



CITinova



Secretaria do
Meio Ambiente



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Distrito Federal

Governo do Distrito Federal

Inventário do Distrito Federal de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa

2005-2018



**Secretaria de Estado do Meio Ambiente
do Distrito Federal**

Governo do Distrito Federal

Inventário do Distrito Federal de
Emissões Antrópicas por Fontes e
Remoções por Sumidouros de
Gases de Efeito Estufa
2005-2018



BRASÍLIA, JANEIRO DE 2021

Governo do Distrito Federal

Governador Ibaneis Rocha

Secretário de Estado do Meio Ambiente

José Sarney Filho

Secretária Executiva

Marília Marreco Cerqueira

Equipe técnica SEMA

Coordenação da Equipe técnica

CITinova/CGEE

Nazaré Soares

**Consultores Autores especialistas em
mudança do clima:**

José Gonzalez Domingos Miguez

Thiago de Araújo Mendes

André Souza

APRESENTAÇÃO

Na última década, tivemos os nove anos mais quentes da história. Essa é uma questão global referente ao clima no planeta. No período recente, tivemos temperaturas recordes no Brasil, em muitas localidades, inclusive em Brasília. O aquecimento global é uma realidade e tampouco há mais dúvidas que ele é produzido pela ação do homem, pela emissão de gases de efeito estufa e sua concentração histórica na atmosfera.

Nesse sentido, no Governo do Distrito Federal, por meio da Secretária do Meio Ambiente- SEMA, atualizamos o inventário das emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa, contendo estimativas para o período de 2005 a 2018. Um instrumento importante para orientar as políticas públicas e para definir o tratamento mais eficiente e eficaz para mitigar as causas da mudança do clima.

Essa é uma ferramenta que visa aumentar a transparência sobre quais são as atividades econômicas mais significativas sobre o padrão de emissões em um dado período para um território específico. Da mesma forma, o inventário deve ser utilizado como base da Gestão das Políticas sobre Mudança do Clima sobre a qual se apoiarão as ações relacionadas às oportunidades de redução e a melhoria nos processos.

Em 2012, o Distrito Federal estabeleceu a sua Política de Mudança Climática (Lei nº 4.797, de 06 de março de 2012), que tem o objetivo de assegurar que o DF tenha uma contribuição no cumprimento dos propósitos da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC em inglês) e na formulação das políticas públicas – Plano de Mitigação e Plano de Adaptação, assim como no aprimoramento e regulamentação dessa Lei. Já, em 2016, o governo do DF publicou o primeiro inventário de emissões e remoções de gases de efeito estufa, contendo as estimativas para o período de 2005 a 2012.

O presente Inventário de emissões de gases de efeito estufa (2005 a 2018) é decorrente do processo de revisão, ajuste e atualização do Inventário de 2005 a 2012 do Distrito Federal, utilizando as melhores práticas internacionais e alinhadas com as

diretrizes do IPCC e da UNFCCC. Realizar tal tarefa foi um passo importante para honrar o compromisso do governo do Distrito Federal com o objetivo de elaborar e aplicar ações que irão subsidiar a elaboração da estratégia de Enfrentamento às Mudanças do Clima no Distrito Federal, inserida nos Planos de Adaptação e de Mitigação, em desenvolvimento pela Secretaria de Meio Ambiente do DF -Sema. Assim, neste relatório constam a coleta e a análise dos dados obtidos para a validação do inventário de emissões da capital federal do Brasil. O que compreende uma revisão das bases, a identificação dos dados e a quantificação das fontes de emissão de gases de efeito estufa.

No Distrito Federal, as principais origens desses gases são as emissões do setor de transportes rodoviários, que representam as mais importantes emissões de gases de efeito estufa do DF, no setor de energia. Já no Setor de Processos Industriais e Usos de Produtos o gás predominante foi CO₂ (dióxido de carbono) representando mais de 84% das emissões do setor em todos os anos, de 2005 a 2018, devido à produção de cimento. Observa-se para o setor Agropecuário, a representatividade por gases de efeito estufa, que a predominância é N₂O (óxido nitroso) nas categorias Emissões diretas de N₂O de solos manejados e Emissões indiretas de N₂O de solos manejados.

A partir dessa revisão e atualização, serão elaboradas propostas de mitigação para os diversos setores. Tais ações foram apoiadas com recursos internacionais do Projeto CITInova (Planejamento Integrado e Tecnologias para Cidades Sustentáveis), gerenciado pela Secretaria do Meio Ambiente, com o apoio do CGEE e a parceria do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações.

José Sarney Filho
Secretário do Meio Ambiente

SUMÁRIO EXECUTIVO

A mudança global do clima é um dos principais desafios que a humanidade terá que enfrentar durante este século. Como apresentado por inúmeras publicações científicas e consolidado pelas últimas publicações do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) desde 1850, já ocorreu um incremento médio da temperatura média da superfície terrestre de 1,1° Celsius. Entre as causas do incremento observado de temperatura estão, definitivamente, a contribuição antrópica vinculadas às atividades econômicas que geram emissões de gases de efeito estufa (GEE), em especial incremento no uso dos combustíveis fósseis, a ampliação das atividades agropecuárias, a mudança do uso da terra e o desmatamento.

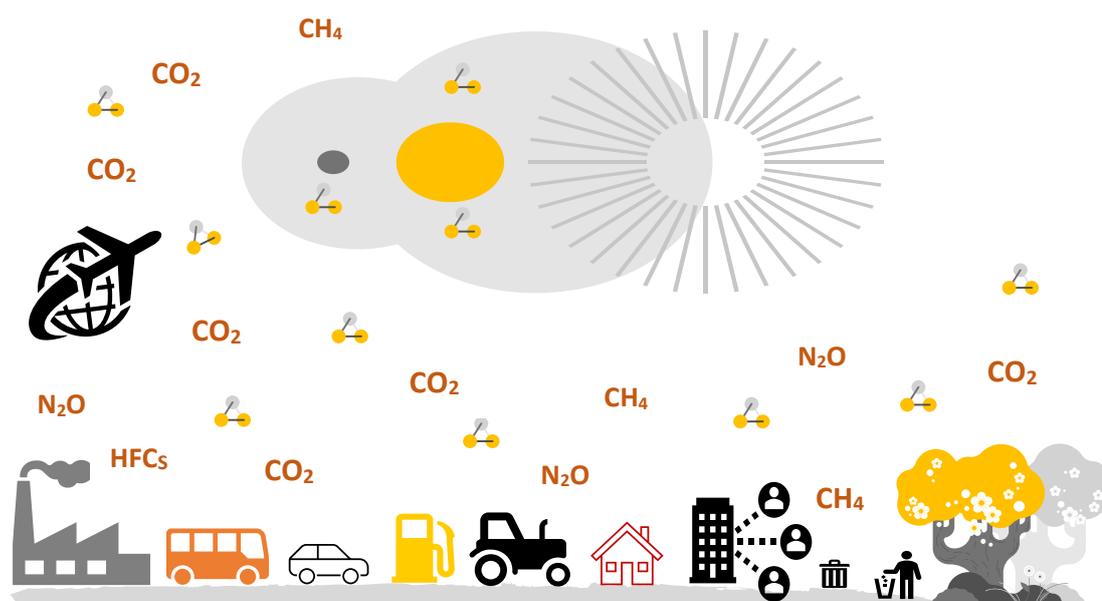
Um instrumento importante para orientar as políticas públicas visando definir o tratamento mais eficiente e eficaz para mitigar as causas da mudança do clima é o Inventário de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa. Esta é uma ferramenta que visa aumentar a transparência sobre quais são as atividades econômicas que mais são significativas sobre o padrão de emissões em um dado ano para um território específico. A partir da contabilização e divulgação das emissões e remoções de gases de efeito estufa decorrentes das atividades econômicas, os gestores (públicos ou privados) terão uma base de partida para orientar as ações de mitigação. Da mesma forma, o inventário deve ser utilizado como base da Gestão das políticas sobre Mudança do Clima sobre a qual se apoiarão as ações relacionadas às oportunidades de redução e a melhoria nos processos.

Em 2012, o Distrito Federal estabeleceu a sua Política de Mudança Climática (Lei nº 4.797, de 06 de março de 2012), que tem o objetivo de assegurar que o DF tenha uma contribuição no cumprimento dos propósitos da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC em inglês) e na formulação das políticas públicas – Plano de Mitigação e Plano de Adaptação, assim como no aprimoramento e regulamentação dessa Lei. Sendo assim, em 2016, o governo do DF publicou o seu inventário de emissões e remoções de gases de efeito estufa, contendo as estimativas para o período de 2005 a 2012.

Dando continuidade à política de mudança do clima, a gestão que assumiu em 2019 iniciou o processo de validação e atualização desse seu inventário. Essa atualização irá subsidiar a elaboração da estratégia de Enfrentamento às Mudanças do Clima no Distrito Federal, inserida nos Planos de Adaptação e de Mitigação, em desenvolvimento pela Secretaria do Meio Ambiente do DF-Sema.

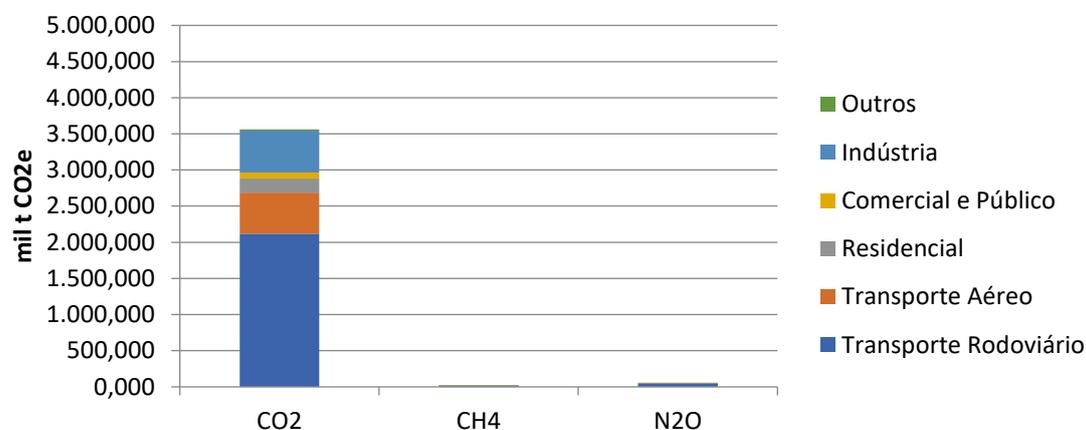
O presente Inventário de emissões de gases de efeito estufa é apresentado para os anos de 2005 a 2018, decorrente do processo de revisão, ajuste e atualização do Inventário de 2005 a 2012 do Distrito Federal. Assim, neste relatório constam a coleta e a análise dos dados obtidos para a validação do inventário de emissões da capital federal do Brasil. O que compreende uma revisão das bases, a identificação dos dados e a quantificação das fontes de emissão de gases de efeito estufa.

No Distrito Federal, as principais origens desses gases são as emissões do setor de transportes rodoviários, que representam as mais importantes emissões de gases de efeito estufa do DF, no setor de energia, com 58,40% das emissões totais (CO_2 , CH_4 e N_2O) em 2005 e decrescendo até 53,59% das emissões totais de energia em 2018. As emissões do setor de energia do DF cresceram 26,23% no período de 2005 a 2018. As emissões de CO_2 representam mais de 97% de todos os gases de efeito estufa no setor de energia em todo o período.



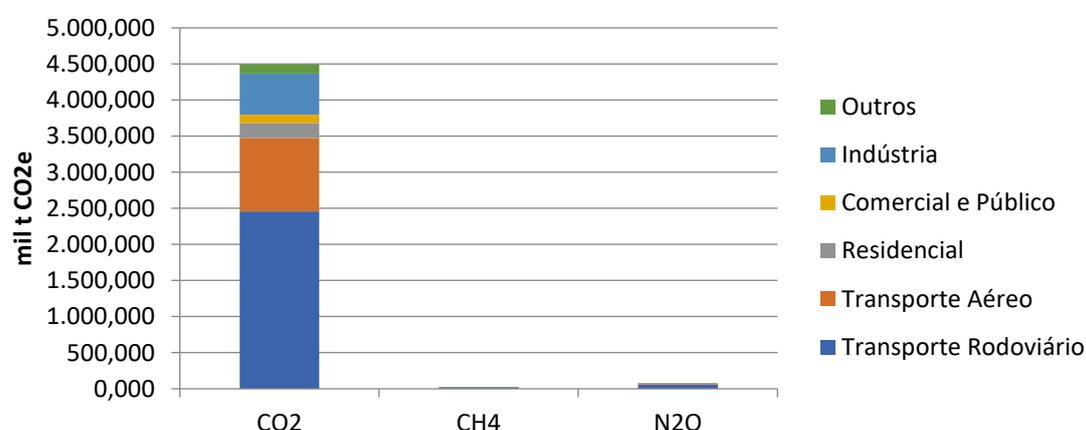
Fontes de emissão de Gases de Efeito Estufa.

Emissões de Energia por Atividade e Gás de Efeito Estufa 2005



Fonte: Elaboração própria.

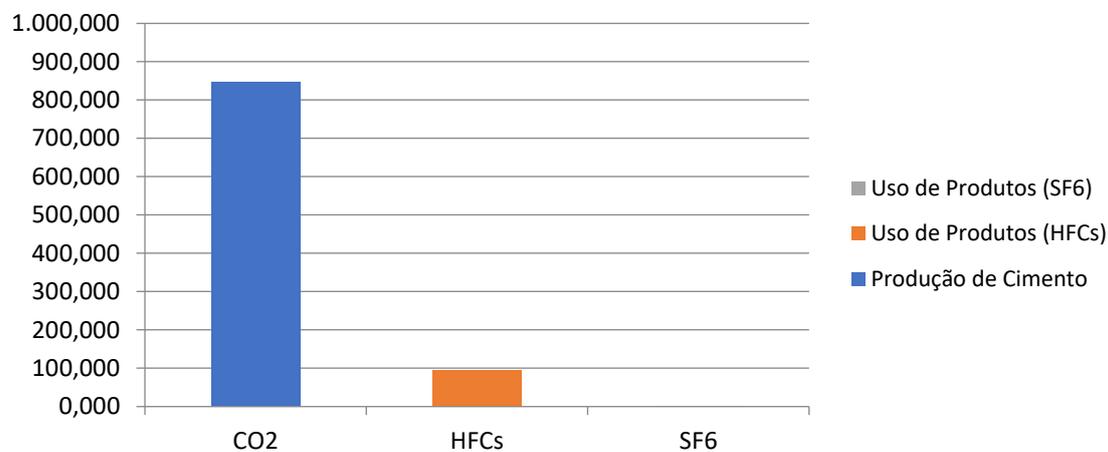
Emissões de Energia por Atividade e Gás de Efeito Estufa 2018



Fonte: Elaboração própria.

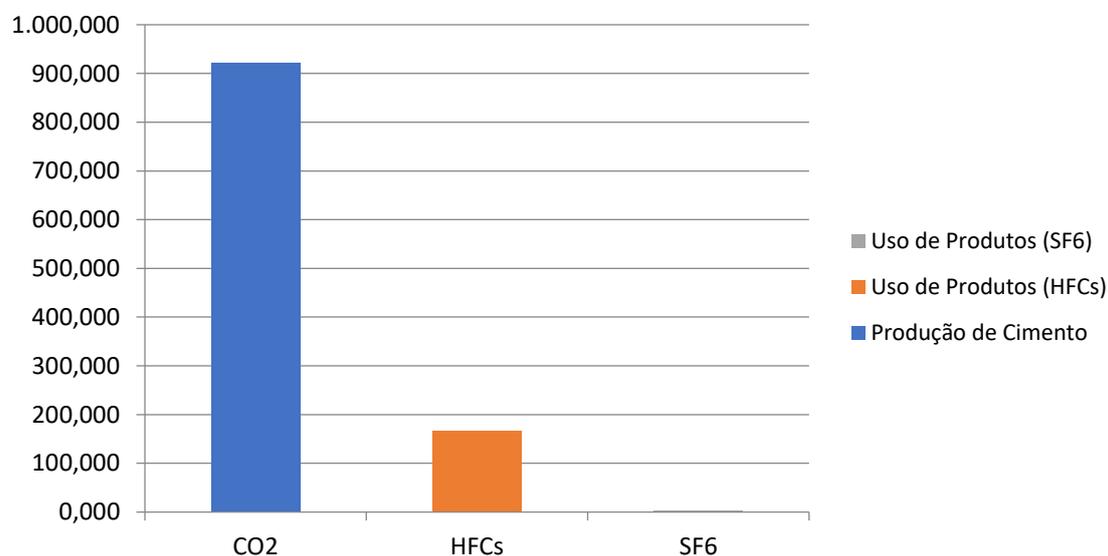
Já no Setor de Processos Industriais e Usos de Produtos o gás predominante o foi CO₂ representando mais de 84% das emissões do setor em todos os anos, de 2005 a 2018, devido à produção de cimento.

Emissões de Processos Industriais e Uso de Produtos por Atividade e Gás Efeito Estufa 2005



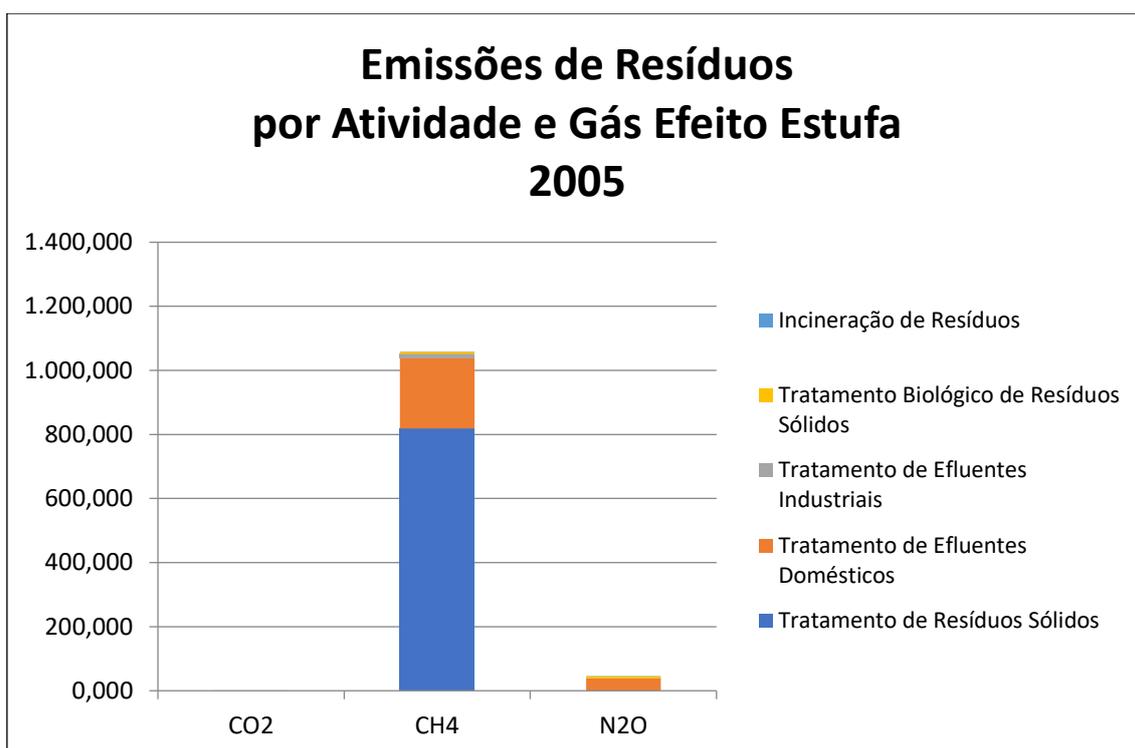
Fonte: Elaboração própria.

Emissões de Processos Industriais e Uso de Produtos por Atividade e Gás Efeito Estufa 2018



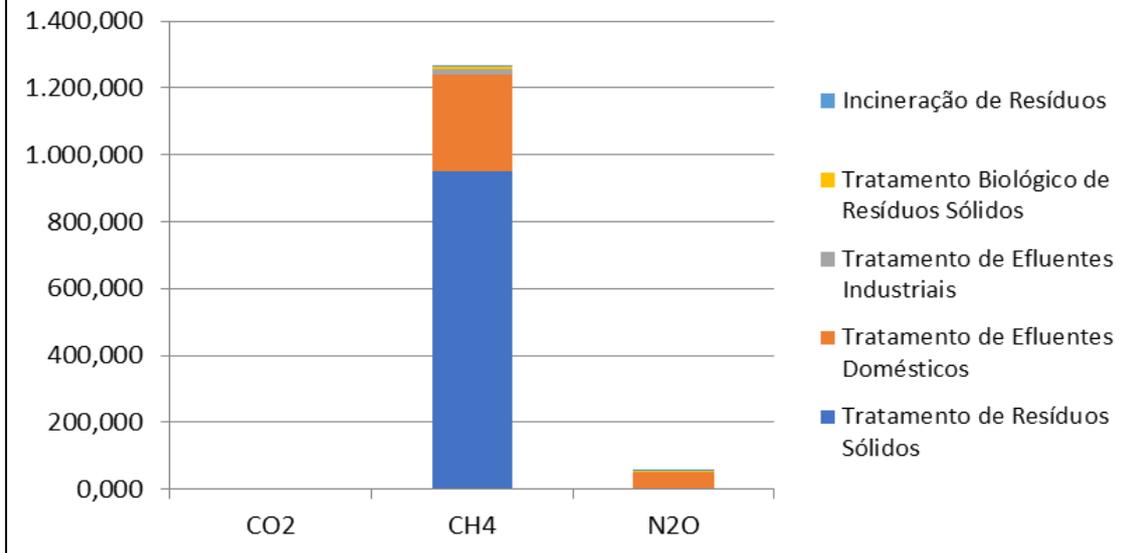
Fonte: Elaboração própria.

No setor de Resíduos e Efluentes, as emissões totais apresentaram tendência de aumento em todos os anos do período de 2005 a 2017, apresentando um leve declínio em 2018, pela inauguração do novo aterro sanitário de Brasília em 2017, com transferência de cerca de 30% dos resíduos para o novo aterro sanitário, que acarreta uma redução da emissão de metano nos lixões, sem o acúmulo ainda de decomposição anaeróbica no aterro. A partir do cálculo das emissões para o setor Resíduos e Efluentes, obteve-se como resultado para o setor a emissão dos gases CO₂ (Dióxido de carbono), CH₄ (Metano) e N₂O (Óxido nitroso), sendo que o CH₄ foi o gás predominante nos anos de 2005 a 2018, representando mais de 95% das emissões do setor Resíduos e Efluentes em todos os anos. As emissões de CO₂ neste setor foram insignificantes no período analisado.



Fonte: Elaboração própria.

