30	Gg/m ²
	Várzea	24	
Aplicação de cal	Calcário	0,12	t de C (tonelada de calcário) ⁻¹
	Dolomita	0,122	t de C (tonelada de dolomita) ⁻¹
Fermentação entérica	Gado de leite	70	kgCH ₄ /cabeça
	Gado de corte jovem	43	
	Gado de corte-fêmea adulta	74	
	Gado de corte-macho adulto	56	
	Bubalinos	55	
	Ovinos	5	
	Caprinos	5	
	Equinos	18	
	Asininos e muares	10	
	Suínos	1	
Queima de resíduos agrícolas	CH ₄	0,005	-/-
	CO	0,06	
	N ₂ O	0,007	
	NO _x	0,121	

Manejo de Dejetos (N₂O)

Tipo de Disposição	Tipo de Animal (kg N ₂ O-N/kg N excretado)					
	Gado de Lagoa	Gado de Estocagem	Suínos	Ovinos	Aves	Outros
Lagoa	0,01	-	-	-	-	-
Estocagem	0,20	0,03	-	-	0,2	-
Sistema	0,03	-	-	-	-	-
Outros	0,11	-	1,0	-	-	0,01

Manejo de Dejetos (CH₄)

Categorias	Fator de Emissão (Kg CH ₄ /cabeça)
Gado de corte - macho adulto	1,5
Gado de corte - fêmea adulta	1,4
Gado de corte - jovem	0,9
Gado leiteiro	1,8
Ovinos	0,16
Muar	0,9
Bubalinos - búfalos	1
Caprinos	0,17
Equinos	1,6
Asininos	0,9
Suínos	2,5
Aves	0,117

Setor Mudança de Uso da Terra e Florestas

Classe	Conteúdo de carbono (ton/ha)	Incremento anual de carbono (ton/ha)
Campo	5,34	1,5
Campo cerrado	16,3	1,5
Campo rupestre	6,55	1,5
Cerrado	47,1	x
Cerradão	77,8	x
Eucalipto	49,385	14,11
Floresta estacional decidual montana	104,95	9,6
Floresta estacional decidual sub montana	116,27	0,62
Floresta estacional semidecidual montana	140,09	0,62
Floresta estacional semidecidual sub montana	140,09	0,62
Floresta ombrofia alto montana	118,81	0,62
Floresta ombrofia montana	139,03	0,62
Floresta ombrofia sub montana	139,03	0,62
Pinus	87,675	11,69
Vereda	98,16	0,62
Pastagens/Agrícolas/Solo	7,178666667	x

Setor Resíduos

Subsetor	Gás/Tipo	Fator de Emissão	Unidade
Efluente Urbano	Reator anaeróbio	0,48	kgCH ₄ /kgDBO
	Lagoa	0,12	
	Fossa	0,06	
	Aeróbio	0,18	
	Tanque séptico	0,3	
	Sem tratamento	0,06	
Efluente Industrial	Açúcar e Álcool	0	kgCH ₄ /kgDBO
	Cerveja	0,395	
	Leite cru	0,3	
	Algodão	0,3	
	Papel	0,3	

	Suínos	0,3
	Leite pasteurizado	0,3
	Aves	0,3
	Bovinos	0,3

Resíduos Sólidos Urbanos

Disposição	Fatores de Correção de CH ₄
Aterro Sanitário	1
Aterro Controlado	0,8
Não-categorizado	0,6
Lixão	0,4
Taxa de Geração de CH₄	0,77

Incineração de Resíduos

	Parâmetros CO ₂			
	Urbano	Industrial	Hospitalar	Perigosos
Carbono Contido (CC)	0,4	0,5	0,6	0,5
Fração de Carbono Fóssil (FCF)	0,4	0,9	0,4	0,9
Eficiência (Ef)	0,95		0,95	0,995

Compostagem de Resíduos

Compostagem	Kg N ₂ O/Kg	Kg CH ₄ /Kg
	0,3	4