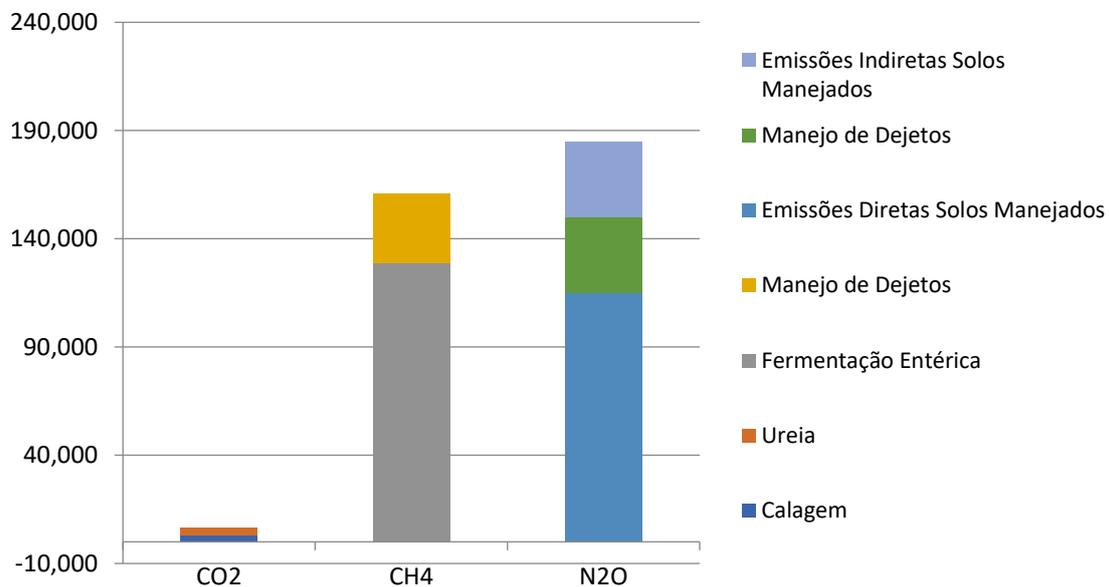
Emissões de Resíduos por Atividade e Gás Efeito Estufa 2018



Fonte: Elaboração própria.

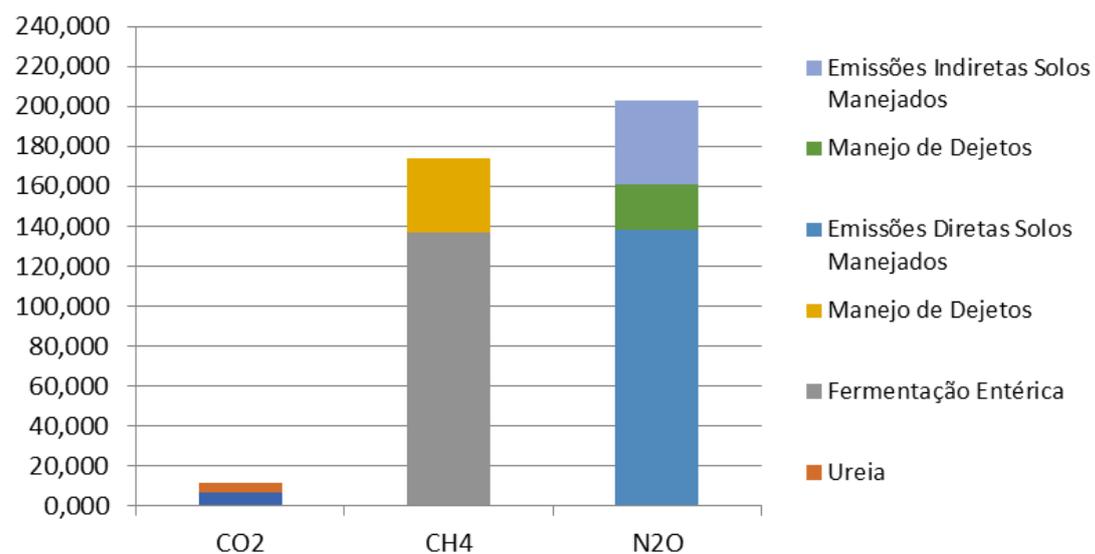
Observa-se que para o setor Agropecuário, a representatividade por gases de efeito estufa para cada categoria (período de 2005 a 2018), que a predominância é N₂O (óxido nitroso) nas categorias Emissões diretas de N₂O de solos manejados e Emissões indiretas de N₂O de solos manejados. A categoria Manejo de dejetos apresentou, ainda, CH₄ (com predominância das emissões do manejo dos dejetos dos suínos com média de 74% no período) e N₂O (com predominância das emissões do manejo dos dejetos de aves com média de 79% no período). O segundo principal gás de efeito estufa na Agropecuária é o CH₄ (metano) nas categorias Fermentação entérica, com a predominância, por exemplo, das emissões de gado bovino e bubalino, que apresenta a média de 93% no período. Finalmente, constata-se, sem emissões significativas, o CO₂ (dióxido de carbono) nas categorias Calagem e Ureia em proporções semelhantes.

Emissões de Agropecuária por Atividade e Gás Efeito Estufa 2005



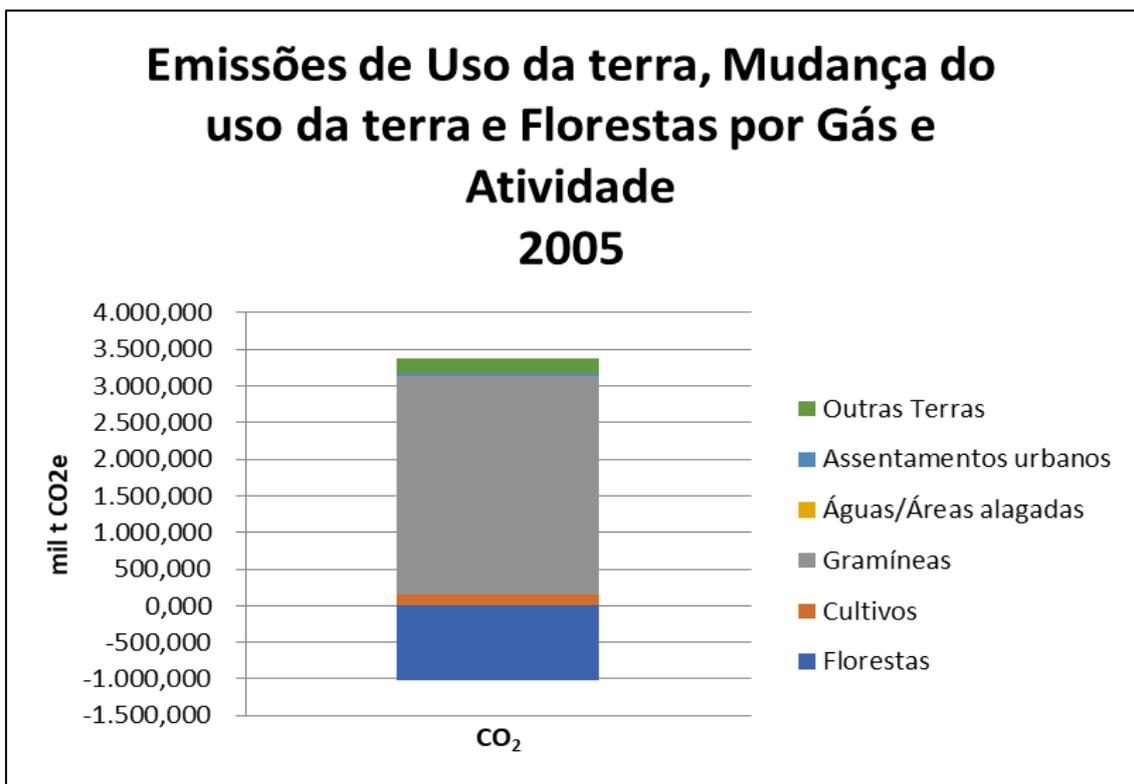
Fonte: Elaboração própria.

Emissões de Agropecuária por Atividade e Gás Efeito Estufa 2018



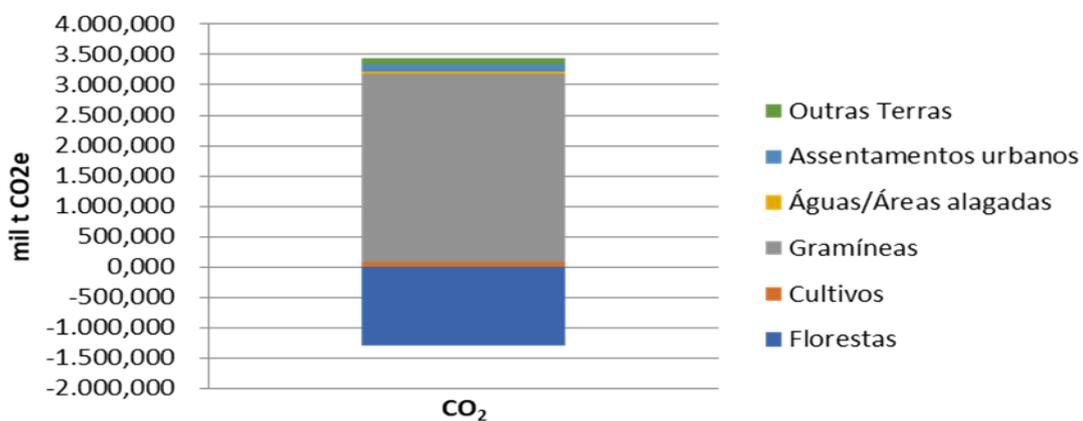
Fonte: Elaboração própria.

Por fim, as duas principais fontes do setor de uso da terra, mudança do uso da terra e floresta são: as transições de Floresta Natural para Formação Campestre, assim como de Floresta Natural para Pastagem. Combinadas, tais transições correspondem a mais de 80% das fontes de emissão do setor e a mais de 90% da subcategoria de gramíneas. É importante ressaltar que as emissões de gases de efeito estufa (CO₂, CH₄ e N₂O) provenientes de incêndios florestais foram estimadas separadamente e não incluídas no total para evitar dupla contagem de CO₂ e devido à alta incerteza no caso das estimativas dos gases não-CO₂.



Fonte: Elaboração própria

Emissões de Uso da terra, Mudança do uso da terra e Florestas por Gás e Atividade 2018



Fonte: Elaboração própria

Fontes de produção de Gases de Efeito Estufa



Fonte: imagens Wikipedia Commons

LISTA DE TABELA

SETOR ENERGIA

Tabela 1	Percentual da Mistura de Álcool Anidro na Gasolina	39
Tabela 2	Classe de consumo por subsistema elétrico no DF (GWh)	43
Tabela 3	Consumidores por classe de consumo por subsistema elétrico no DF	44
Tabela 4	Geração Elétrica no DF em GWh	45
Tabela 5	Emissões de Gases de Efeito Estufa: Geração Elétrica	45
Tabela 6	Frota de Veículos no Distrito Federal 2005-2018	46
Tabela 7	Emissões de Gases de Efeito Estufa no Setor Transporte Rodoviário	46
Tabela 8	Emissões de Gases de Efeito Estufa: Transporte Ferroviário	50
Tabela 9	Embarques e Desembarques em Brasília	51
Tabela 10	Emissões de Gases de Efeito Estufa no Setor Transporte Aéreo Querosene de Aviação	52
Tabela 11	Emissões de Gases de Efeito Estufa em Energia	53
Tabela 12	Emissões: etanol anidro, etanol hidratado e biodiesel 2005-2011	58
Tabela 13	Emissões: etanol anidro, etanol hidratado e biodiesel 2012-2018	59

SETOR IPPU

Tabela 14	Participação percentual das atividades econômicas por setor no valor adicionado bruto, Distrito Federal (DF)	64
Tabela 15	Produção total de cimento no Distrito Federal (em 1000 toneladas)	68
Tabela 16	Emissões de CO ₂ na Produção Cimento no DF	69
Tabela 17	Estimativa de emissões de gases fluorados em aplicações diversas no DF de 2005-2018	73
Tabela 18	Estimativa de emissões de SF ₆ no DF	74
Tabela 19	Emissões de gases de efeito estufa de IPPU por gases	75
Tabela 20	Emissões de gases de efeito estufa por categoria – Setor IPPU	76

SETOR RESIDUOS E EFLUENTES

Tabela 21	Indicadores em resíduos sólidos por ano de referência 2005-2011	84
Tabela 22	Sistemas de tratamento de efluentes considerados e respectivos fatores de conversão de metano (MCFs)	85

Tabela 23	Sistemas de Tratamento em cada uma das ETEs do DF, respectivas vazões de projeto e MCFs considerados para os cálculos das emissões de CH ₄	85
Tabela 24	Indicadores em esgotamento sanitário por ano de referência	86
Tabela 25	Indicadores em esgotamento industrial por ano de referência	87
Tabela 26	Emissões por Tratamento de Resíduos	89
Tabela 27	Emissões de gases de efeito estufa (Gg CO ₂ e) de 2005 a 2011	91
Tabela 28	Emissões por Tratamento de Resíduos e Efluentes	97
SETOR AGROPECUÁRIA		
Tabela 29	Efetivo dos Rebanhos no Distrito Federal 2005-2011	102
Tabela 30	Emissões por GEE por Gás (Gg CO ₂ e)	109
Tabela 31	Emissões de GEE por categoria - Emissões em GgCO ₂	112
Tabela 32	Emissões anuais por gás de efeito estufa e categoria - 2005-2018	112
Tabela 33	Emissões anuais de CH ₄ - 2005-2018	114
Tabela 34	Emissões anuais de N ₂ O - 2005-2018	114
SETOR FLORESTAS, USO DA TERRA E MUDANÇA DO USO DA TERRA		
Tabela 35	Aumento ou Redução de tipo de uso da Terra	115
Tabela 36	Emissões de CO ₂ por fontes e remoções por sumidouros	131
Tabela 37	Emissões de não CO ₂	137
TOTAIS CONSOLIDADOS FINAIS		
Tabela 38	Emissões de gases de efeito estufa por gás para o DF (emissões totais) 2005-2018	149
Tabela 39	Emissões de gases de efeito estufa por gás para o DF (percentuais) 2005-2018	151
Tabela 40	Emissões de gases de efeito estufa por setor para o DF (emissões totais) 2005-2018	152
Tabela 41	Emissões de gases de efeito estufa por setor para o DF (percentuais) 2005-2018	155

LISTA DE QUADROS

SETOR ENERGIA

Quadro 1	Categorias incluídas no inventário de gases de efeito estufa do DF – Setor Energia	32
Quadro 2	Categoria não Incluídos no Inventário de Energia do DF	33
Quadro 3	Correspondências setoriais entre IPCC 2006 e ANP	34
Quadro 4	Comparação da Metodologia	37
Quadro 5	Equivalência entre combustíveis IPCC 2006 e ANP	39
Quadro 6	Percentual da Mistura de Biodiesel no Diesel	41

SETOR IPPU

Quadro 7	Produto Interno Bruto per capita - Ranking dos 10 maiores Estados	63
Quadro 8	Categorias incluídas no inventário de gases de efeito estufa do DF – IPPU 2005-2018	65
Quadro 9	Categorias de fontes do setor IPPU excluídas do inventário do DF	65

SETOR RESIDUOS E EFLUENTES

Quadro 10	Categorias incluídas no inventário de gases de efeito estufa do DF	78
Quadro 11	Segregação dos grupos populacionais, considerado para o cálculo das emissões	84

SETOR AGROPECUÁRIA

Quadro 12	Categorias Incluídas no Inventário de gases de efeito estufa do DF 2015-2018	98
Quadro 13	Categorias Não Incluídas no Inventário de gases de efeito estufa do DF 2015-2018	99

SETOR FLORESTAS, USO DA TERRA E MUDANÇA DO USO DA TERRA

Quadro 14	Abordagens metodológica IPCC 2006	119
Quadro 15	Exemplo de Abordagem 1.	121
Quadro 16	Comparação entre as classificações das categorias entre as utilizadas no 1º inventário	126
Quadro 17	Emissões de gases de efeito estufa por fontes e remoções por sumidouros	136

Quadro 18	Área acometida por incêndios florestais no DF	145
Quadro 19	Parâmetros aplicados ao cálculo de emissões de gases de efeito estufa em cerrado não-antrópico no Primeiro Inventário Nacional de emissões de gases de efeito estufa e neste inventário	146
Quadro 20	Fisionomias florestais/cerrado no DF (ano 2012) de acordo com divisão adotada no Primeiro Inventário Nacional para o cálculo de emissões por queimadas.	147
Quadro 21	Parâmetros aplicados para estimativas de emissões de gases de efeito estufa em queimadas florestais no DF	147

LISTA DE GRÁFICOS

SETOR ENERGIA

Gráfico 1	Emissões Evitadas pelo Uso de Renováveis no Transporte - 2005	47
Gráfico 2	Emissões Evitadas pelo Uso de Renováveis no Transporte - 2018	47
Gráfico 3	Emissões Evitadas pelo Uso de Biocombustíveis no Transporte - 2005	48
Gráfico 4	Emissões Evitadas pelo Uso de Biocombustíveis no Transporte - 2012	48
Gráfico 5	Emissões Evitadas pelo Uso de Biocombustíveis no Transporte - 2018	54
Gráfico 6	Emissões de CO ₂ em Energia – 2018	54
Gráfico 7	Emissões de CO ₂ em Energia – 2005	54
Gráfico 8	Emissões de CO ₂ em Energia – 2005	55
Gráfico 9	Emissões de CH ₄ em Energia – 2005	55
Gráfico 10	Emissões de N ₂ O em Energia – 2018	56
Gráfico 11	Emissões de N ₂ O em Energia – 2005	56
Gráfico 12	Emissões do Setor de Energia 2005 – 2018	58
Gráfico 13	Emissões do Transporte Rodoviário	60
Gráfico 14	Emissões do Transporte Aéreo	61
Gráfico 15	Emissões de Ônibus	62

SETOR IPPU

Gráfico 16	Emissões de CO ₂ na Produção Cimento no Distrito Federal	69
Gráfico 17	HFC 125	71
Gráfico 18	HFC 134 ^a	71

Gráfico 19	HFC 143 ^a	72
Gráfico 20	HFC 152 ^a	72
Gráfico 21	SF ₆	74
Gráfico 22	Emissões de gases de efeito estufa de Processos Industriais e Uso de Produtos	77

SETOR RESÍDUOS E EFLUENTES

Gráfico 23	Emissão de Tratamento de Resíduos e Efluentes por GEE - 2018	89
Gráfico 24	Emissão de Tratamento de Resíduos e Efluentes por GEE - 2005	90
Gráfico 25	Emissões por Tratamento de Resíduos e Efluentes -2018	92
Gráfico 26	Emissões por Tratamento de Resíduos e Efluentes -2005	92
Gráfico 27	Emissão de CO ₂ por categoria – 2018	93
Gráfico 28	Emissão de CO ₂ por categoria – 2005	93
Gráfico 29	Emissão de CH ₄ por categoria – 2018	94
Gráfico 30	Emissão de CH ₄ por categoria – 2005	94
Gráfico 31	Emissão de N ₂ O por categoria – 2018	95
Gráfico 32	Emissão de N ₂ O por categoria – 2005	95
Gráfico 33	Emissões por Tratamento de Resíduos e Efluentes -2018	95
Gráfico 34	Emissões por Tratamento de Resíduos e Efluentes -2005	96

SETOR AGROPECUÁRIA

Gráfico 35	Emissões de Agropecuária 2005	110
Gráfico 36	Emissões de Agropecuária 2018	110
Gráfico 37	Emissões de Agropecuária 2018	113
Gráfico 38	Emissões de Agropecuária 2005	113
Gráfico 39	Emissões de Agropecuária Atividade e Gás Efeito Estufa 2005	113
Gráfico 40	Emissões de Agropecuária Atividade e Gás Efeito Estufa 2018	116
Gráfico 41	Emissões de Agropecuária 2005 e 2018	116

SETOR FLORESTAS, USO DA TERRA E MUDANÇA DO USO DA TERRA

Gráfico 42	Mudança do uso da terra 1986-2018	131
Gráfico 43	Floresta	132
Gráfico 44	Pastagens	132
Gráfico 45	Infraestrutura urbana	132

Gráfico 46	Formação campestre	132
Gráfico 47	Agricultura	133
Gráfico 48	Porcentagem tipo de uso da terra em relação ao total de área	133
Gráfico 49	Emissões LULUCF Distrito Federal	140
Gráfico 50	Floresta	140
Gráfico 51	Emissões CO ₂ Gramíneas e categorias	141
Gráfico 52	Queimadas Distrito Federal	144

TOTAIS CONSOLIDADOS FINAIS

Gráfico 53	Emissões do DF por gás de efeito estufa com Uso e Mudança do uso da terra e Florestas	153
Gráfico 54	Emissões do DF por gás de efeito estufa sem Uso e Mudança do uso da terra e Florestas	153
Gráfico 55	Emissões Totais DF Gases de Efeito Estufa com Uso e Mudança do Uso da Terra	158
Gráfico 56	Emissões Totais DF Gases de Efeito Estufa sem Uso e Mudança do Uso da Terra	158
Gráfico 57	Emissões Totais DF Gases de Efeito Estufa com Uso e Mudança do Uso da Terra	159
Gráfico 58	Emissões Totais DF Gases de Efeito Estufa sem Uso e Mudança do Uso da Terra	160
Gráfico 59	Emissões de Energia por Atividade e Gás de Efeito Estufa 2018	160
Gráfico 60	Emissões de Uso da terra, Mudança do uso da terra e Florestas por Gás e Atividade 2018	161
Gráfico 61	Emissões de Processos Industriais e Uso de Produtos por Atividade e Gás Efeito Estufa 2018	161
Gráfico 62	Emissões de Resíduos por Atividade e Gás Efeito Estufa 2018	162
Gráfico 63	Emissões de Agropecuária por Atividade e Gás Efeito Estufa 2018	162
Gráfico 64	Emissões de Energia por Atividade e Gás de Efeito Estufa 2005	163
Gráfico 65	Emissões de Uso da terra, Mudança do uso da terra e Florestas por Gás e Atividade 2005	163
Gráfico 66	Emissões de Processos Industriais e Uso de Produtos por Atividade e Gás de Efeito Estufa 2005	164
Gráfico 67	Emissões de Resíduos por Atividade e Gás de Efeito Estufa 2005	164
Gráfico 68	Emissões de Agropecuária por Atividade e Gás Efeito Estufa 2005	165

LISTA DE FIGURAS

SETOR ENERGIA

Figura 1	Mapa Ferroviário brasileiro	49
Figura 2	Sistema metropolitano do DF	50

SETOR FLORESTAS, USO DA TERRA E MUDANÇA DO USO DA TERRA

Figura 3	Abordagem metodológica	121
Figura 4	Representação Cartográfica 1: Uso do solo	127
Figura 5	Representação Cartográfica 2: Uso do solo	128
Figura 6	Representação Cartográfica 3: Uso do solo	129

LISTA DE SIGLAS

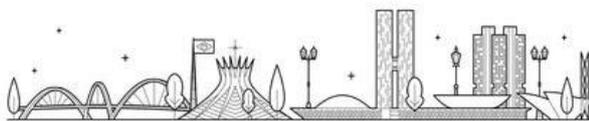
ABRACAL	Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola
AFOLU	Agricultura, Floresta e outros usos do solo
ANP	Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
APA	Área de Preservação Ambiental
BRT	Bus Rapid Transit
CEB	Companhia Energética de Brasília
CODEPLAN	Companhia de Planejamento do Distrito Federal
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Dióxido de carbono ou anidrido carbônico ou gás carbônico
CFCs	Clorofluorcarbonetos
CH ₄	Metano
DF	Distrito Federal
EMATER-DF	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GDF	Governo do Distrito Federal

GEE	Gás de efeito estufa
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
HFCS	Hidrofluorcarbonetos
IIS	IPCC Inventory Software
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPCC 2006	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
IPPU	Processos Industriais e Usos de Produto
LULUCF	Sigla, em inglês, para Land Use, Land Use Change and Forestry
MME	Ministério de Minas e Energia
NMVOG	Sigla, em inglês, para Non-methane Volatile Organic Compounds
NOX	Óxidos de Nitrogênio em geral
N ₂ O	Oxido Nitroso
PIB	Produto Interno Bruto
SEMA	Secretaria de Meio Ambiente do Distrito Federal
SDE	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico do Distrito Federal
SEPLAN	Secretaria de Estado de Planejamento e Orçamento do Distrito Federal
SET	Secretaria de Estado de Transportes do Distrito Federal
SF ₆	Hexafluoreto de enxofre
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação de Dados
STDF	Secretaria de Estado de Transportes do Distrito Federal
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
TRR	Transportador Retalhista Revendedor
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico

SUMÁRIO

Apresentação	04
Sumário Executivo	05
Lista de Tabela	15
Lista de Quadros	17
Lista de Gráficos	18
Lista de Figuras	21
Lista de Siglas	21
Introdução	25
1. Setor Energia	31
1.1 Setores Não Incluídos no Inventário do DF	33
1.2 Setor Energia Elétrica no Distrito Federal	42
1.3 Emissões de Gases de Efeito Estufa do Setor de Energia no DF	53
1.4 Emissões por Gás de Efeito Estufa	54
1.5 Emissões por Categoria	57
1.6 Emissões da Categoria Transporte	57
2. Setor Processos Industriais e Uso de Produtos – IPPU	63
2.1. Emissões de CO ₂ devido à Produção de Cimento	68
2.2. Uso de Gases Fluorados em substituição às SDO _s	70
2.3. Uso e Manufatura de Outros Produtos	73
2.4. Emissões por Gás de Efeito Estufa	75
2.5. Emissões por Categoria	76
3. Setor Resíduos e Efluentes	78
3.1. Categorias Incluídas no Inventário de Gases de Efeito Estufa	78
3.2. Considerações Metodológicas	79
3.3. Resultados do Inventário de Emissão por Fontes e Remoção por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa	88

3.4. Emissões por Categoria	90
3.5. Emissões Comparativas por Gás e Categoria	93
4. Setor Agropecuária	98
4.1. Observações Metodológicas acerca das Categorias Incluídas	99
4.2. Emissões por Gás de Efeito Estufa	109
4.3. Emissões por categoria	111
4.4. Emissões por gás e categoria	114
5. Setor Florestas, Uso da Terra e Mudança do Uso da Terra	117
5.1. Emissões e Remoções do setor de Uso da terra, Mudança do uso da terra e Florestas (LULUCF)	134
5.2. Emissões de Gases de Efeito Estufa por Queima de Biomassa	143
6. TOTAIS CONSOLIDADOS FINAIS	150
6.1. Emissões por Gases de Efeito Estufa - Geral do Distrito Federal	150
6.2. Emissões por Setor de Emissões no DF	154
6.3. Emissões Comparativas por Gás e Setor – Geral DF	159
Referência Bibliográfica	166



As emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa reflete os impactos variados sobre os sistemas humanos e naturais. (IPCC, AR5, SYR). “A emissão contínua de gases de efeito estufa causará mais aquecimento e duradouras mudanças em todos os componentes do sistema climático, aumentando a probabilidade de impactos graves, generalizados e irreversíveis para as pessoas e ecossistemas”. Limitar as mudanças no clima exigirá reduções substanciais e sustentadas das emissões dos gases de efeito estufa, que, juntamente com a adaptação, podem minimizar os riscos da mudança do clima (IPCC, AR5, SYR).

Muitas opções de adaptação e mitigação podem ajudar a enfrentar os efeitos oriundos da mudança global do clima, mas nenhuma única opção é suficiente por si só. A implementação efetiva de ações depende de políticas e da cooperação em todas as escalas, e pode ser reforçada por meio de respostas integradas de adaptação e mitigação com outros objetivos sociais. (IPCC, AR5, SYR).

O objetivo do inventário de emissões e remoções de gases de efeito estufa atende como instrumento basilar de controle do regime de mudança global do clima, capaz de determinar a magnitude das emissões e remoções de gases de efeito estufa, que são diretamente atribuíveis à atividade antrópica em um determinado território¹ (UNFCCC, 2009).

De uma maneira geral, o padrão adotado no âmbito do regime para inventário de emissões é definido e aprovado pela Conferência das Partes (COP) e Conferência das Partes para Protocolo de Quioto (CMP), levando em consideração os padrões sugeridos e organizados pelo IPCC. Existem outros padrões de elaboração de inventários, que inclusive adotam dinâmica de atribuição de emissões diferenciadas do IPCC, tais como o método do *GHG Protocol* e algumas partes da ISO 14064, que normalmente são utilizadas para elaboração de inventários corporativos de emissões.

¹ UNFCCC, Resource Guide - Module 3: National Greenhouse Gas Inventories for Preparing the National Communications of Non-Annex I Parties / Module 3 - National Greenhouse Gas Inventories. Bonn: 2009. Disponível em http://unfccc.int/resource/docs/publications/09_resource_guide3.pdf. Acessado 02/02/2014.

Para o desenvolvimento de trabalho na atualização deste inventário a diretriz técnica adotada foi o documento elaborado pelo Painel Intergovernamental de Mudança Global do Clima (IPCC) “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories” publicado em 2006. Em que as emissões dos gases de efeito estufa podem ser calculadas por duas metodologias: bottom-up e top-down.

A metodologia *bottom-up* leva em consideração as características dos combustíveis, dos equipamentos utilizados e apresenta os resultados separadamente por processo, mais desagregado, são consideradas as emissões de todos os gases de efeito estufa, baseado no consumo de energia por tipo de combustível em cada setor econômico. Já na *top-down*, as emissões de CO₂ são estimadas por um balanço de produção somado a importação e deduzido a exportação de petróleo, carvão mineral e gás natural. A vantagem da abordagem *top-down* é que se torna possível estimar o montante total de carbono disponível no território. Porém, para o caso do DF não se considera possível realizar a abordagem *top-down* porque não há produção de fontes primárias, nem importação ou exportação de fontes primárias ou secundárias.

No padrão do IPCC, os setores trabalhados são Uso da terra, mudança de uso da terra e Florestas, Agropecuária, Resíduos, Processos Industriais e Energia. Outra característica importante definida pelos padrões do IPCC, de acordo com as diretrizes, o Inventário deve ser consistente e ser submetido a processo de controle de qualidade. Ou seja, deve seguir os cinco conceitos básicos: transparência, acurácia, consistência, completude e comparabilidade². Esse grupo de conceitos também é conhecido por sua sigla em inglês TACCC, princípios adotados pela UNFCCC para parametrizar os procedimentos de elaboração de inventários dos países. Ainda que os territórios apresentem as suas peculiaridades, como: cobertura de gases diferentes, adoção de métricas de equivalência diferentes ou não possuem abrangência setorial equivalente.

² Adotou-se a tradução de *completeness* (completude), *Accurary* (acurácia) para que a sigla em português tenha a mesma representatividade adotada pelo IPCC (conceitos e sigla em inglês) – TACCC: *Transparence, Accurary, Consistency, Completeness and Comparability*

Uma questão interessante quanto a metodologia é que as emissões do setor de energia são contabilizadas nos locais onde ocorre o processo de consumo do combustível. Portanto, as emissões de transporte e do uso de combustíveis nos processos industriais ou durante a produção agrícola são contabilizadas no setor de energia. Porém, nos demais setores o processo de atribuição das emissões ocorre no processo de produção e não necessariamente na condição do consumo. Por exemplo, a emissão do uso de uma tonelada de madeira retirada de um processo de desmatamento é atribuída ao setor de Uso de Solo e Florestas e não ao setor energético.

Conhecer o perfil das emissões pelo acompanhamento de inventários é realizar a gestão da temática de mitigação para possibilitar tomadas de decisões e elaboração de estratégias, planos e metas mais eficientes na implementação de políticas adequadas cujos objetivos convergem para a minimização das emissões. O Distrito Federal apresenta uma atuação ambiciosa em relação ao enfrentamento da mudança global do clima. Em 2008, antes mesmo da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei Federal 12.187 de dezembro de 2009), instituiu uma política de mudança do clima no DF, com ênfase na remoção de dióxido de carbono (CO₂). A Lei distrital 4.136, de 05 de maio de 2008.

Essa lei “dispõe sobre medidas de retirada de dióxido de carbono da atmosfera e de combate ao efeito estufa no âmbito do Distrito Federal e dá outras providências”. Que regulamenta os empreendimentos econômicos emissores de dióxido de carbono – CO₂ localizados no território do Distrito Federal. Esses ficam obrigados a promover o plantio anual de 25 (vinte e cinco) mudas de espécies arbóreas, nativas ou exógenas adaptadas, bem como a promover a manutenção delas por 5 (cinco) anos consecutivos, para cada tonelada de CO₂ emitida por ano.

Em 2012, o DF estabeleceu os princípios, os objetivos, as metas e as estratégias para a Política de Mudança do Clima no âmbito do DF, com a Lei distrital 4797 de 6 de março de 2012. Essa Lei estabelece indicações para se nortear um plano de política ambiental, orientado pelas seguintes diretrizes:

I – formulação, adoção e implementação de planos, programas, políticas, metas e ações restritivas ou incentivadoras, envolvendo os órgãos públicos e incluindo parcerias com a sociedade civil;

II – promoção de cooperação com todas as esferas de governo, organizações multilaterais, organizações não governamentais, empresas, institutos de pesquisa e demais atores relevantes para a implementação dessa política;

III – promoção do uso de energias renováveis e substituição gradual dos combustíveis fósseis por outros com menor potencial de emissão de gases de efeito estufa, excetuada a energia nuclear;

IV – prevenção de queimadas e redução da retirada da cobertura vegetal em todo o território do Distrito Federal;

V – formulação e integração de normas de planejamento urbano e uso do solo, com a finalidade de estimular a mitigação da emissão de gases de efeito estufa e promover estratégias da adaptação aos impactos da mudança do clima;

VI – distribuição de usos e intensificação do aproveitamento do solo de forma equilibrada em relação à infraestrutura e aos equipamentos, aos transportes e ao meio ambiente, de modo a evitar sua ociosidade ou sobrecarga e a otimizar os investimentos coletivos;

VII – priorização da circulação de transporte coletivo sobre transporte individual na ordenação do sistema viário; (Inciso vetado pelo Governador, mas mantido pela Câmara Legislativa do Distrito Federal)

VIII – promoção da avaliação ambiental estratégica dos planos, programas e projetos públicos e privados no Distrito Federal, com a finalidade de incorporar-lhes a dimensão climática;

IX – apoio à pesquisa, ao desenvolvimento, à divulgação e à promoção do uso de tecnologias de combate à mudança do clima e das medidas de adaptação e mitigação dos respectivos impactos, com ênfase na conservação de energia;

X – proteção e ampliação dos sumidouros e reservatórios de gases de efeito estufa;

XI – adoção de procedimentos de aquisição de bens e contratação de serviços pelo Poder Público com base em critérios de sustentabilidade;

XII – estímulo à participação pública e privada nas discussões nacionais e internacionais de relevância sobre o tema das mudanças climáticas;

XIII – utilização de instrumentos econômicos, tais como isenções, subsídios e incentivos tributários e financiamentos, visando à mitigação de emissões de gases de efeito estufa; (Inciso vetado pelo Governador, mas mantido pela Câmara Legislativa do Distrito Federal)

XIV – formulação, adoção e implantação de planos, programas, políticas e metas visando à promoção do uso racional, da conservação e do

combate ao desperdício da água e ao desenvolvimento de alternativas de captação de água e de sua reutilização para usos que não requeiram padrões de potabilidade;

XV – estímulo à minimização da quantidade de resíduos sólidos gerados, ao reuso e à reciclagem dos resíduos sólidos urbanos, à redução da nocividade e ao tratamento e depósito ambientalmente adequado dos resíduos sólidos remanescentes;

XVI – promoção da arborização das vias públicas e dos passeios públicos, com ampliação da área permeável, bem como da preservação e da recuperação das áreas com interesse para drenagem, e da divulgação à população sobre a importância, para o meio ambiente, da permeabilidade do solo e do respeito à legislação vigente sobre o assunto;

XVII – promoção da educação ambiental de maneira integrada a todos os programas educacionais.

No ano seguinte, estabeleceu a Lei Distrital 5113 de 11 de junho de 2013 que obriga à incorporação do inventário de emissões e remoções de gases de efeito estufa no licenciamento ambiental. Ou seja, com essa lei é “obrigatória a elaboração de inventário que quantifique as emissões e remoções de gases de efeito estufa de empreendimentos ou atividades capazes de emitir tais gases para a atmosfera”.

A Secretaria do Meio Ambiente-SEMA-DF, tem desenvolvido diversas ações para diminuir os efeitos de gases estufa na atmosfera. No DF, as principais atividades econômicas que originam esses gases são uso de combustíveis pela frota veicular rodoviária, produção de clínquer pelas cimenteiras, a mudança do uso do solo (em especial de áreas florestadas por áreas com gramíneas) e o gerenciamento de resíduos e, dentre outros setores com menor representatividade, estão as atividades do setor agropecuário. Mas, sem deixar de serem relevantes de serem analisados e inventariados.

Em vista disso, este documento apresenta as informações para validação do inventário inicial de emissões do período 2005-2012 do DF e, nesse processo sua atualização, referente ao período 2013-2018. Observa-se que se optou em adotar a mesma abordagem de apresentação textual, de metodologia e de referências utilizadas no primeiro inventário com o objetivo de manter uma “harmonia” no processo de continuidade de desenvolvimento da política de mudança do clima do DF, de leitura e de interpretação dos dados.

Vale destacar que, contamos com a colaboração da WayCarbon com a disponibilização da metodologia utilizada para o 1º Inventário de gases de efeito estufa do DF, em especial, com a utilização do Software do IPCC e a base de dados da WayCarbon para o período de 2005 a 2012, utilizada no software. Sem essa colaboração, não teria sido possível a elaboração dessa avaliação. Agradecimento especial ao Sr. Breno da WayCarbon que prestou toda assistência com a implementação do Software do IPCC pela WayCarbon.

Assim, este documento contém o detalhamento sobre os tipos de emissões e remoções correspondentes a cada setor de acordo com as metodologias do IPCC (2006), de forma que seja possível validar os resultados obtidos no inventário e o resultado das emissões com apresentação de resultados por gás, categoria e variação das emissões anuais para cada setor, apresentados na seguinte ordem: Setor Energia; Setor Processos Industriais e Uso de Produtos; Setor Resíduos e Efluentes; Setor Agropecuária e Setor Uso da Terra e Floresta.

1. SETOR ENERGIA



Para o setor Energia foram inventariadas as emissões de gases a partir da adoção da metodologia *Bottom-up* (ou abordagem setorial), em que as emissões de Gases de Efeito Estufa são calculadas a partir do consumo final energético de cada setor. A abordagem setorial permite identificar onde e como ocorrem as emissões. O cálculo das emissões por essa abordagem considera as diferentes destinações. Além do CO₂ são estimados os gases CO, CH₄, N₂O, NO_x e NMVOC.

As emissões de CO₂ são dependentes do conteúdo de carbono dos combustíveis, podendo ser estimadas em um nível de agregação elevado e com razoável precisão. Para os gases não CO₂ é preciso trabalhar com informações complementares sobre uso final, tecnologia dos equipamentos e condições de uso. E, deve ser feita em condições mais desagregadas (BRASIL, 2010).

A WayCarbon destaca que também foi empregada a metodologia *top-down* a qual estima emissões de CO₂ considerando apenas a oferta de energia, sem o detalhamento sobre como essa energia é consumida. Nessa abordagem, as estimativas são baseadas no balanço envolvendo a produção doméstica de combustíveis primários, as importações líquidas de combustíveis primários e secundários e a variação interna dos estoques desses combustíveis. No caso de produtos secundários, a produção interna não é considerada, pois provém da fonte primária já considerada. Só que para o DF essa abordagem não é possível, uma vez que não há produção de fontes primárias de energia, nem exportação e nem importação, apenas haveria recebimento de gás natural e derivados por dutos ou caminhões, mas de outros estados, o que seria transferência e não importação. A aplicação dessa abordagem seria considerada uma boa prática, mas não é factível para um Distrito Federal, uma vez que permite a comparação dos resultados obtidos contra os resultados *bottom-up*, identificando possíveis problemas (IPCC, 2006), dado que se teria um limite superior para o total de carbono.

A abordagem *top-down* idealmente deve valer-se de dados oriundos de balanços energéticos. O Balanço Energético Nacional apresenta os dados de geração elétrica e produção de álcool por unidade da Federação. Como não há produção de álcool no Distrito Federal, foram utilizados apenas os dados de Geração Elétrica, mas os combustíveis usados são provenientes de outros estados da federação. Para o Distrito Federal, os únicos dados disponíveis referentes à comercialização de combustíveis são os dados da Agência Nacional do Petróleo (ANP), referentes à quantidade de combustíveis comercializada. O balanço energético do DF era compilado pela CEB, mas aquele trabalho foi descontinuado em anos anteriores ao período de referência do presente estudo.

Dessa forma, os dados de comercialização de combustível no DF, obtidos junto à ANP, foram utilizados na abordagem setorial (*bottom-up*), mas os combustíveis usados são provenientes de outros estados da federação e, portanto, não foi feita a abordagem *top down* (assumindo-se que não há produção de combustíveis primários no DF, e tampouco exportação ou importação – apenas há transferências de outros estados). Portanto, foi feita somente a abordagem *bottom-up*.

Quadro 1.

Categorias incluídas no inventário de Gases de Efeito Estufa do DF - Setor Energia 2005-2018

SETOR	CATEGORIA	SUBCATEGORIA	DESCRIÇÃO
Energia	Atividades de utilização de combustível	Indústrias de Energia	Geração de eletricidade e vapor, Manufatura de combustíveis sólidos e outras indústrias de energia.
		Indústrias de manufatura e construção	Inclui alimentos, bebidas e tabaco, metais não ferrosos, minerais não metálicos e químicas.
		Transporte	Aviação civil, transporte ferroviário e rodoviário.
		Outros Setores	Agricultura, silvicultura, comercial, institucional e residencial.
		Não especificado	Estacionário, móvel (componentes de aviação, aquaviário) e operações multilaterais.

1.1. SETORES NÃO INCLUÍDOS NO INVENTÁRIO DO DF

O quadro a seguir apresenta os setores não incluídos no inventário de energia do DF com a justificativa para a exclusão.

Quadro 2. Categoria Não Incluídos no Inventário de Energia do DF

SETOR	CATEGORIA	SUBCATEGORIA	ATIVIDADE	JUSTIFICATIVA DE EXCLUSÃO
ENERGIA	Atividades de utilização de combustível	Indústrias de Energia	Refinaria de petróleo	Não há refinarias de petróleo no DF (PETROBRAS, 2014).
	Emissões Fugitivas de combustíveis	Combustíveis sólidos	Combustão espontânea e queima de resíduos de carvão	Não há produção de carvão mineral no DF (BRASIL; MME; EPE, 2014)
			Mineração e manuseio de carvão - Minas subterrâneas	
			Mineração e manuseio de carvão - Minas superfície	
		Óleo e Gás Natural	Gás Natural	
			Óleo	
			Flaring (queima)	
			Venting (descarte atmosférico)	
	Outras emissões da produção de energia			
	Transporte e armazenamento de Gás Carbônico	Injeção e armazenamento	Armazenamento	Não há informação nos inventários nacionais sobre este tipo de atividade no território brasileiro (BRASIL, 2010).
			Injeção	
		Transporte	Navios	
Outros				

Na metodologia usada, para o cálculo de emissões da categoria “Atividades de utilização de combustível” foram utilizados dados de vendas de combustíveis utilizados no DF, fornecidos pela Agência Nacional do Petróleo (ANP, 2019)³ e agregados por setores. Em seguida, foi estabelecida uma correspondência entre os setores definidos pelo IPCC e aqueles adotados pela ANP.

Para cada tipo de combustível vendido, de acordo com as categorias de consumo da ANP, foram estabelecidas correspondências com os subsetores e categorias de emissão do IPCC 2006, de forma que cada dado de venda de combustível fosse correlacionado exclusivamente em uma única categoria de emissão.

Quadro 3. Correspondências setoriais entre IPCC 2006 e ANP

CATEGORIA ANP	COMBUSTÍVEL	CATEGORIA IPCC 2006	SUB-SETOR IPCC 2006
ABASTECIMENTO DE AERONAVES EM TRÂNSITO	Gasolina aviação	1.A.3.ai Aviação Internacional	1.A.3 Transporte
	Querosene de aviação		
AÉREO	Óleo Diesel	1.A.5.bi Móvel (aviação)	1.A.5.Não especificada
	Biodiesel		
AGRICULTURA	GLP	1.A.4.c.i Agricultura, silvicultura e pesca (estacionário)	1.A.4 Outros setores
	Óleo Diesel	1.A.4.c.i Agricultura, Silvicultura, Pesca e Piscicultura (veículos off-road e outro maquinário)	
	Biodiesel		
ALIMENTOS	GLP	1.A.2.e Processamento de alimentos, Bebidas e Tabaco	1.A.2 Indústrias de manufatura e construção
	Óleo Combustível		
	Óleo Diesel		
	Biodiesel		
BEBIDAS	GLP	1.A.2.e Processamento de alimentos, Bebidas e Tabaco	1.A.2 Indústrias de manufatura e construção
	Óleo Combustível		
	Óleo Diesel		
	Biodiesel		
CIMENTO	GLP		

³ Vendas, pelas distribuidoras, dos derivados combustíveis de petróleo por Unidade da Federação e produto (2005-2018).

CATEGORIA ANP	COMBUSTÍVEL	CATEGORIA IPCC 2006	SUB-SETOR IPCC 2006
	Óleo Combustível	1.A.2.f. Minerais não metálicos	
	Óleo Diesel		
	Biodiesel		
COMÉRCIO	GLP	1.A.4.a Comercial e institucional	1.A.4 Outros setores
	Óleo Combustível		
	Óleo Diesel		
	Biodiesel		
DOMÉSTICO	GLP	1.A.4.b. Residencial	
ELETRICIDADE	Óleo Diesel	1.A.1.a i Geração de eletricidade	1.A.1 Indústrias de energia
	Biodiesel		
ENERGÉTICO	Óleo Diesel		
	Biodiesel		
EXTRATIVA	Óleo Diesel	1.A.4.c.i Agricultura, Silvicultura, Pesca e Piscicultura (veículos <i>off-road</i> e outros maquinários)	1.A.4 Outros setores
	Biodiesel		
FERROVIÁRIO	Óleo Diesel	1.A.3.c Transporte ferroviário	1.A.3 Transporte
	Biodiesel		
MERCADO NACIONAL	Gasolina aviação	1.A.3.a.ii Aviação doméstica	
	Querosene de aviação		
METAIS NÃO FERROSOS/OUTROS	GLP	1.A.2.b metais não ferrosos	
OUTRAS INDÚSTRIAS	GLP	1.A.2.m Indústria não especificada	1.A.2 Indústrias de manufatura e construção
	Óleo Combustível		
	Óleo Diesel		
	Biodiesel		
OUTROS CONSUMOS	GLP	1.A.4.a Comercial e institucional	1.A.4 Outros setores
POSTO REVENDEDOR	Etanol hidratado	1.A.3.b Transporte rodoviário	1.A.3 Transporte
	Etanol anidro		
	Gasolina C		
	Óleo Diesel		

CATEGORIA ANP	COMBUSTÍVEL	CATEGORIA IPCC 2006	SUB-SETOR IPCC 2006
	Biodiesel		1.A.3 Transporte
PÚBLICO	GLP	1.A.4.a Comercial e institucional	1.A.4 Outros setores
	Óleo Combustível		
	Óleo Diesel		
	Biodiesel		
QUÍMICA	GLP	1.A.2.c Produtos químicos	1.A.2 Indústrias de manufatura e construção
RODOVIÁRIO	GLP	1.A.4.a Comercial e institucional	1.A.4 Outros setores
	Óleo Combustível		
	Óleo Diesel	1.A.3.b Transporte rodoviário	1.A.3 Transporte
	Biodiesel		
SERVIÇO	GLP	1.A.4.a Comercial e institucional	1.A.4 Outros setores
	Óleo Combustível		
	Óleo Diesel		
	Biodiesel		
TRANSPORTADOR- RETAHISTA-REVENDEDOR (TRR)	Óleo Combustível	1.A.5.a Estacionário	1.A.5 Não especificada
	Óleo Diesel	1.A.3.b Transporte rodoviário	1.A.3 Transporte
	Biodiesel		

O dado disponível da ANP não apresenta as categorias acima abertas por setor de consumo. Os dados da ANP do anuário estatístico de 2019 apresenta apenas a abertura por combustível e Unidade da Federação ou por Revendedor.

O único dado que existe com estrutura similar a apresentada é do Balanço Energético Nacional que, contudo, apresenta o detalhamento por unidade da Federação, apenas para a geração elétrica e produção de álcool. O quadro comparando a metodologia citada no documento do trabalho original e a possível de utilizar para atualização utilizando o Balanço Energético Nacional está apresentada a seguir.

Quadro 4. Comparação da Metodologia

CATEGORIA ANP	COMBUSTÍVEL	CATEGORIA IPCC 2006	SUB-SETOR IPCC 2006	CATEGORIA BEN
ABASTECIMENTO DE AERONAVES EM TRÂNSITO	<i>Gasolina aviação</i>	1.A.3.a. Aviação Internacional	1.A.3 Transporte	BUNKERS (EXPORTAÇÃO)
	<i>Querosene de aviação</i>			
AÉREO	<i>Óleo Diesel</i>	1.A.5.bi Móvel (aviação)	1.A.5.Não especificada	OUTROS
	<i>Biodiesel</i>			
AGRICULTURA	<i>GLP</i>	1.A.4.c.i Agricultura, silvicultura e pesca (estacionário)	1.A.4 Outros setores	AGRICULTURA
	<i>Óleo Diesel</i>	1.A.4.c.i Agricultura, Silvicultura, Pesca e Piscicultura (veículos off-road e outro maquinário)		
	<i>Biodiesel</i>			
ALIMENTOS	<i>GLP</i>	1.A.2.e Processamento de alimentos, Bebidas e Tabaco	1.A.2 Indústrias de manufatura e construção	ALIMENTOS E BEBIDAS
	<i>Óleo Combustível</i>			
	<i>Óleo Diesel</i>			
	<i>Biodiesel</i>			
BEBIDAS	<i>GLP</i>			ALIMENTOS E BEBIDAS
	<i>Óleo Combustível</i>			
	<i>Óleo Diesel</i>			
	<i>Biodiesel</i>			
CIMENTO	<i>GLP</i>	1.A.2.f. Minerais não metálicos		CIMENTO
	<i>Óleo Combustível</i>			
	<i>Óleo Diesel</i>			
	<i>Biodiesel</i>			
COMÉRCIO	<i>GLP</i>	1.A.4.a Comercial e institucional	1.A.4 Outros setores	COMERCIAL
	<i>Óleo Combustível</i>			
	<i>Óleo Diesel</i>			
	<i>Biodiesel</i>			
DOMÉSTICO	<i>GLP</i>	1.A.4.b. Residencial		RESIDENCIAL
ELETRICIDADE	<i>Óleo Diesel</i>	1.A.1.a. Geração de eletricidade	1.A.1 Indústrias de energia	ENERGÉTICO
	<i>Biodiesel</i>			
ENERGÉTICO	<i>Óleo Diesel</i>			
	<i>Biodiesel</i>			

EXTRATIVA	<i>Óleo Diesel</i>	1.A.4.c.i Agricultura, Silvicultura, Pesca e Piscicultura (veículos off-road e outros maquinários)	1.A.4 Outros setores	AGRICULTURA
	<i>Biodiesel</i>			
FERROVIÁRIO	<i>Óleo Diesel</i>	1.A.3.c Transporte ferroviário	1.A.3 Transporte	FERROVIÁRIO
	<i>Biodiesel</i>			
MERCADO NACIONAL	<i>Gasolina aviação</i>	1.A.3.a.ii Aviação doméstica		AEROVIÁRIO
	<i>Querosene de aviação</i>			
METAIS NÃO FERROSOS/OUTROS	<i>GLP</i>	1.A.2.b. Metais não ferrosos	1.A.2 Indústrias de manufatura e construção	METAIS NÃO FERROSOS
OUTRAS INDÚSTRIAS	<i>GLP</i>	1.A.2.m Indústria não especificada		
	<i>Óleo Combustível</i>			
	<i>Óleo Diesel</i>			
	<i>Biodiesel</i>			
OUTROS CONSUMOS	<i>GLP</i>	1.A.4.a Comercial e institucional	1.A.4 Outros setores	COMERCIAL
POSTO REVENDEDOR	<i>Etanol hidratado</i>	1.A.3.b Transporte rodoviário	1.A.3 Transporte	RODOVIÁRIO
	<i>Etanol anidro</i>			
	<i>Gasolina C</i>			
	<i>Óleo Diesel</i>			
	<i>Biodiesel</i>		1.A.3 Transporte	
PÚBLICO	<i>GLP</i>	1.A.4.a Comercial e institucional	1.A.4 Outros setores	PÚBLICO
	<i>Biodiesel</i>			
	<i>Óleo Combustível</i>			
	<i>Óleo Diesel</i>			
QUÍMICA	<i>GLP</i>	1.A.2.c Produtos químicos	1.A.2 Indústrias de manufatura e construção	QUÍMICA
RODOVIÁRIO	<i>GLP</i>	1.A.4.a Comercial e institucional	1.A.4 Outros setores	COMERCIAL
	<i>Óleo Combustível</i>			
	<i>Óleo Diesel</i>	1.A.3.b Transporte rodoviário	1.A.3 Transporte	RODOVIÁRIO
	<i>Biodiesel</i>			
SERVIÇO	<i>GLP</i>	1.A.4.a Comercial e institucional	1.A.4 Outros setores	OUTROS
	<i>Óleo Combustível</i>			
	<i>Óleo Diesel</i>			
	<i>Biodiesel</i>			
TRANSPORTADOR-RETALHISTA-	<i>Óleo Combustível</i>	1.A.5.a Estacionário	1.A.5 Não especificada	RODOVIÁRIO

REVENDEDOR (TRR) ⁴	<i>Óleo Diesel</i>	1.A.3.b Transporte rodoviário	1.A.3 Transporte	
	<i>Biodiesel</i>			

Quadro 5. Equivalência entre combustíveis IPCC 2006 e ANP

IPCC 2006	ANP
Aviation Gasoline	Gasolina de Aviação
Motor Gasoline	(Gasolina A = Gasolina C – Etanol Anidro adicionado)
LPG	GLP
Residual Fuel Oil	Óleo Combustível
Gas/Diesel Oil	(Óleo Diesel – Biodiesel adicionado)
Jet Kerosene	Querosene de aviação
Biogasoline	Etanol Hidratado
	Etanol Anidro
Biodiesel	Biodiesel

O etanol anidro é adicionado à gasolina brasileira (Gasolina C) e precisou ser considerado separadamente. Para isso, subtraiu-se do volume total de Gasolina “C” a quantidade média anual relativa ao etanol adicionado à gasolina naquele ano (MAPA, 2015).

Tabela 1. Percentual da Mistura de Álcool Anidro na Gasolina

⁴ Como as tabelas Excel não foram apresentadas no documento do trabalho original da empresa WayCarbon, é difícil avaliar o que foi feito e parece que tanto posto revendedor e transportador retalhista-revendedor não seriam considerados como setores de consumo em alguma classificação, como não o são no caso no Anuário Estatístico da ANP que informa apenas o ranking dos revendedores ou a venda dos postos de gasolina. Além disso, o Anuário Estatístico da ANP não apresenta o consumo de coque de petróleo o que levou a WayCarbon à omissão dessa fonte. Neste inventário, foram obtidas estimativas do consumo de coque de petróleo e de pneus (estes foram considerados, conservadoramente, como fósseis por falta de dados sobre o processo de fabricação) a partir de informações da indústria de cimento.

ANO	%	VIGÊNCIA	APLICAÇÃO	DISPOSITIVO LEGAL	DATA DA EDIÇÃO
1998	24	15/06/1998		Decreto 2.607	28/05/1998
1999	24				
2000	20	20/08/2000		Decreto Nº 3.552	04/08/2000
2001	22	31/05/2001		Decreto nº 3.824	29/05/2001
2002	24	10/01/2002		Portaria MAPA nº 589	10/12/2001
	25	01/07/2002		Portaria MAPA nº 266	21/06/2002
2003	20	01/02/2003		Portaria MAPA nº 17	22/01/2003
	25	01/06/2003		Portaria MAPA nº 554	27/05/2003
2004	22				
2005	22				
2006	20	01/03/2006		Portaria MAPA Nº 51	22/02/2006
	23	20/11/2006		Portaria MAPA nº 278	10/11/2006
2007	25	01/07/2007		Portaria MAPA nº 143	27/06/2007
2008	25				
2009	25				
2010	20	01/02/2010	fev/mar/abr	Portaria MAPA nº 7	11/01/2010
	25	02/05/2010			
2011	20	01/10/2011		Portaria MAPA Nº 678	31/08/2011
2012	20				
2013	20				
	25	01/05/2013		Portaria MAPA nº 105	28/02/2013
2014	25				
	27,5	25/09/2014		Lei nº 13.033	24/09/2014
2015	27	16/03/2015	Gasolina Comum	Portaria MAPA nº 75	05/03/2015
	25		Gasolina Premium		
2016	27		Gasolina Comum		
	25		Gasolina Premium		
2017	27		Gasolina Comum		
	25		Gasolina Premium		
2018	27		Gasolina Comum		
	25		Gasolina Premium		

Fonte: MAPA 2015

Desde 2005, o diesel vendido no Brasil possui em sua composição uma parcela de Biodiesel, que precisou ser considerada separadamente. Para tal, subtraiu-se do volume total de Óleo Diesel a parcela de Biodiesel referente àquele ano (EPE 2017).

Quadro 6. Percentual da Mistura de Biodiesel no Diesel

ANO	%	VIGÊNCIA	APLICAÇÃO	DISPOSITIVO LEGAL	DATA DA EDIÇÃO
1998					
1999					
2000					
2001					
2002					
2003					
2004					
2005	2			Lei nº11.097	13/01/2005
	2			Decreto 5448	20/05/2005
2006	2				
2007	2				
2008	2				
	3	01/07/2008		CNPE Resolução nº 2	13/03/2008
2009	4	01/07/2009		CNPE Resolução nº 2	27/04/2009
	5	01/01/2010		CNPE Resolução nº 6	16/09/2009
2010	5				
2011	5				
2012	5				
2013	5				
2014	6	01/07/2014		Lei Nº 13.033	24/09/2014
	7	01/11/2014			
2015	7				
2016	7			CNPE Resolução nº 11	14/12/2016
2017	8	01/03/2017		Lei nº 13.263	23/03/2016
2018	9	01/03/2018			
2019	10	01/03/2019			
	11	01/09/2019			
2020	11				

Fonte: EPE 2017 a partir de BRASIL (2005,2014, 2015 e 2016) e CNPE (2008, 2009a e 2009b)

Para o cálculo de emissões: multiplicação dos fatores de emissões pelas quantidades referentes aos combustíveis utilizados (fórmula) - fatores de emissão padrão (*default*) do IPCC 2006, referentes a cada combustível⁵,

⁵ Uma vez que o volume de fatores de emissão do IPCC 2006 é muito grande, em função de uma expressiva quantidade de componentes dos fatores de conversão para cada gás de efeito estufa, a lista de fatores não consta neste relatório. Caso seja de interesse ou necessário realizar consulta aos fatores de emissão padrão do IPCC, todos os fatores de conversão encontram-se no Volume 2 do *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, disponível em:

<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html> e, mais especificamente no capítulo sobre Combustão móvel, disponível em:

http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf.

Veja, ainda, o refinamento das diretrizes de 2006 feita em 2019:

Onde:

$Emissões_{GEE,Combustível}$ = Emissões de GEE por combustível (t GEE)

$Consumo\ de\ Combustível_{Combustível}$ = Quantidade de combustível utilizado (TJ)

$Fator\ de\ emissão_{GEE,Combustível}$ = Fator de emissão default por GEE por tipo de combustível (t GEE/TJ).

1.2. SETOR ENERGIA ELÉTRICA NO DISTRITO FEDERAL

A Companhia Energética de Brasília (CEB) é a responsável pelos serviços de distribuição, geração e comercialização de energia elétrica. É também detentora da concessão para exploração da energia hidráulica das Usinas do Paranoá (PCH) e Termoelétricas de Brasília ⁶. O suprimento de energia elétrica no território deriva principalmente da Hidrelétrica de Furnas, por meio das subestações Brasília Sul, Brasília, Samambaia, Corumbá IV e Corumbá III.

A CEB atende 100% da demanda elétrica do Distrito Federal, sendo a maior parte de consumo elétrico proveniente das categorias residencial e comercial, seguidas pelo setor industrial e o poder público (CODEPLAN 2019, EPE, 2018).

<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol2.html>

⁶ Há 20 Usinas Térmicas em Brasília (Banco de Informação de Geração da Aneel - BIG), sendo as maiores a do Senado Federal, Aeroporto de Brasília (Infraero), as da Claro e do Big Box. Movidas a óleo diesel, também estiveram em operação durante o período de abrangência deste inventário (2005 a 2018). Dados do Banco de Informação de Geração da Aneel (BIG)

(<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/UsinaListaSelecao.asp>).

Essas usinas térmicas conferem capacidade de 16.128KW, com 100% da geração de propriedade da CEB Geração S.A. e destinação da energia para o Serviço Público e Comercial do DF.

Tabela 2. Classe de consumo por subsistema elétrico no Distrito Federal (GWh)

Classe de Consumo	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2006 - 2017
	Consumo (GWh)												Varição
Residencial	1.590	1.705	1.785	1.879	1.967	2.005	2.074	2.191	2.300	2.275	2.252	2.187	38%
Industrial	458	498	550	580	634	675	733	784	805	733	613	527	15%
Comercial	1.228	1.306	1.391	1.538	1.654	1.834	1.925	2.016	2.096	2.093	2.066	1.989	62%
Rural	94	108	110	112	124	131	139	147	148	148	150	144	53%
Poder público	488	525	534	517	548	570	596	639	641	635	630	596	22%
Iluminação pública	213	237	271	301	345	364	385	402	418	431	444	458	115%
Serviço público	235	246	275	313	326	334	325	349	361	329	353	306	30%

Fonte: EPE 2011, 2013 e 2018

Tabela 3. Consumidores por classe de consumo por subsistema elétrico no DF (unidades)

Classe de Consumo	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2006-2017
	Consumidores (unidades)												Variação
Residencial	650.036	673.322	700.809	720.960	740.264	762.414	791.300	824.525	855.945	885.228	908.696	927.342	43%
Industrial	1583	1467	1489	1677	1689	1736	1731	1727	1674	1690	1609	1555	-2%
Comercial	78.699	78.415	81.624	89.911	95.169	100.902	102.508	104.954	106.665	108.651	108.893	110.661	41%
Rural	8956	9021	5991	9240	9497	9561	9793	9974	10098	10223	10434	10556	18%
Poder público	3984	3985	4600	4600	4818	5097	5226	5792	6212	5859	5940	6328	59%
Iluminação pública	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	0%
Serviço público	218	202	233	233	287	288	293	286	315	313	326	337	55%

Fonte: EPE 2011, 2013 e 2018

Os dados da geração elétrica no Distrito Federal são disponíveis no Balanço Energético Nacional de 2011 a 2018 em GWh, desagregados por Estados e por tipo de geração. Para 2016 e 2017 é informada a geração por outras fontes renováveis não especificadas e foi assumido consumo de biodiesel. Como há informação sobre o total de geração térmica os dados de 2016 foram ajustados pelo total de geração térmica.

Tabela 4. Geração Elétrica no DF em GWh

Geração Elétrica no DF em GWh			Outras Renováveis			
Ano	Total	Hidro	Solar	Bagaço de cana	Biodiesel ¹	Diesel
2011	120	119	0	0		
2012	130	128	0	0		
2013	129	126	0	0		
2014	127	124	0	0		
2015	119	102	1	14		
2016	85	81	1	0	1,5	1,5
2017	67	60	4	0	1	2
2018	98	86	10	0	0	2

As emissões de gases de efeito estufa na geração elétrica dependem da produção de autoprodutores e são dependentes da disponibilidade da geração hídrica e, em todo o período, são muito pequenas como pode ser visto na tabela abaixo⁷.

Tabela 5. Emissões de Gases de Efeito Estufa: Geração Elétrica

Ano	Emissões de Gases de Efeito Estufa			Total
	Geração Elétrica		mil ton CO2 Equivalente	
	CO2	CH4	N2O	
2005	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
2006	0,09559	0,00008	0,00024	0,09591
2007	0,35049	0,00030	0,00088	0,35167
2008	0,57353	0,00049	0,00144	0,57546
2009	0,35049	0,00030	0,00088	0,35167
2010	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
2011	0,53857	0,00046	0,00135	0,54038
2012	0,53857	0,00046	0,00135	0,54038
2013	0,80786	0,00069	0,00203	0,81057
2014	0,80786	0,00069	0,00203	0,81057
2015	0,53857	0,00046	0,00135	0,54038
2016	0,53857	0,00046	0,00135	0,54038
2017	0,53857	0,00046	0,00135	0,54038
2018	0,53857	0,00046	0,00135	0,54038

⁷ Em todo este relatório, os Potenciais de Aquecimento Global do Segundo Relatório de Avaliação do IPCC (GWP, SAR IPCC) foram usados para efeito de comparabilidade com o inventário anterior.

Setor de transporte no distrito federal em termos de número de veículos, em 2018 o DF alcançou o patamar de 1.812.473 veículos em circulação, com aumento médio de 6,23% ao ano no período entre 2005 e 2018, o que representa uma variação de 119,35% no número de 2018 em relação a 2005 (tabela 7) (Denatran, 2019).

Tabela 6a. Frota de Veículos no Distrito Federal 2005 – 2011

Número de Veículos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Total	826.302	891.013	973.949	1.057.486	1.149.696	1.245.521	1.331.933

Fonte: DENATRAN, 2019

Tabela 6b. Frota de Veículos no Distrito Federal 2012 – 2018

Número de Veículos	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Total	1.420.971	1.511.110	1.586.169	1.649.562	1.699.682	1.751.704	1.812.473

Fonte: DENATRAN, 2019

As emissões no setor transporte rodoviário são as mais importantes do DF, 60,02% das emissões totais (CO₂, CH₄ e N₂O) do setor de energia em 2005 e decrescendo até 55,22% das emissões totais de energia em 2018. A tabela abaixo apresenta a evolução das emissões de gases de efeito estufa no setor transporte rodoviário.

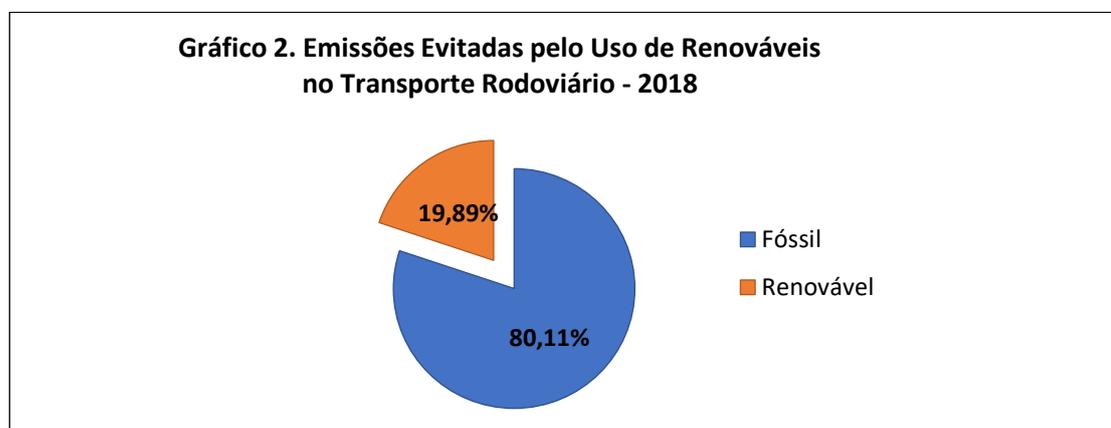
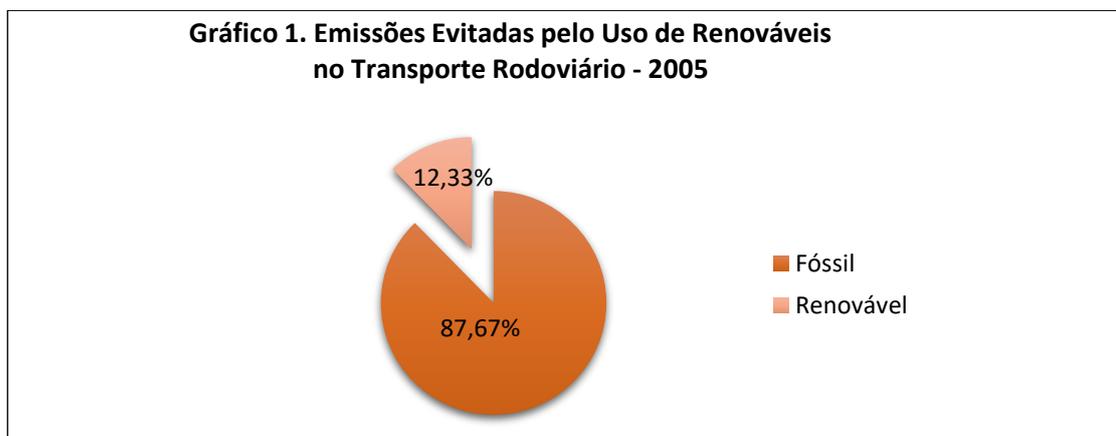
Tabela 7. Emissões de Gases de Efeito Estufa no Setor Transporte Rodoviário

Ano	Emissões de Gases de Efeito Estufa no Setor Transporte Rodoviário mil ton CO ₂ eq						Total
	CO ₂	%	CH ₄	%	N ₂ O	%	
2005	2.119,152	97,30%	13,139	0,60%	45,721	2,10%	2.178,012
2006	2.113,503	97,21%	14,105	0,65%	46,632	2,14%	2.174,240
2007	2.135,092	97,26%	13,627	0,62%	46,467	2,12%	2.195,186
2008	2.175,961	97,24%	14,153	0,63%	47,630	2,13%	2.237,744
2009	1.925,680	97,14%	13,485	0,68%	43,143	2,18%	1.982,307
2010	2.217,855	97,10%	16,088	0,70%	50,264	2,20%	2.284,207
2011	2.416,977	97,07%	17,854	0,72%	55,108	2,21%	2.489,939
2012	2.671,636	97,04%	20,106	0,73%	61,297	2,23%	2.753,040
2013	2.714,615	97,07%	20,109	0,72%	61,953	2,22%	2.796,677
2014	2.753,897	97,07%	20,355	0,72%	62,802	2,21%	2.837,054
2015	2.628,472	97,08%	19,274	0,71%	59,783	2,21%	2.707,529
2016	2.668,392	97,02%	20,357	0,74%	61,507	2,24%	2.750,256
2017	2.737,646	96,99%	21,391	0,76%	63,625	2,25%	2.822,663
2018	2.454,654	97,04%	18,540	0,73%	56,387	2,23%	2.529,581

Pode-se observar que as emissões de CO₂ são predominantes, respondendo por mais de 97% das emissões em todo o período de 2005 a 2018. As emissões CO₂ do setor rodoviário cresceram entre 2005 e 2018 em 15,83%, reiterando que o número de veículos no mesmo período cresceu 119%.

As emissões de CO₂ só não foram maiores pelo uso de biocombustíveis, em especial, pelo uso de etanol nos automóveis e biodiesel em ônibus e caminhões. O uso de biocombustíveis apresentou um crescimento de 101,75% entre 2005 e 2018 e representou 12,33% das emissões evitadas do setor transporte rodoviário em 2005 e 19,89% em 2018. O uso de biocombustíveis atingiu um máximo no período de 21,53% em 2009 e um mínimo de 11,92% em 2012, pelo menor uso de etanol no DF.

O etanol segue sendo o biocombustível mais utilizado no DF, mas o biodiesel tem crescido sua utilização conforme pode ser observado no gráfico de distribuição de biocombustíveis entre etanol e biodiesel abaixo para os anos de 2005, 2012 e 2018 em termos de emissões evitadas de CO₂.



Gráficos 1 e 2: Elaboração própria

Gráfico 3. Emissões Evitadas pelo Uso de Biocombustíveis no Transporte Rodoviário - 2005

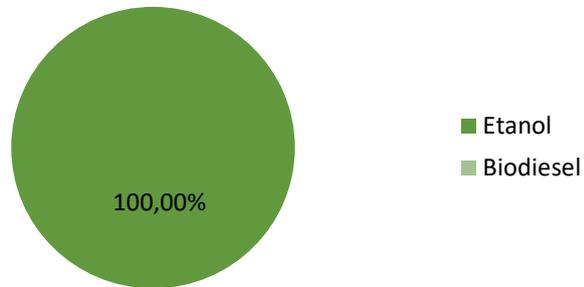


Gráfico 4. Emissões Evitadas pelo Uso de Biocombustíveis no Transporte Rodoviário - 2012

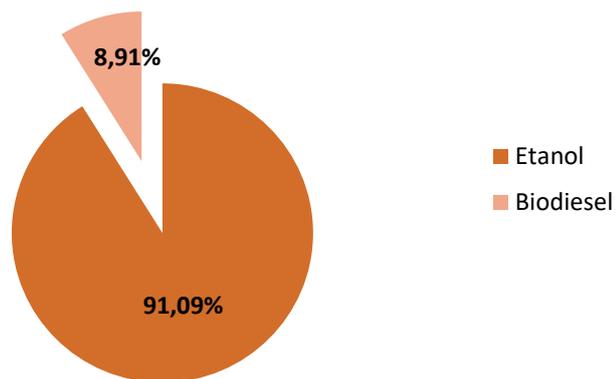
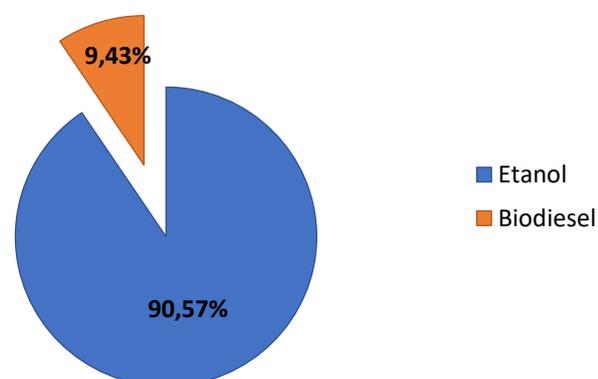


Gráfico 5. Emissões Evitadas pelo Uso de Biocombustíveis no Transporte Rodoviário - 2018



Gráficos 3, 4 e 5: Elaboração própria

O transporte ferroviário conta com 45 km (ANTT 2007) e se restringe ao translocamento de carregamento através de operações da empresa Ferrovia Centro Atlântica, a qual inclui o Distrito Federal em sua rota de movimento de cargas para outras regiões do país (STDF, 2010). As emissões de gases de efeito estufa são pequenas representando 0,44% das emissões do setor energia em 2018⁸.

Figura 1. Mapa Ferroviário



Fonte: Brasil Ferroviário

O Metrô do Distrito Federal é um sistema metropolitano que opera em 6 (seis) regiões administrativas do território do DF. É operado pela Companhia do Metropolitano do Distrito Federal. É composto atualmente por 2 linhas em operação, a Linha Verde e a Linha Laranja, que somam 24 (vinte e quatro) estações e 42,38 km de extensão.

⁸ Os dados da ANP apenas estão disponíveis a partir de 2009 para o diesel.

Figura 2. Sistema metropolitano do DF

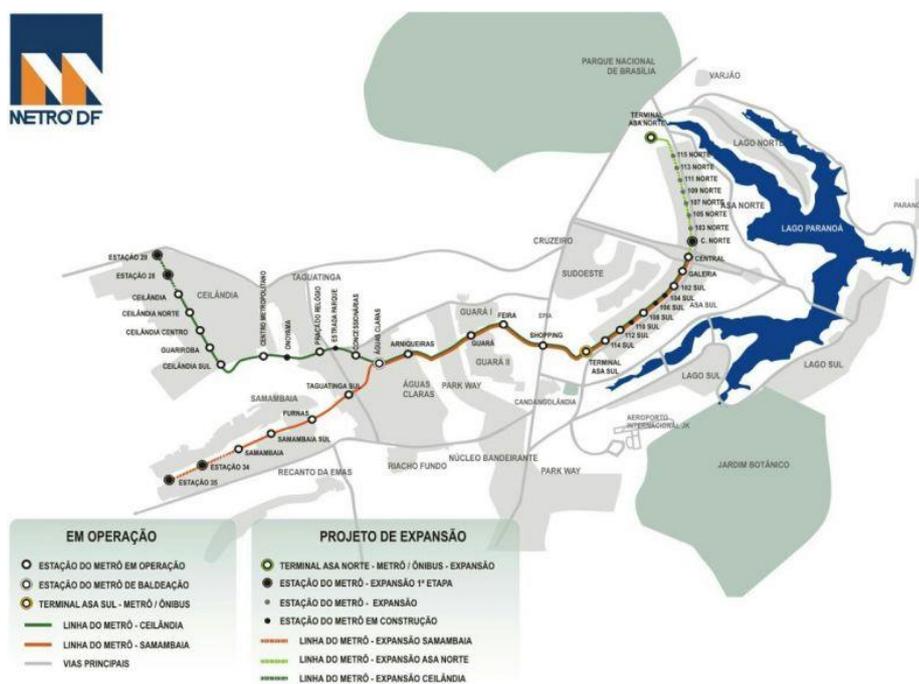


Tabela 8. Emissões de Gases de Efeito Estufa: Transporte Ferroviário

Ano	Emissões de Gases de Efeito Estufa			Total
	Transporte Ferroviário		mil ton CO2 Equivalente	
	CO2	CH4	N2O	
2005	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
2006	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
2007	0,03934	0,00004	0,00064	0,04003
2008	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
2009	21,87040	0,02417	0,35683	22,25141
2010	20,77797	0,02297	0,33901	21,13994
2011	20,53956	0,02270	0,33512	20,89738
2012	20,82210	0,02301	0,33973	21,18485
2013	20,61804	0,02279	0,33640	20,97723
2014	20,47417	0,02263	0,33405	20,83085
2015	20,08720	0,02220	0,32774	20,43714
2016	17,92265	0,01981	0,29242	18,23489
2017	17,91663	0,01980	0,29232	18,22876
2018	19,97665	0,02208	0,32593	20,32466

Fonte: Elaboração Própria

Como na ANP não consta informação sobre o uso de Diesel detalhado para transporte ferroviário, por esse motivo, foram utilizados os dados do BEN para a desagregação de diesel do setor ferroviário para o total do Brasil e utilizado o consumo de Diesel no DF. A série da ANP, contudo, está disponível apenas para o período 2009 a 2018, o que levou a uma descontinuidade com os dados da WayCarbon de 2005 a 2008.

Em relação ao transporte aéreo, o Aeroporto Internacional de Brasília é atualmente o terceiro em movimento de aeronaves e passageiros no país. Em 2018, foram registrados 17.855.163 passageiros (voos domésticos e internacionais) atendidos por este aeroporto, entre embarcados e desembarcados. O Aeroporto de Brasília é um *hub* doméstico do país (AEROPORTO DE BRASÍLIA, 2019).

Como na ANP não consta informação sobre o uso de Querosene e Gasolina de Aviação detalhados para vôos domésticos ou internacionais, por esse motivo, foram utilizados os dados do BEN para o total do Brasil, desagregados em consumo doméstico e exportação (“bunker fuels”). Para fazer uma estimativa da distribuição de uso dos combustíveis de aviação entre doméstico e internacional foi utilizada a proporção de passageiros embarcados e desembarcados como uma proxy. Assim utilizou-se a proporção de passageiros embarcados e desembarcados no Aeroporto Internacional de Brasília em relação ao total de todos os aeroportos comerciais do Brasil para estimar o total de combustível utilizado em vôos domésticos (consumo interno) e em vôos internacionais (exportação - bunker fuels) conforme a tabela abaixo.

Tabela 9. Embarques e Desembarques em Brasília

Ano	Embarques e Desembarques Brasília		% Brasil	
	Voos Domésticos	Voos Internacionais	Voos Domésticos	Voos Internacionais
2005	7.376.201	37.138	9,53%	0,37%
2006	10.489.840	62.849	12,14%	0,60%
2007	9.256.488	128.029	9,77%	1,08%
2008	10.609.419	217.256	10,58%	1,65%
2009	12.108.975	167.577	10,60%	1,34%
2010	14.209.604	229.189	10,13%	1,53%
2011	15.287.789	444.756	9,31%	2,58%
2012	16.239.925	495.940	9,16%	2,70%
2013	16.434.576	545.134	9,11%	2,84%
2014	17.490.033	633.336	9,12%	3,06%
2015	18.621.195	713.105	9,68%	3,41%
2016	16.925.088	611.668	9,54%	3,00%
2017	16.090.073	458.011	8,88%	2,14%
2018	17.046.687	496.196	9,10%	2,11%

Fonte: ANAC

As emissões de CO₂ de querosene de aviação são as principais emissões do setor aéreo, sendo que as emissões totais de gasolina de aviação representaram apenas 0,01% das emissões totais (CO₂, CH₄ e N₂O) do transporte aéreo (voos domésticos) em 2018.

As emissões de N₂O a partir da queima de querosene de aviação são importantes em termos absolutos, mas representam apenas 0,86% das emissões totais da queima do querosene de aviação.

As emissões de querosene de aviação atribuídas aos voos internacionais vêm crescendo passando de 8,51% em 2005 para 15,17% em 2018, devido ao maior número de voos internacionais no Aeroporto Internacional de Brasília.

Tabela 10. Emissões de Gases de Efeito Estufa no Setor Transporte Aéreo Querosene de Aviação

Emissões de Gases de Efeito Estufa no Setor Transporte Aéreo								mil ton CO2 eq			
Querosene de Aviação								Voos			
Ano	CO2	%	CH4	%	N2O	%	Total	Domésticos	%	Internacionais	%
2005	614,937	99,13%	0,090	0,01%	5,332	0,86%	620,360	567,570	91,49%	52,790	8,51%
2006	620,539	99,13%	0,091	0,01%	5,381	0,86%	626,011	573,503	91,61%	52,507	8,39%
2007	744,851	99,13%	0,109	0,01%	6,459	0,86%	751,419	704,477	93,75%	46,941	6,25%
2008	838,235	99,13%	0,123	0,01%	7,269	0,86%	845,627	788,483	93,24%	57,144	6,76%
2009	885,166	99,13%	0,130	0,01%	7,676	0,86%	892,971	830,676	93,02%	62,296	6,98%
2010	977,154	99,13%	0,143	0,01%	8,473	0,86%	985,770	901,430	91,44%	84,341	8,56%
2011	1.053,423	99,13%	0,155	0,01%	9,135	0,86%	1.062,713	909,565	85,59%	153,147	14,41%
2012	1.013,590	99,13%	0,149	0,01%	8,789	0,86%	1.022,528	868,649	84,95%	153,879	15,05%
2013	1.163,286	99,13%	0,171	0,01%	10,087	0,86%	1.173,544	973,386	82,94%	200,158	17,06%
2014	1.334,846	99,13%	0,196	0,01%	11,575	0,86%	1.346,617	1.094,347	81,27%	252,270	18,73%
2015	1.401,972	99,13%	0,206	0,01%	12,157	0,86%	1.414,335	1.142,599	80,79%	271,736	19,21%
2016	1.277,427	99,13%	0,188	0,01%	11,077	0,86%	1.288,692	1.058,743	82,16%	229,949	17,84%
2017	1.125,533	99,13%	0,165	0,01%	9,760	0,86%	1.135,458	975,818	85,94%	159,639	14,06%
2018	1.194,795	99,13%	0,175	0,01%	10,360	0,86%	1.205,331	1.022,445	84,83%	182,886	15,17%

1.3. EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO SETOR DE ENERGIA NO DISTRITO FEDERAL

Para o setor Energia, obteve-se como resultado a emissão dos gases CO₂ (Dióxido de carbono), CH₄ (Metano) e N₂O (Óxido nitroso), sendo as emissões de CO₂ predominantes em todo o período de 2005 a 2018. Para os gases HFCs (Hidrofluorcarbonetos), PFCs (Perfluorocarbonetos) e SF₆ (Hexafluoreto de enxofre), não houve emissões no período analisado.

As emissões do setor de energia do DF cresceram 26,23% no período de 2005 a 2018. As emissões de CO₂ representam cerca de 98% de todos os gases de efeito estufa no setor de energia em todo o período. Os setores principais emissores no DF em energia, devido ao consumo de combustíveis fósseis, em 2018 são o Transporte Rodoviário e o Transporte Aéreo (emissões totais e emissões de CO₂ e N₂O) e o Transporte Rodoviário, a Indústria e o setor Residencial em emissões de CH₄. A tabela a seguir apresenta a evolução das emissões de gases de efeito estufa no setor de energia no período de 2005 a 2018.

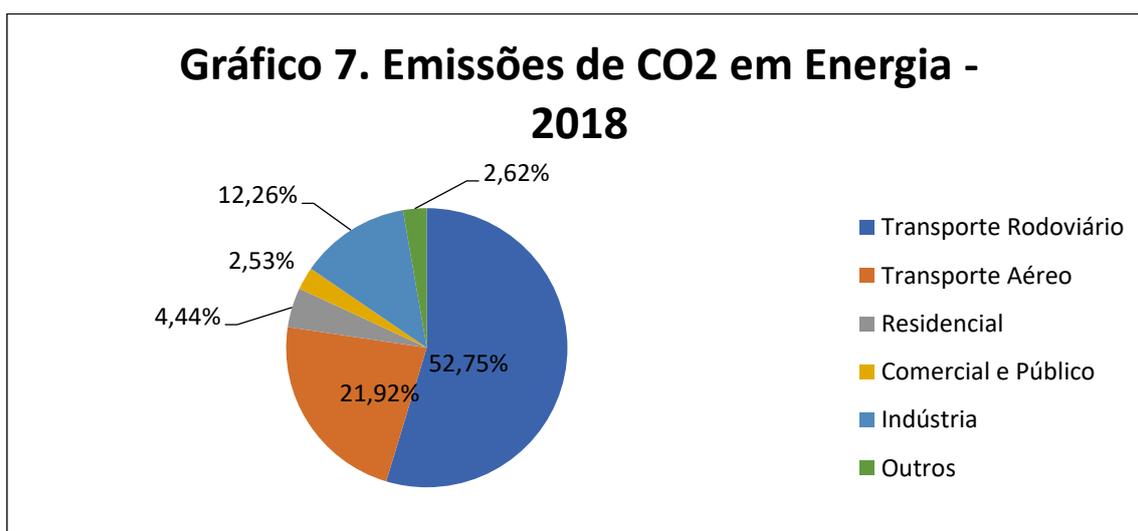
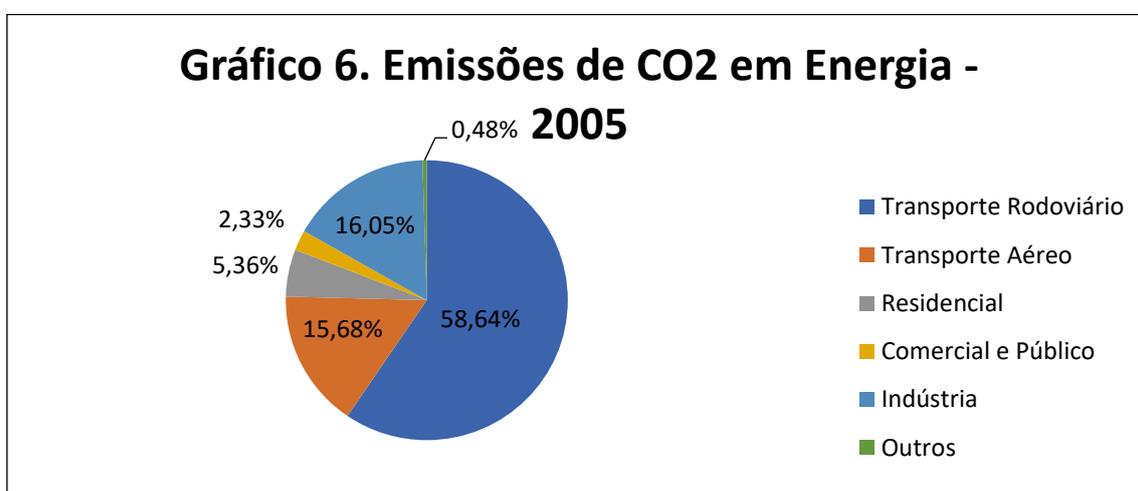
Tabela 11. Emissões de Gases de Efeito Estufa em Energia

Ano	Emissões de Gases de Efeito Estufa em Energia				mil ton CO ₂ eq		
	CO ₂	%	CH ₄	%	N ₂ O	%	Total
2005	3.561,417	98,14%	14,483	0,40%	53,055	1,46%	3.628,955
2006	3.609,989	98,11%	15,479	0,42%	54,022	1,47%	3.679,490
2007	3.839,518	98,19%	15,197	0,39%	55,520	1,42%	3.910,235
2008	3.906,128	98,16%	15,734	0,40%	57,487	1,44%	3.979,349
2009	4.543,409	98,43%	16,321	0,35%	55,987	1,21%	4.615,716
2010	5.163,055	98,42%	19,018	0,36%	63,978	1,22%	5.246,051
2011	4.766,594	98,20%	20,239	0,42%	67,295	1,39%	4.854,127
2012	5.219,771	98,19%	22,629	0,43%	73,483	1,38%	5.315,883
2013	5.305,657	98,19%	22,658	0,42%	75,136	1,39%	5.403,450
2014	5.391,269	98,18%	22,959	0,42%	77,021	1,40%	5.491,249
2015	4.934,597	98,10%	21,700	0,43%	73,815	1,47%	5.030,113
2016	4.939,943	98,07%	22,583	0,45%	74,651	1,48%	5.037,176
2017	4.764,418	97,96%	23,478	0,48%	75,762	1,56%	4.863,659
2018	4.490,838	98,04%	20,701	0,45%	69,229	1,51%	4.580,768

1.4. EMISSÕES POR GÁS DE EFEITO ESTUFA

Os gráficos a seguir apresentam as emissões por gases e distribuição por setores para o período de 2005 a 2018 e ilustram a predominância das emissões dos setores rodoviário, de aviação, residencial e comercial e público.

Segundo as diretrizes da UNFCCC e do IPCC as emissões de combustíveis renováveis, etanol anidro, etanol hidratado e biodiesel, não são contabilizadas no inventário, bem como as emissões de bunker fuels (exportação) relativas aos voos internacionais, de acordo com as diretrizes da Convenção sobre Mudança do Clima das Nações Unidas (UNFCCC).



Gráficos 6 e 7: Elaboração própria

Gráfico 8. Emissões de CH4 em Energia - 2005

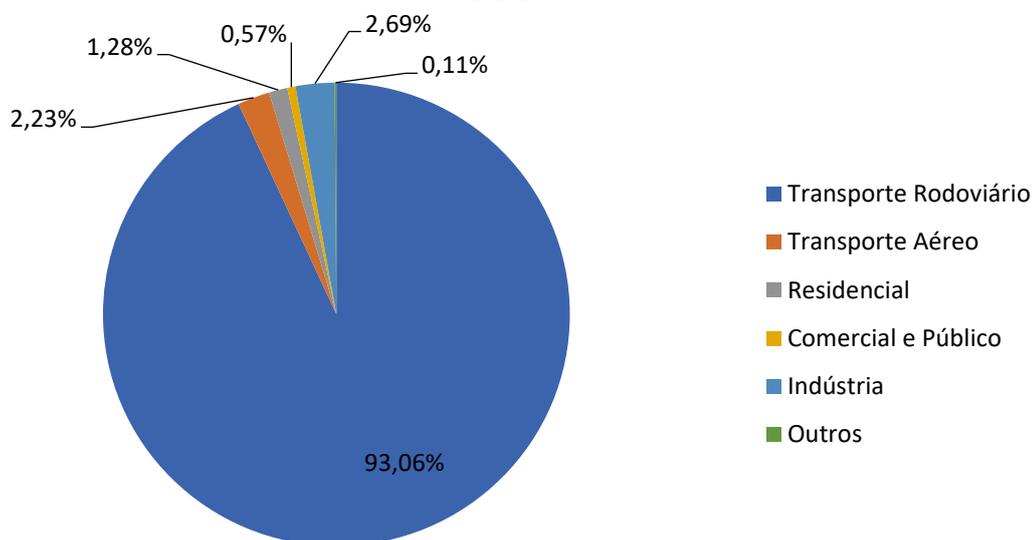
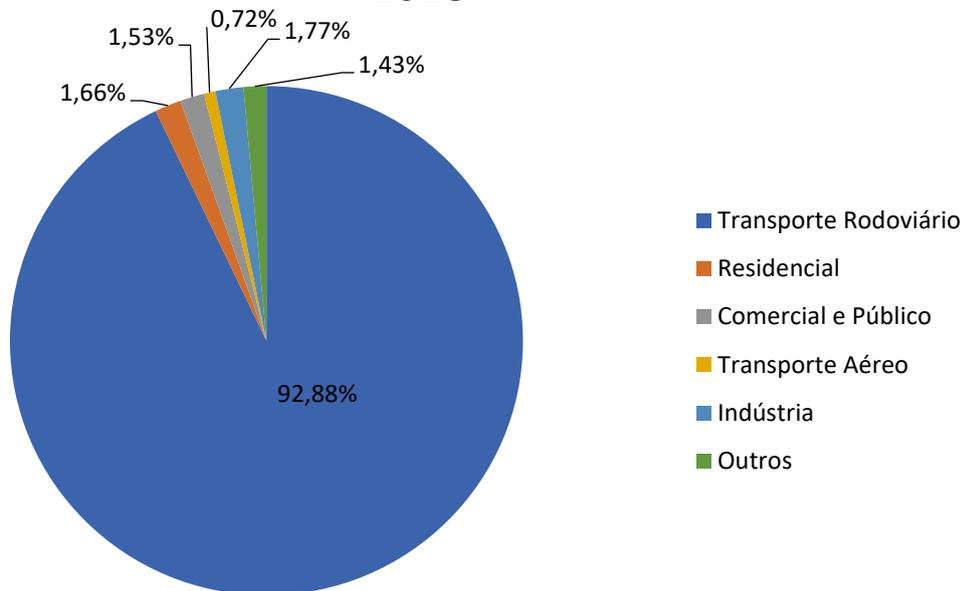


Gráfico 9. Emissões de CH4 em Energia - 2018



Gráficos 8 e 9: Elaboração própria

Gráfico 10. Emissões de N2O em Energia - 2005

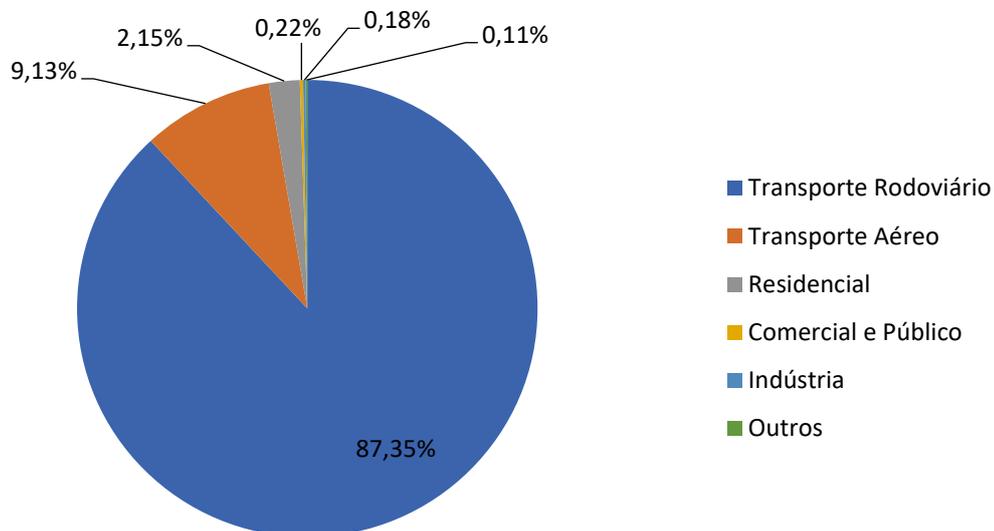
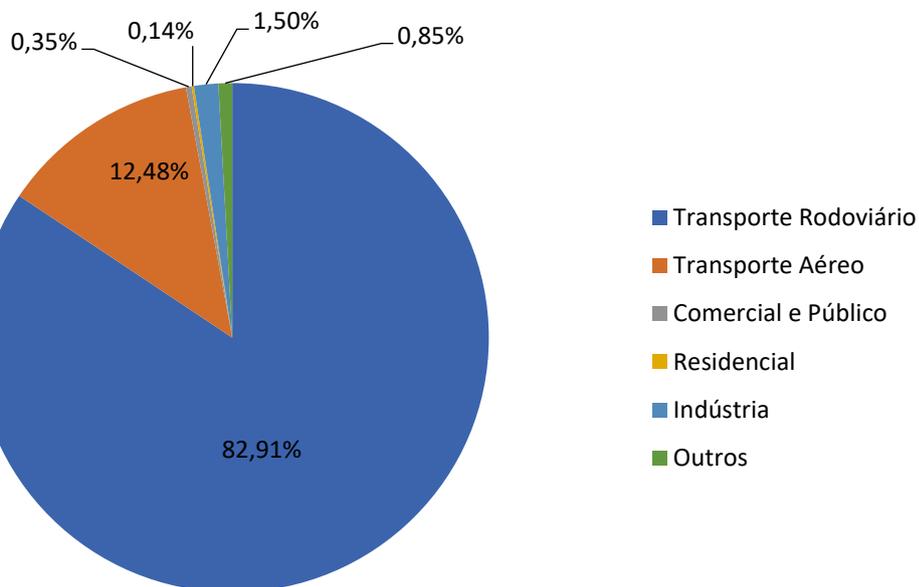


Gráfico 11. Emissões de N2O em Energia - 2018



Gráficos 10 e 11: Elaboração própria

1.5. EMISSÕES POR CATEGORIA

A totalidade das emissões do setor Energia para o Distrito Federal é proveniente da utilização de combustíveis. Os resultados de emissões indicam uma predominância de emissões advindas da categoria Transporte Rodoviário, seguida por Transporte Aéreo e Residencial. Observa-se, ainda, que as emissões do setor Transporte (Rodoviário, Aéreo e Ferroviários) apresentaram aumento em cerca de 800 GgCO_{2e} de 2005 para 2018, com um crescimento no período de 30,10%.

1.6. EMISSÕES DA CATEGORIA TRANSPORTE

Em função de sua predominância, apresentam-se as emissões do Transporte por tipo de combustível consumido em cada uma de suas categorias. Conforme destacado anteriormente, Transporte Rodoviário configurou-se como a principal responsável pelas emissões do setor no DF, advindas principalmente da queima dos combustíveis Gasolina e Óleo Diesel.

As emissões de combustíveis renováveis, etanol anidro, etanol hidratado e biodiesel, não são contabilizadas no inventário, bem como as de bunker fuels, em conformidade com a metodologia do IPCC e da UNFCCC, mas são mostradas como linha adicional apenas para informação.

Gráfico 12. Emissões do Setor de Energia 2005-2018

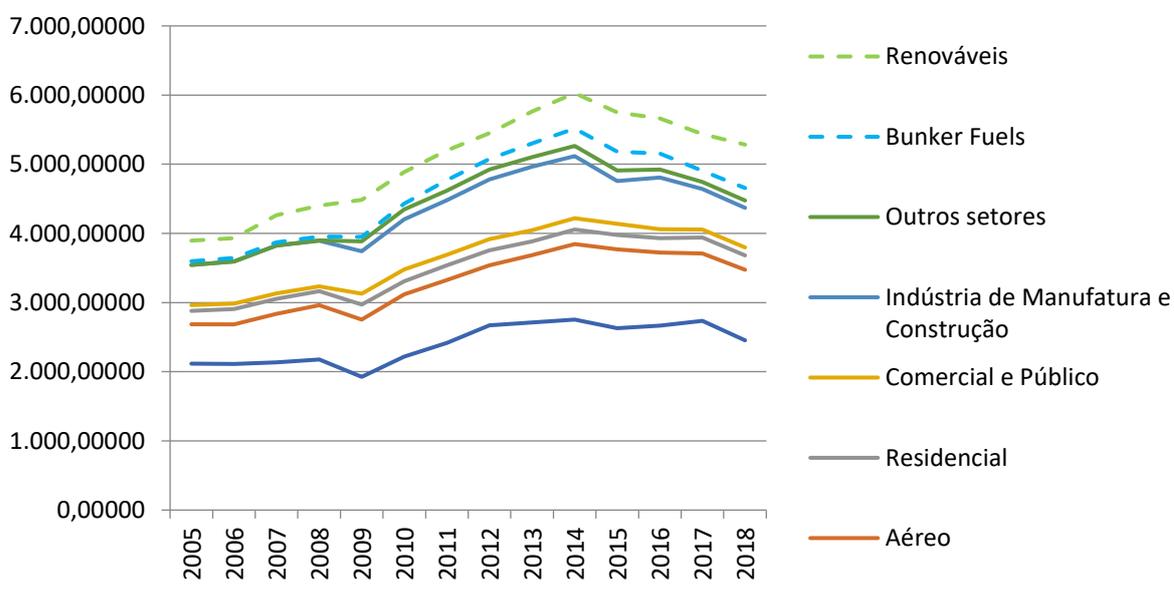


Gráfico: Elaboração própria

Tabela 12. Emissões Renováveis: etanol anidro, etanol hidratado e biodiesel (2005-2011)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Transporte					mil ton CO2 eq		
Fósseis							
Transporte Rodoviário							
Diesel	905,290	790,391	868,369	855,177	648,881	684,691	710,055
Gasolina	1.213,862	1.323,112	1.266,723	1.320,784	1.276,799	1.533,164	1.706,922
Transporte Aéreo							
Gasolina de Aviação	1,039	1,271	1,073	1,181	1,625	1,721	1,743
Querosene de Aviação	565,756	571,671	702,226	785,963	828,021	898,549	906,659
Transporte Ferroviário							
Diesel	0,000	0,000	0,039	0,000	21,870	20,778	20,540
Renováveis							
Transporte Rodoviário							
Etanol Hidratado	141,438	119,207	198,317	229,267	278,804	156,240	97,870
Etanol Anidro	161,927	162,465	189,191	208,224	232,344	260,701	290,247
Biodiesel	0,000	10,138	11,138	13,782	19,393	29,695	30,795
Transporte Ferroviário							
Biodiesel	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,950
Bunker Fuels							
Gasolina de Aviação	0,001	0,000	0,000	0,004	0,021	0,022	0,024
Querosene de Aviação	52,621	52,340	46,791	56,961	62,096	84,071	152,658

Tabela 13. Emissões Renováveis: etanol anidro, etanol hidratado e biodiesel (2012-2018)

Transporte	mil ton CO2 eq						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Fósseis							
Transporte Rodoviário							
Diesel	743,146	791,114	807,682	788,156	711,305	672,919	675,335
Gasolina	1.928,491	1.923,501	1.946,215	1.840,316	1.957,088	2.064,727	1.779,319
Transporte Aéreo							
Gasolina de Aviação	1,546	1,324	1,054	0,813	0,966	0,536	0,579
Querosene de Aviação	865,873	970,276	1.090,850	1.138,948	1.055,360	972,700	1.019,178
Transporte Ferroviário							
Diesel	20,822	20,618	20,474	20,087	17,923	17,917	19,977
Renováveis							
Transporte Rodoviário							
Etanol Hidratado	67,712	90,881	86,093	130,905	50,065	48,096	195,262
Etanol Anidro	263,201	319,590	366,954	363,783	395,168	416,902	359,274
Biodiesel	32,230	36,593	42,640	52,136	47,053	50,263	57,507
Transporte Ferroviário							
Biodiesel	0,963	0,954	3,393	3,641	3,498	3,650	1,701
Bunker Fuels							
Gasolina de Aviação	0,020	0,012	0,008	0,005	0,008	0,003	0,003
Querosene de Aviação	153,387	199,519	251,464	270,868	229,214	159,129	182,302

É importante destacar o rápido crescimento de emissões advindas da gasolina a partir de 2009 até o ano de 2012 no DF. Tal resultado corrobora com os cenários sintetizados pelo Plano Diretor de Transporte Urbano e Mobilidade do Distrito Federal e Entorno (PDTU/DF) (STDF, 2010), que em 2010 já havia sinalizado o elevado crescimento da taxa de motorização por automóveis e coincide com o período de início da vigência da política nacional de redução de impostos (IPI) para a compra de automóveis novos. Deve-se notar também a diminuição de consumo de etanol neste período (possivelmente em função de aumento do preço de etanol e perda de competitividade em relação à gasolina), o que também corrobora para o aumento observado nas emissões por transporte.

A tendência de crescimento da gasolina é revertida em 2018 com a retomada do consumo de álcool hidratado, conforme mostrado no gráfico. As emissões de álcool hidratado e anidro não são contabilizadas no inventário porque não tem efeito líquido sobre o efeito estufa, sendo mostradas apenas para informação. No entanto, o crescimento das emissões provenientes do consumo de gasolina atingiu 39,36% no período de 2009 a 2018.

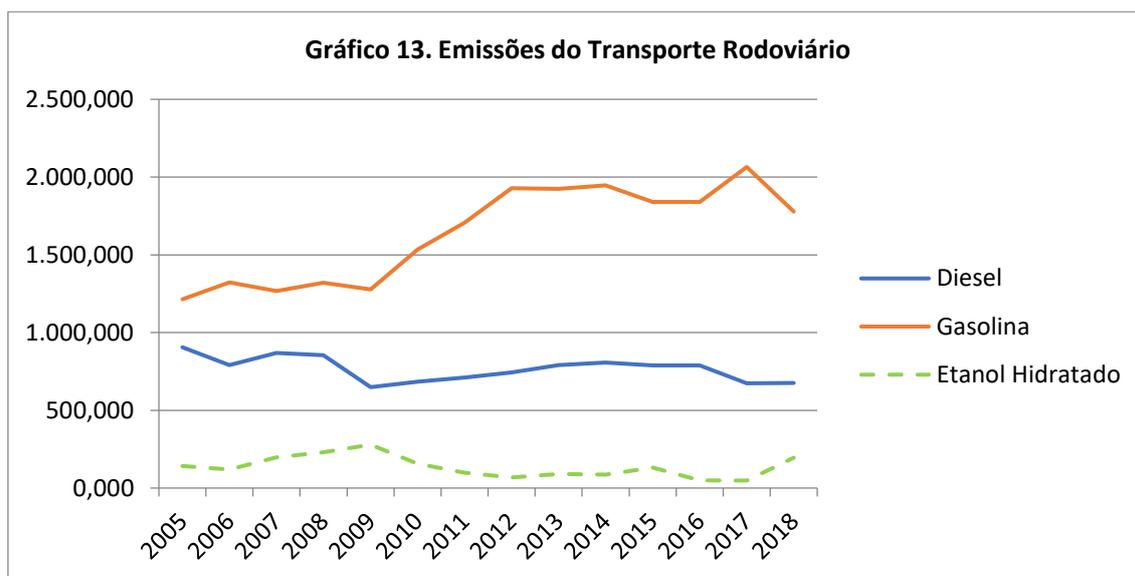


Gráfico: Elaboração própria

Destaca-se também o aumento entre 2006 e 2015 das emissões correspondentes ao querosene de aviação, cujo uso se faz em aeronaves de vôos comerciais domésticos, embora com leve queda em 2012 em relação a 2011 e uma queda mais acentuada em 2016, cresceu entre 2005 e 2018 em 80,14%. Apresenta-se, ainda, o comportamento das emissões de voos internacionais, apesar de serem consideradas “bunker fuels” na metodologia e não serem adicionadas ao inventário, constando apenas para informação, que foi semelhante às emissões dos voos domésticos.

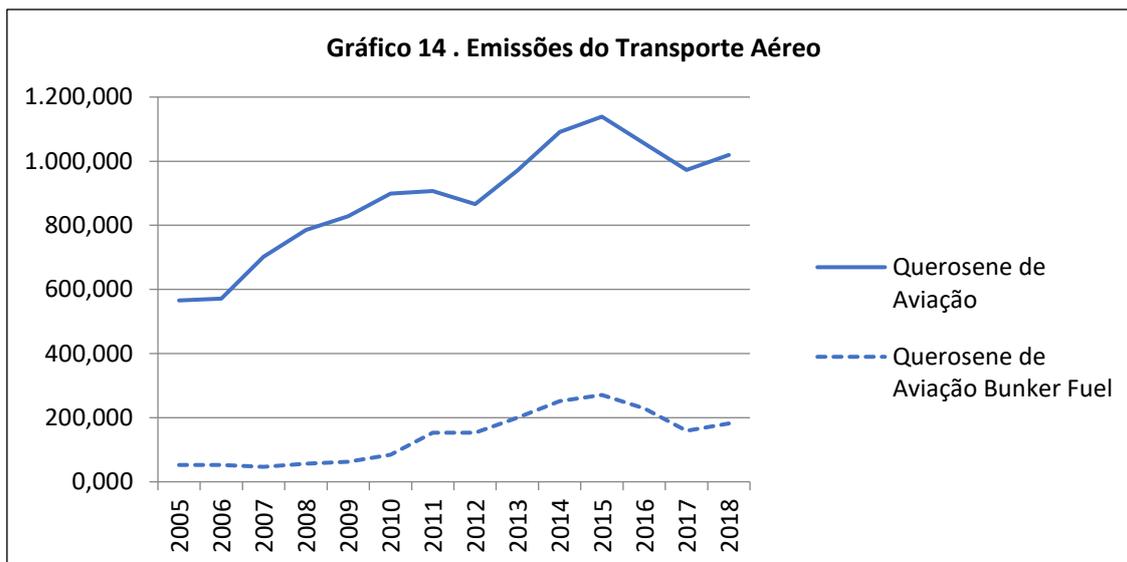


Gráfico: Elaboração própria

No gráfico a seguir, é feita a estimativa das emissões dos ônibus do DF. Os dados disponíveis permitem apenas uma estimativa preliminar, pois o DENATRAN apresenta a frota por tipo de veículos, incluindo ônibus e micro-ônibus, contudo apresenta o total de veículos por combustíveis sem detalhar o tipo de veículo. Foi feita uma correção da frota por tipo de veículos para aqueles veículos típicos de motor diesel (ônibus, caminhões, tratores, etc) e comparado esse total com o total de veículos diesel, resultando um fator da ordem de aproximadamente 0,54 para cada ano. Além disso, estimou-se o consumo anual por tipo de veículo e, multiplicando pela frota corrigida por tipo, obteve-se o consumo estimado da frota corrigida a diesel. Esse valor foi comparado com o consumo rodoviário de diesel estimado a partir dos dados da ANP e do BEN, obtendo-se um segundo fator de ajuste para o consumo. Esse valor ajustado foi aplicado para a frota de ônibus e micro-ônibus corrigida. O resultado apresenta uma relação com o total do transporte rodoviário do DF entre 6 e 7% no período de 2009 a 2018, período este que dispõe de dados da ANP para o consumo de diesel do DF.

O gráfico apresenta o consumo total acumulado de diesel e biodiesel, devendo-se notar que as emissões de biodiesel não são apresentadas no inventário, sendo informadas apenas para conhecimento e avaliação da redução já obtida com o uso de biodiesel. Esta avaliação foi feita para estimar potencial de eventuais opções de mitigação neste setor.

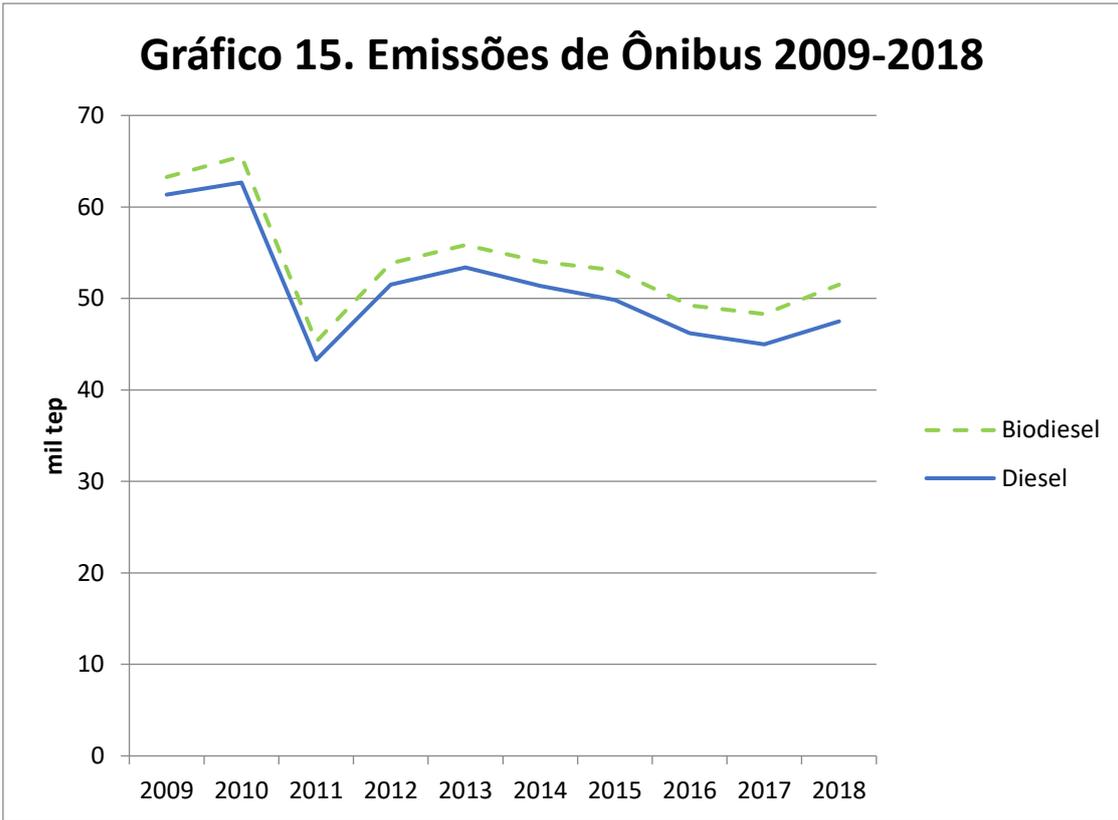


Gráfico: Elaboração própria

2. SETOR DE PROCESSOS INDUSTRIAIS E USOS DE PRODUTOS



O Distrito Federal lidera a lista entre as Unidades da Federação com maior relação per capita de produto interno bruto, chegando a montante superior a USD 22 mil dólares per capita, montante superior a alguns países desenvolvidos (ex. Portugal)⁹. O Quadro a seguir apresenta o ranking das 10 maiores relações de PIB per capita entre os estados brasileiros.

Quadro 7. Produto Interno Bruto per capita - Ranking dos 10 maiores Estados

ESTADO	PIB/Capita (R\$)
Distrito Federal	79.100
São Paulo	45.542
Rio de Janeiro	38.482
Mato Grosso	37.463
Santa Catarina	37.140
Rio Grande do Sul	36.207
Paraná	35.726
Mato Grosso do Sul	34.248
Espírito Santo	27.487
Brasil	30.411

Fonte: Dados do IBGE, 2016¹⁰.

Entretanto, o setor industrial no DF representa menos de 6% do produto interno bruto gerado, e menos de 4% da ocupação da população. As tabelas a seguir apresentam os dados de maneira objetiva da participação do setor industrial do DF em relação a outros setores.

⁹ Os cálculos são com base na disponibilidade de dados de 2016 (dados do IBGE) e foram calculados em dólares com base na taxa de câmbio média de 2016 disponibilizada pelo IPEA disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=31924&module=M&chart=ChartsImage404179023445831>

76

¹⁰ Ano mais recente disponível no IBGE.

Tabela 14a. Participação percentual das atividades econômicas por setor no valor adicionado bruto a preços básicos, Distrito Federal (DF) 2005-2015

Setor	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Agropecuária	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3
Indústria	7,5	6,4	6,5	6,3	6,6	7,6	7,1	7,0	6,4	6,6	5,4
Indústria extrativa	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indústria de transformação	1,7	1,7	1,5	1,9	2	1,6	1,7	1,6	1,3	1,8	1,4
Produção e distribuição de eletricidade, gás, água e esgoto e limpeza urbana	1,3	1,1	1,4	0,8	0,7	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0
Construção civil	4,3	3,5	3,6	3,6	3,9	4,8	4,6	4,5	4,2	3,9	2,9
Serviços	92,3	93,4	93,2	93,3	93	92,2	92,4	92,6	93,2	92,9	94,3
Comércio	5,6	5,5	6,1	6,9	6	7,4	7,3	8,8	7,7	7,5	6,8
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar e serviços relacionados	10,4	10,5	10	9,8	9,3	13,7	13,4	12,9	12,1	13,4	14,3
Administração, saúde e educação públicas e seguridade social	54,3	54,8	53,8	53,6	55,4	44,3	45,2	43,5	44,3	43,1	44,7
Outros serviços	21,9	22,6	23,3	22,9	22,2	26,8	26,5	27,5	29,1	29,0	28,5
Total	100										

Fonte: CODEPLAN, 2018

Tabela 14b. Estimativa de postos de emprego segundo setores de atividades - DF 2017 - 2018

Setores de atividades	2017 (1.000)	%	2018 (1.000)	%
Indústria de transformação	47	3,6%	44	3,3%
Construção	62	4,7%	66	4,9%
Comércio e reparação de veículos	234	17,7%	234	17,4%
Serviços (outros)	772	58,5%	798	59,3%
Serviços (Administração pública, defesa e segurança)	181	13,7%	18	13,6%
Outros	23	1,7%	21	1,6%
Total	1.319	100%	1.346	100%

Fonte: CODEPLAN; SEPLAN, 2019.

O setor industrial é responsável por uma parte das emissões de CO₂, por queima de combustíveis fósseis, por exemplo, no Distrito Federal, na produção de cimento. Entretanto, há outras fontes de emissões de gases de efeito estufa do setor industrial. Os dois quadros abaixo apresentam quais os 3 subsetores relevantes identificados neste inventário, assim como as categorias de fontes do setor IPPU que foram excluídas do inventário do DF e suas respectivas justificativas de exclusão.

Quadro 8. Categorias incluídas no inventário de Gases de Efeito Estufa do DF – Setor IPPU 2005-2018

SETOR	SUBSETOR	CATEGORIA	DESCRIÇÃO
Processos industriais e Uso de produto	Indústria Mineral	Produção de cimento	Produção de cimento.
	Uso de gases fluorados em substituição às SDOs (substâncias de pletores da camada de ozônio)	Outras aplicações	Utilização de aerossóis, gases de refrigeração e ar condicionado.
	Uso e manufatura de outros produtos	SF ₆ e PFCs de Outros Usos de Produto	SF ₆ oriundos de equipamentos elétricos.

Fonte: Elaboração Própria

Quadro 9. Categorias de fontes do setor IPPU excluídas do inventário do DF

CATEGORIA	SUBCATEGORIA	ATIVIDADE	JUSTIFICATIVA DE EXCLUSÃO
Indústria eletrônica	Circuito integrado ou semicondutor	-	Nenhum dos inventários analisados calculou essas emissões (BRASIL, 2010; CETESB, 2011; FEPAM, 2010) e não há produção desses produtos no DF (IBGE, 2013a).
	Fluido de transferência de calor	-	
	Fotovoltaicos	-	
	TFT Flat Panel Display (Monitores tela plana TFT)	-	
Indústria Metalúrgica	Produção de alumínio primário	-	Não há produção de alumínio primário no DF (ABAL, 2014)
	Produção de chumbo	-	Não há produção de chumbo no DF (BRASIL; MDIC, 2014)

	Produção de ferro & aço	Produção de coque metalúrgico	Não há produção siderúrgica ou de coque metalúrgico no DF (ANP, 2014; INSTITUTO AÇO BRASIL, 2014; SINDIFER, 2013)
		Produção de ferro e aço	
	Produção de ferroligas	-	Tipologia industrial não identificada no DF (IBGE, 2013a)
	Produção de magnésio	-	Única produtora de magnésio do hemisfério sul está localizada em MG (RIMA, 2014).
	Produção de zinco	-	Segundo o Sumário Mineral 2013, "a indústria do zinco do país caracteriza-se por ter um elevado nível de concentração empresarial. A Votorantim Metais é a única produtora, com as suas unidades industriais situadas no estado de Minas Gerais, sendo dois empreendimentos mineiros localizados nos municípios de Vazante e Paracatu e duas usinas metalúrgicas, em Três Marias e Juiz de Fora".
Indústria Mineral	Produção de cal	-	Segundo informações da Associação dos Produtores de Derivados de Calcário (APDC), não há produtores associados lotados no DF. Portanto assumiu-se que não há produção de cal no DF.
	Outros usos de carbonatos em processos	Outros: Consumo de calcário e dolomita como fundentes na siderurgia	Não há produção siderúrgica no DF (ANP, 2014; INSTITUTO AÇO BRASIL, 2014; SINDIFER, 2013).
		Produção de cerâmicas	Não foram identificadas empresas produtoras de cerâmica no DF (ANICER, 2014).
		Produção de magnésia não-metalúrgica	Única produtora de magnésio do hemisfério sul está localizada em MG (RIMA, 2014).
	Produção de vidro	-	Não há produção de vidro no DF (ABIVIDRO, 2014).
Indústria Química	Outros produtos químicos: produção de ácido fosfórico	-	Produtos não produzidos no DF (ABIQUIM, 2010; IBGE, 2013a).
	Petroquímicos e negro de fumo	Produção de acrilonitrila	
		Produção de dicloroetano e de monômero de cloreto de vinila (MVC = cloreto de vinila)	
		Produção de etileno (= eteno)	

		Produção de metanol		
		Produção de negro de fumo (= negro de carbono)		
		Produção de óxido de eteno		
	Produção de ácido adípico	-		
	Produção de ácido nítrico	-		
	Produção de amônia	-		
	Produção de caprolactama, glioxal e ácido glioxílico	-		
	Produção de carbonato de sódio	-		
	Produção de carbeto de silício (SiC) e de cálcio (CaC ₂)	-		
	Produção de dióxido de titânio (TiO ₂)	-		
	Produção de fluoroquímicos	Emissão de HFC-23 na produção de HCFC-22		Não há produção de HCFC-22 no Brasil desde 1999 (BRASIL, 2010).
		Produção de outros compostos fluorados		Produção não apontada para o DF (IBGE, 2013a). Emissões não foram estimadas em nenhum dos inventários analisados (BRASIL, 2010; CETESB, 2011; FEPAM, 2010).
Produtos não-energéticos: uso de solventes e combustíveis	Outro: Uso e produção de asfalto	-	Essas atividades emitem NMVOCs (<i>non-methane volatile organic carbon</i> - carbono orgânico volátil não-metano), CO (monóxido de carbono) e SO ₂ (dióxido de enxofre) (IPCC, 2006), gases não cobertos no inventário do DF.	
	Uso de ceras de parafina (inclui vaselina líquida, ceras de parafina e outras ceras, incluindo ozocerita)	-	Nenhum dos inventários analisados calculou essas emissões (BRASIL, 2010; CETESB, 2011; FEPAM, 2010). A ANP (Agência Nacional de Petróleo) não controla a comercialização destes produtos (ANP, 2014).	
	Uso de lubrificantes	-		
	Uso de solventes	-	Essa atividade emite NMVOCs (IPCC, 2006), gases não cobertos no inventário do DF.	

Uso de gases fluorados em substituição às SDOs (substâncias depletoras da camada de ozônio)	Espumas	-	Os dados de produção de espumas não estão consolidados nas bases de dados disponíveis (IBGE, 2013a).
	Solventes	-	O 1º Inventário Nacional afirma que não havia consumo de HFCs e PFCs para esse fim no Brasil no período e o 2º Inventário Nacional não estima emissões por essa categoria (BRASIL, 2010). Essa categoria tampouco foi estimada pelos inventários estaduais avaliados (CETESB, 2011; FEPAM, 2010).
Uso e manufatura de outros produtos	Emissões de N ₂ O por uso de produtos	Aplicações médicas	Nenhum dos inventário analisados calculou as emissões por essas categorias (BRASIL, 2010; CETESB, 2011; FEPAM, 2010).
		Propelentes para pressão e produtos aerossóis	
	SF ₆ e PFCs a partir do uso de outros produtos	Aceleradores de partículas	
		Aplicações militares	

2.1. EMISSÕES DE CO₂ DEVIDO À PRODUÇÃO DE CIMENTO

O cimento é, basicamente, uma mistura de clínquer com gesso. O gesso é obtido da calcificação de calcário (CaCO₃), processo onde ocorrem as emissões de CO₂. Por esse motivo as emissões de CO₂ na indústria de cimento são estimadas a partir da produção de clínquer e não, necessariamente, da produção de cimento. O quadro abaixo apresenta a evolução da produção de cimento do DF de 2005 a 2018.

Tabela 15. Produção total de cimento no Distrito Federal (em 1000 toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Produção de cimento	2.322	2.492	2.824	2.660	2.690	3.159	3.540	3.882	4.122	4.105	2.762	3.402	2.620	2.528

Fonte: Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC, 2019)

Os dados de produção de cimento no Distrito Federal para o período deste inventário foram obtidos no relatório anual do Sindicato Nacional da Indústria do Cimento – SNIC¹¹ e o consumo por região e unidade da federação. Para os anos de 2015 e 2016 a produção para o Distrito Federal não estava disponível, apenas a produção total da Região Centro-Oeste (CO). Utilizou-se como proxy a média da relação da produção de cimento do DF em relação à produção da Região Centro Oeste para os anos de 2014 e 2017. Considerou-se também a fração de clínquer no cimento de 0,68 (t clínquer / t cimento) e o fator de emissão para produção de clínquer (ano-referência 2005) (0,536 tCO₂/t clínquer), ambos obtidos no 2º Inventário Nacional (BRASIL, 2010).

Tabela 16a. Emissões de CO₂ na Produção Cimento no DF

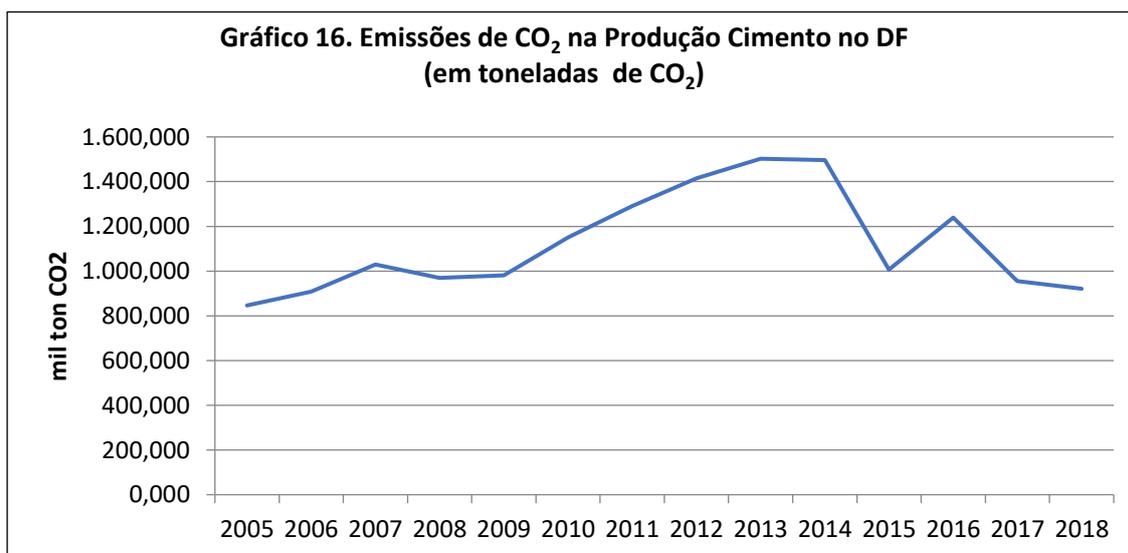
Emissões de CO ₂ na Produção Cimento no DF						Mil ton CO ₂
2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
846,323	908,284	1.029,292	969,517	980,451	1.151,392	1.290,259

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 16b. Emissões de CO₂ na Produção Cimento no DF

Emissões de CO ₂ na Produção Cimento no DF					Mil ton CO ₂	
2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1.414,911	1.502,417	1.496,279	1.006,529	1.239,809	955,034	921,313

Fonte: Elaboração Própria



Fonte: Elaboração Própria

¹¹ SNIC <http://snic.org.br/numeros-industria.php>

2.2. USO DE GASES FLUORADOS EM SUBSTITUIÇÃO ÀS SDOS (SUBSTÂNCIAS DEPLETORAS DA CAMADA DE OZÔNIO)

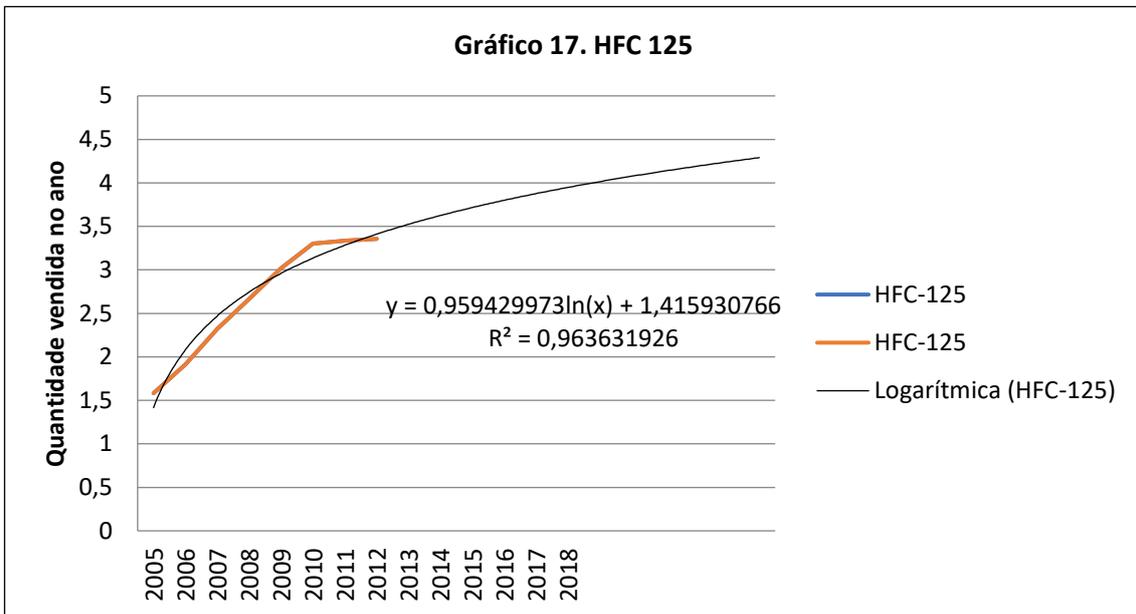
Os dados que possibilitassem o cálculo de emissões de HFCs no DF conforme métodos preconizados pelo IPCC 2006 não puderam ser compilados. Contudo, no presente estudo apresenta-se uma estimativa das emissões desses gases, baseada nas emissões de HFCs calculadas no 2º Inventário Nacional (2005) e na estimativa realizada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia para os anos de 2006 a 2010 (BRASIL/MCTI, 2013). Para o período do inventário inicial do DF de 2005 a 2012 foi assumido que a participação do DF nas emissões nacionais de HFCs são proporcionais à razão entre a população do DF e a do Brasil¹². Assumiu-se, ainda, que as emissões de 2011 e 2012 foram equivalentes àsquelas de 2010. Dados populacionais foram obtidos junto ao IBGE (IBGE, 2013b).¹³

Como não há dados do quarto inventário para assumir a mesma hipótese e como há uma tendência de redução do consumo de HFCs, com o controle internacional passando do Protocolo de Quioto para o Protocolo de Montreal, e como a abordagem pela relação de população do DF em relação à população do Brasil levaria a um consumo crescente de gases fluorados no DF, uma vez que a participação da população do DF vem crescendo em relação à população do Brasil, optou-se por fazer uma regressão com os dados assumidos para o período de 2005 a 2012 com tendência logarítmica para simular o menor crescimento do consumo. As regressões utilizadas foram:

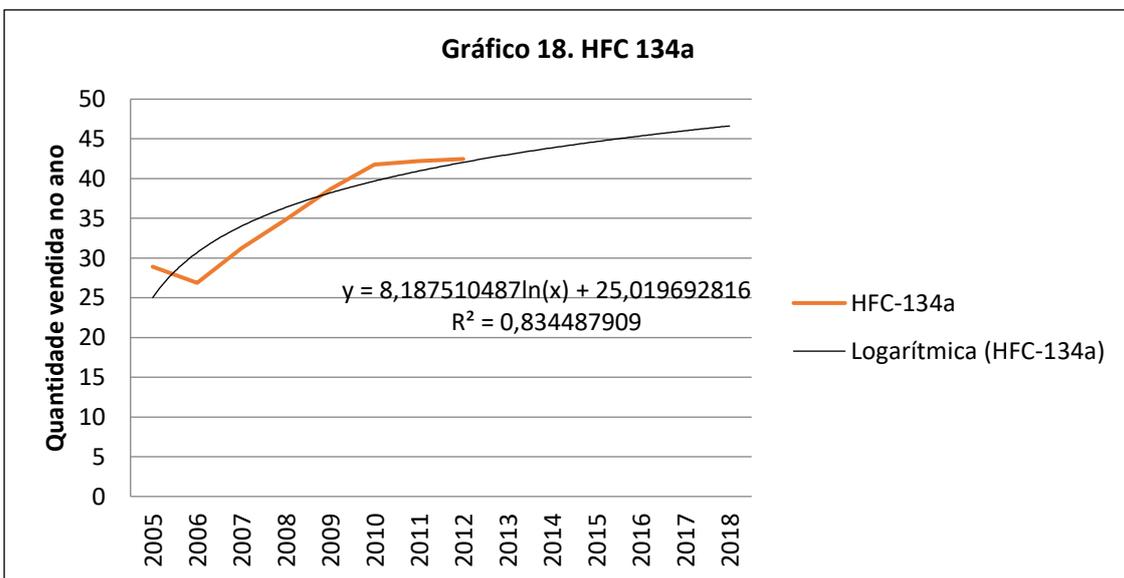
¹² No relatório apresentado pela Waycarbon os valores assumidos para o período de 2005 a 2012 são o dobro do apresentado no software do IPCC utilizado e não há nenhuma explicação para a diferença. Assumiu-se que os valores utilizados nos relatórios foram os resultantes da aplicação da metodologia descrita.

¹³ O 1º Inventário Nacional calcula as emissões associadas ao uso de refrigeradores e ar condicionado por meio do *tier 1* do IPCC. Nesse caso, o *tier 1*, trata de emissões potenciais, e não reais. Essa abordagem não é a recomendada para categorias chave, mas é uma possibilidade para casos em que a obtenção de dados não é simples. O 1º inventário Nacional considera que todos os gases HFCs importados para o Brasil foram usados para refrigeração e ar condicionado. Já o 2º Inventário Nacional utiliza a metodologia *tier 2a*, que calcula emissões reais e se vale de dados de venda anual de gases e de produção anual de equipamentos, assumindo o sucateamento como zero. Por sua vez, o Inventário do estado de São Paulo calcula as emissões pela metodologia *tier 2b*, utilizando dados de quantidade de equipamentos produzidos (montagem), número de equipamentos instalados (operação) e quantidade sucateada (disposição final) no estado. Uma vez que para o DF os dados necessários para essas abordagens de cálculo não existem ou não estavam sistematizados, optou-se por realizar uma estimativa das emissões por esta fonte, conforme descrito. Caso fosse identificado que a categoria *Uso e manufatura de outros produtos* configura-se como uma “categoria-chave” seriam empenhados esforços para obter informações ou métodos de cálculos alternativos para obtenção de cálculos mais precisos. Contudo, destaca-se que, com base nas estimativas ora realizadas, as emissões de HFCs representaram menos de 2,0% das emissões totais do DF durante o período de referência.

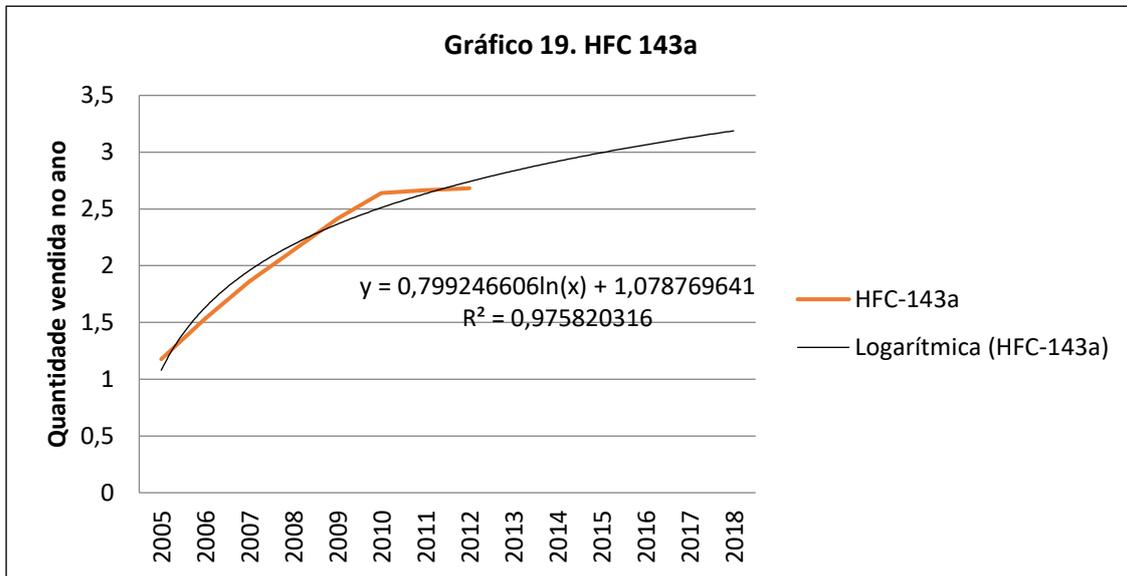
a) $\text{HFC 125} = 0,959429973 \cdot \ln(\text{ano}-2004) + 1,415930766$ $R^2 = 0,963631926$



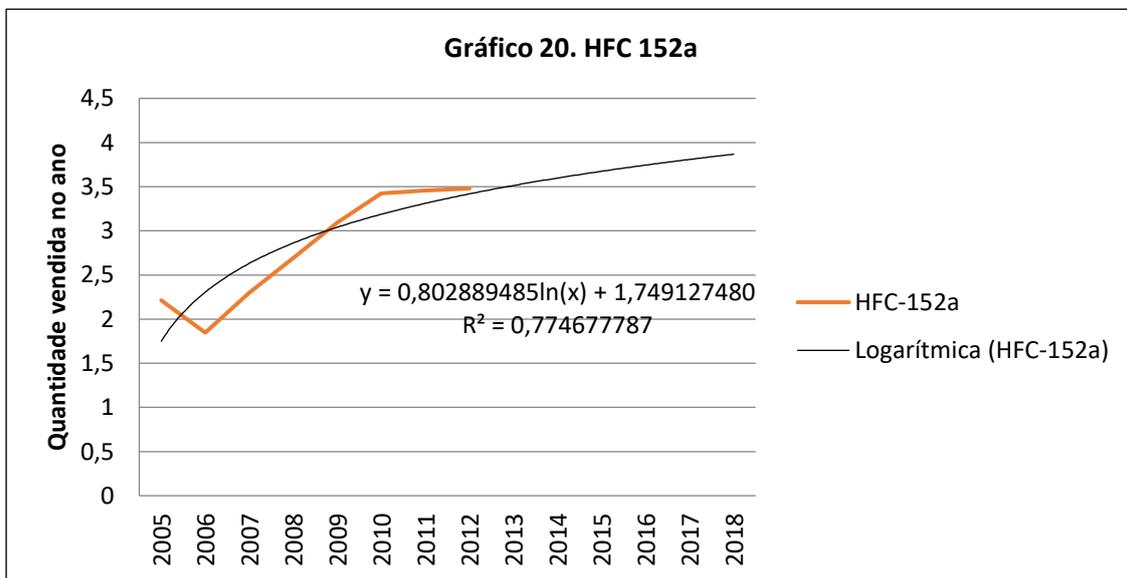
b) $\text{HFC 134a} = 8,187510487 \cdot \ln(\text{ano}-2004) + 25,019692816$ $R^2 = 0,834487909$



$$\text{HFC 143a} = 0,799246606 \cdot \ln(\text{ano}-2004) + 1,078769641 \quad R^2 = 0,975820316$$



$$1. \text{ HFC 152a} = 0,802889485 \cdot \ln(\text{ano}-2004) + 1,749127480 \quad R^2 = 0,774677787$$



Gráficos: Elaboração própria

Devido à baixa representatividade dessa fonte de emissão frente às demais, não foram necessários cálculos por meio de outro método de estimativa, assim como assumido no inventário do DF.

Tabela 17a. Estimativa de emissões de gases fluorados em aplicações diversas no DF de 2005-2018

Emissões de Gases Fluorados em aplicações diversas	mil ton CO ₂ eq						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
HFC-125	1,416	2,081	2,470	2,746	2,960	3,135	3,283
HFC-134 ^a	25,020	30,695	34,015	36,370	38,197	39,690	40,952
HFC-143 ^a	1,079	1,633	1,957	2,187	2,365	2,511	2,634
HFC-152 ^a	1,749	2,306	2,631	2,862	3,041	3,188	3,311

Fonte: Elaboração própria

Tabela 17b. Estimativa de emissões de gases fluorados em aplicações diversas no DF de 2005-2018

Emissões de Gases Fluorados em aplicações diversas	mil ton CO ₂ eq						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
HFC-125	3,411	3,524	3,625	3,717	3,800	3,877	3,948
HFC-134 ^a	42,045	43,009	43,872	44,652	45,365	46,020	46,627
HFC-143 ^a	2,741	2,835	2,919	2,995	3,065	3,129	3,188
HFC-152 ^a	3,419	3,513	3,598	3,674	3,744	3,808	3,868

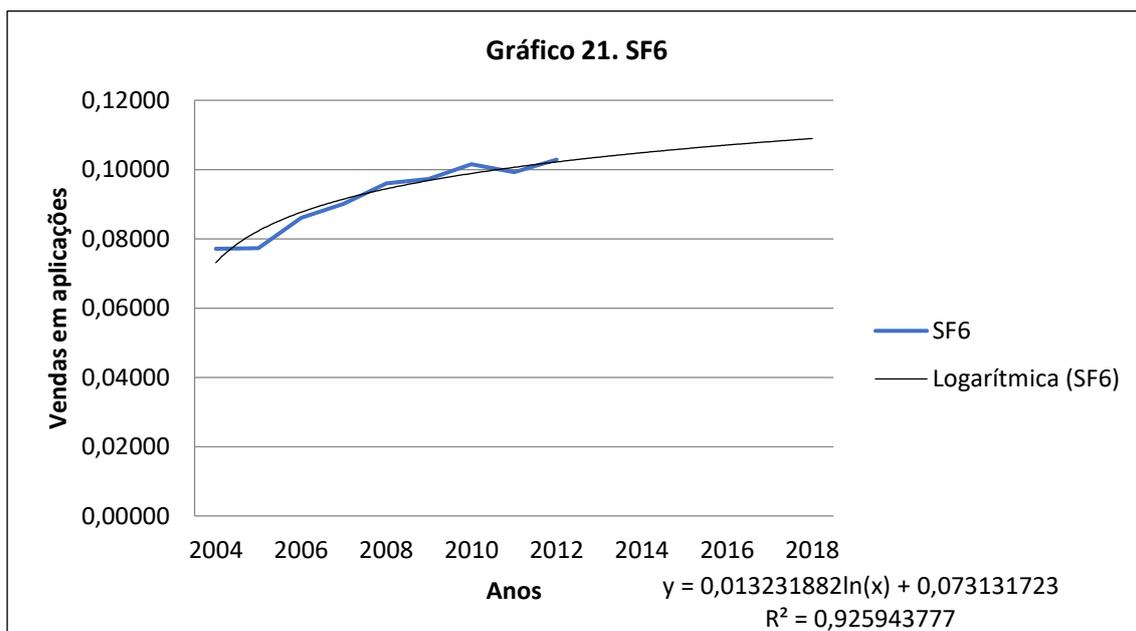
Fonte: Elaboração própria

2.3. USO E MANUFATURA DE OUTROS PRODUTOS – EMISSÕES RELACIONADAS AO CONSUMO DE HEXAFLUORETO DE ENXOFRE (SF₆)

No Brasil não há produção de SF₆. Entretanto, ocorrem emissões devido a vazamentos de gás em subestações blindadas e isoladas com este gás. Emissões de SF₆ não puderam ser calculadas conforme diretrizes do IPCC, mas foram estimadas de maneira análoga àquela empregada para HFCs. Dessa forma, apresenta-se uma estimativa das emissões de SF₆, baseada nas emissões desse gás calculadas no 2º Inventário Nacional (2005) e na estimativa realizada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia para os anos de 2006 a 2010 (BRASIL/MCTI, 2013). Nesse sentido, assumiu-se que a participação do DF nas emissões nacionais de SF₆ são proporcionais à razão entre a população do DF e a do Brasil. Assumiu-se, ainda, que as emissões de 2011 e 2012 foram equivalentes àsquelas de 2010. Dados populacionais foram obtidos junto ao IBGE em seu sistema SIDRA¹⁴.

¹⁴ <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579#/g/2/v/all/p/last%207/l/v,p,t/resultado>

Como não há dados para o período de atualização, pois o quarto inventário nacional não está ainda publicado, utilizou a variação da relação da população do DF e do Brasil como *proxy* para a variação do uso e manufatura de produtos para as emissões relacionadas ao consumo de hexafluoreto de enxofre (SF₆). O gráfico e a tabela a seguir apresentam a os resultados das estimativas das emissões de SF₆ no DF, assim como a regressão utilizada como base para calcular emissões de SF₆.



Fonte: Elaboração própria

Tabela 18a. Estimativa de emissões de SF₆ no DF de 2004 a 2011

Emissões de SF ₆ no DF						mil ton CO ₂ eq	
2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0,073	0,082	0,088	0,091	0,094	0,097	0,099	0,101

Fonte: Elaboração própria

Tabela 18b. Estimativa de emissões de SF₆ no DF de 2012-2018

Emissões de SF ₆ no DF						mil ton CO ₂ eq	
2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
0,102	0,104	0,105	0,106	0,107	0,108	0,109	

Fonte: Elaboração própria

2.4. EMISSÕES POR GÁS DE EFEITO ESTUFA

A tabela a seguir apresenta os resultados de emissão para cada gás de efeito estufa em cada ano de abrangência do inventário, além do valor total das emissões em cada ano. A partir do cálculo das emissões para o setor IPPU, obteve-se como resultado para o setor a emissão dos gases CO₂ (Dióxido de carbono), HFCs (Hidrofluorcarbonetos) e SF₆ (Hexafluoreto de enxofre), sendo que o CO₂ foi o gás predominante nos anos de 2005 a 2018, representando mais de 87% das emissões do setor IPPU em todos os anos. Não houve emissões dos gases CH₄ (Metano), PFCs (Perfluorocarbonetos) e N₂O (Óxido nitroso).

Tabela 19. Emissões de Gases de Efeito Estufa de Processos Industriais e Uso de Produtos, por gases

Emissões de Gases de Efeito Estufa de Processos Industriais e Uso de Produtos							
Ano							mil ton CO ₂ eq
Ano	CO ₂	%	HFCs	%	SF ₆	%	Total
2005	846,323	89,87%	93,578	9,94%	1,845	0,20%	941,745
2006	908,284	90,56%	92,780	9,25%	1,952	0,19%	1.003,017
2007	1.029,292	90,26%	108,970	9,56%	2,106	0,18%	1.140,367
2008	969,517	88,60%	122,552	11,20%	2,224	0,20%	1.094,293
2009	980,451	87,58%	136,706	12,21%	2,310	0,21%	1.119,468
2010	1.151,392	88,44%	148,142	11,38%	2,376	0,18%	1.301,911
2011	1.290,259	89,46%	149,581	10,37%	2,399	0,17%	1.442,240
2012	1.414,911	90,24%	150,563	9,60%	2,415	0,15%	1.567,889
2013	1.502,417	90,76%	150,563	9,09%	2,467	0,15%	1.655,447
2014	1.496,279	90,53%	154,088	9,32%	2,491	0,15%	1.652,858
2015	1.006,529	86,28%	157,561	13,51%	2,520	0,22%	1.166,609
2016	1.239,809	88,36%	160,702	11,45%	2,546	0,18%	1.403,057
2017	955,034	85,18%	163,570	14,59%	2,571	0,23%	1.121,175
2018	921,313	84,52%	166,208	15,25%	2,593	0,24%	1.090,115

Elaboração própria

2.5. EMISSÕES POR CATEGORIA

Os resultados de emissões por categoria do setor IPPU indicam uma predominância de emissões advindas da categoria Produção de cimento (subsetor Indústria Mineral).

As emissões da Produção de cimento representaram em média 89% das emissões anuais do setor. Em seguida, as maiores emissões são da categoria Outras aplicações (subsetor Uso de Produtos como Substitutos a Substâncias Depletoras da Camada de Ozônio), cujas emissões são provenientes da utilização de aerossóis, gases de refrigeração e ar condicionado. Por fim, em menor escala, pode-se citar as emissões provenientes da categoria Outros Usos de Produto de SF₆ com pequenas emissões.

Tabela 20a. Emissões de gases de efeito estufa por categoria; anos 2005-2012 – Setor IPPU

Setor	Emissões de Gases de Efeito Estufa de Processos Industriais e Uso de Produtos							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Produção de Cimento	846,323	908,284	1.029,292	969,517	980,451	1.151,392	1.290,259	1.414,911
Uso de Produtos (HFCs)	93,578	92,780	108,970	122,552	136,706	148,142	149,581	150,563
Uso de Produtos (SF ₆)	1,845	1,952	2,106	2,224	2,310	2,376	2,399	2,415

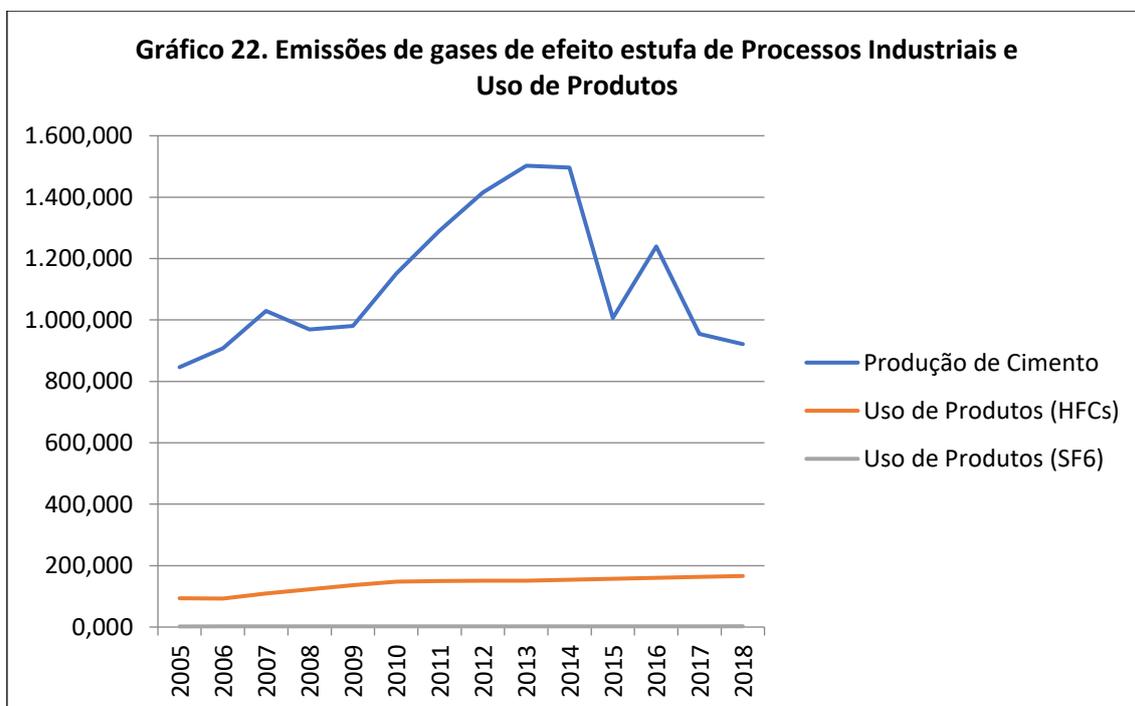
Elaboração própria

Tabela 20b. Emissões de gases de efeito estufa por categoria; anos 2013-2018 – Setor IPPU

Setor	mil ton CO ₂ eq					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Produção de Cimento	1.502,417	1.496,279	1.006,529	1.239,809	955,034	921,313
Uso de Produtos (HFCs)	150,563	154,088	157,561	160,702	163,570	166,208
Uso de Produtos (SF ₆)	2,467	2,491	2,520	2,546	2,571	2,593

Elaboração própria

O gráfico permite visualizar a representatividade de cada categoria analisada, sendo a categoria Produção de cimento (indicada na cor azul) a de maior representatividade em emissões em todo o período de 2005 a 2018, atingindo um máximo em 2013.





Para o Setor de Resíduos e Efluentes, não houve exclusão de categorias de fontes e sumidouros no inventário do setor do DF, tendo sido consideradas todas as categorias preconizadas pelo IPCC 2006.

3.1. CATEGORIAS INCLUÍDAS NO INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Para a categoria Disposição de resíduos sólidos, foi considerada, para o período 2005 a 2016, apenas a subcategoria Disposição de resíduos em sítios não manejados, visto que a disposição de resíduos no DF durante o período de abrangência deste inventário foi realizada no Aterro Controlado do Jóquei desde 2005, que é um lixão. A partir de 2017, a subcategoria Disposição de resíduos em sítios manejados foi também considerada com o início de operação do aterro sanitário de Brasília.

Quadro 10. Categorias incluídas no inventário de gases de efeito estufa do DF

SETOR	SUBSETOR	CATEGORIA	DESCRIÇÃO	
Resíduos e efluentes	Disposição de resíduos sólidos	Disposição de resíduos em sítios não manejados	Lixões	
		Disposição de resíduos em sítios manejados	Aterros sanitários	
	Tratamento biológico de resíduos sólidos	-	Produção de composto orgânico de lixo	
	Incineração e queima aberta de resíduos	Incineração de resíduos	Incineração de resíduos	
	Tratamento e descarte de efluentes	Tratamento e descarte de efluentes domésticos		Tratamento e descarte de efluentes domésticos
		Tratamento e descarte de efluentes industriais		Tratamento e descarte de efluentes industriais

3.2. CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS ACERCA DOS SUBSETORES E CATEGORIAS INCLUÍDOS NESTE INVENTÁRIO

Os cálculos referentes às emissões provenientes da disposição de resíduos sólidos urbanos foram realizados, considerando-se prioritariamente dados regionais específicos para o Distrito Federal. Na ausência de dados regionais, dados nacionais (referentes ao Inventário Nacional) foram utilizados e, em último caso, dados default do IPCC.

Os parâmetros utilizados para o cálculo foram: População urbana, Carbono orgânico degradável, Taxa de geração de resíduos, Fator de oxidação, Recuperação de metano e Dados default do IPCC.

➤ *População urbana*

Dados obtidos - IBGE referentes aos censos dos anos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010. Para os demais anos foi estimada a população do Brasil e do DF de acordo com a metodologia para estimativas do IBGE. Utilizaram-se dados de população urbana do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) para o período entre 2007 e 2018 (SNIS, 2019).

➤ *Carbono orgânico degradável*

O DOC_x foi obtido considerando a metodologia e dados de coeficiente angular e linear para a região centro-oeste, de acordo com o Segundo Inventário Nacional, por meio da equação¹⁵ a seguir:

$$DOC_x = \text{coeficiente angular} * x + \text{coeficiente linear}$$

O mesmo valor obtido de DOC_x referente ao ano 2005 foi considerado para os anos 2006 a 2018.

¹⁵ Onde:

DOC_x = estimativa da variação do DOC no tempo (gC/gMSW)

x = ano de estimativa

coeficiente angular = -0,002526523 [gC/gMSW.ano]

coeficiente linear = 5,203955771 [gC/gMSW]

➤ *Taxa de geração de resíduos*

Dados referentes à taxa de geração de resíduos (taxa MSW) foram estimados a partir de informações do Segundo Inventário Nacional relativas ao ano de 1970. Dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) foram obtidos para os anos de 2005 e o intervalo 2007-2012.

Para estimar a taxa MSW no Distrito Federal no ano de 1970 ($TaxaMSW_{1970}$), utilizou-se a equação¹⁶ a seguir, de acordo metodologia com a utilizada no Segundo Inventário Nacional (CETESB e MCT, 2010).

$$Taxa MSW_{1970} = 3 \times 10^{-7} \times Pop_{urb(1970)} + 0,4$$

As taxas MSW referentes aos anos 2005 e o intervalo 2007-2017 foram obtidas do relatório Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017). A partir de 2016, o relatório da ABRELPE parou de apresentar os dados do DF e apenas apresenta o dado agregado para a região do Centro Oeste e uma regressão em um gráfico com as taxas MSW com pontos por município em um gráfico por nível de população de cada município. Como o DF é o município com maior população o gráfico destaca o ponto de Brasília, apesar de não apresentar o dado. O gráfico também apresenta a regressão feita a partir dos pontos de cada município.

Para o ano de 2016 $y = 0,000200x + 0,790890$ $R^2=0,889$

Para o ano de 2017 $y = 0,000223x + 0,784911$ $R^2=0,907$

Onde y é a taxa MSW em kg/hab/dia e

x é a população do DF em mil habitantes

¹⁶ Onde:

$Taxa MSW_{1970}$ =Taxa de geração de MSW do ano de 1970 [kgMSW/(hab.dia)]

3×10^{-7} = Coeficiente angular [kgMSW/1000hab(hab/dia)]

$Pop_{urb(1970)}$ = População urbana [1.000hab]

0,4= Coeficiente linear [kgMSW/(hab.dia)]

Uma vez que o relatório correspondente ao ano 2006 não se encontra disponível, o valor referente ao ano de 2006 foi estimado a partir da média entre os dados de 2005 e 2007. Como o relatório relativo a 2018 também ainda não foi publicado, foi usada a regressão utilizada para a taxa de MSW de 2017 também para o ano de 2018.

Para estimar a Taxa MSW dos anos 1971 a 2004 foi realizada interpolação linear, conforme equação a seguir:

$$TaxaMSW = TaxaMSW_{1970} + (TaxaMSW_{2005} - TaxaMSW_{1970}) * \frac{(ano - 1970)}{(2005 - 1970)}$$

➤ *Fator de oxidação (OX)*

O OX reflete a quantidade de metano dos aterros que é oxidada no solo ou em outro material utilizado na cobertura do resíduo depositado. Foi adotada a mesma diretriz empregada no Segundo Inventário Nacional de Gases de Efeito Estufa (CETESB e MCT, 2010), que considera o fator de oxidação igual a zero para o sítio de disposição de resíduos que atende ao Distrito Federal.

➤ *Recuperação de metano*

Não há recuperação de metano a ser considerada porque o sítio de disposição de resíduos sólidos do Distrito Federal não possui tecnologia de recuperação implantada.

➤ *Dados default do IPCC*

Alguns dados utilizados foram obtidos a partir do valor default do IPCC (IPCC, 2006), sendo eles:

- Fração de carbono orgânico dissimilado para o gás de aterro (0,5). De acordo com o sítio de disposição de resíduos que atende o Distrito Federal;
- Fração de metano no biogás (0,5). De acordo com o sítio de disposição de resíduos que atende o Distrito Federal;
- Fator de correção de metano – MCF (0,8 para o Aterro Controlado do Jóquei e 1,0 para o Aterro Sanitário de Brasília). De acordo com os sítios de disposição de resíduos que atendem ao Distrito Federal; e
- Constante de decaimento – k (0,17). Referente ao clima tropical úmido e *bulk waste*¹⁷, conforme valor utilizado no Segundo Inventário Nacional (CETESB e MCT, 2010).

➤ *Emissões da Compostagem*

As emissões de gases de efeito estufa pelo tratamento de resíduos por meio de compostagem foram calculadas considerando os dados do Serviço de Limpeza Urbana (SLU) acerca do envio de resíduos para a compostagem, disponíveis no Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) (apenas até o ano de 2010). Para os anos subsequentes, foram obtidas informações da SLU para 2015 (até agosto somente) e 2018. Foi extrapolado o valor de 2015 para o ano inteiro e feita a média de 2015 e 2012 para o ano de 2013 e a média de 2013 e 2015 para 2014. Para os totais emitidos de metano e de óxido nitroso, foram utilizados os fatores de emissão default do IPCC: 4g CH₄/kg de resíduo tratado (base úmida) e 0,3g N₂O/kg de resíduo tratado (base úmida).

¹⁷ Resíduo em grande volume

➤ *Emissões da Incineração de resíduos*

Para o cálculo das emissões pela incineração de resíduos, os dados referentes ao total de resíduos sólidos de saúde, incinerados de 2005 a 2017, foram obtidos junto à Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) e ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Dados referentes ao período de 2018 foram estimados por extrapolação linear da tendência dos anos anteriores. A partir de 2015, com a introdução do Sistema de Autoclave, estimou-se que 70% dos resíduos sólidos de saúde foram incinerados. Para os demais dados, foram considerados os valores default do IPCC, sendo: fração de matéria seca no resíduo (0,83); fração de carbono na matéria seca (0,38); fração de carbono fóssil presente no carbono total (0,09); e fator de oxidação (1).

Tabela 21a. Indicadores em resíduos sólidos por ano de referência 2005-2011

PRODUTO INDUSTRIAL	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
CO111 - Quantidade total de Resíduos Domésticos coletada (ton)	610.363,10	644.129,00	663.345,60	711.298,40	757.360,00	781.345,00	809.568,60
CO050 - População urbana atendida (hab)	2.286.446	2.051.146	2.372.326	2.396.488	2.443.090	2.457.388	2.480.000
IN014 - Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar (%)							
CS026 - Qtd. total recolhida da coleta seletiva (ton)	9.111	9.794	10.222	13.447	15.935	15.515	11.536
IN032 - Massa recuperada per capita de materiais recicláveis em relação à população urbana (kg/hab/ano)	3,74	2,85	4,04	2,94	2,23	2,02	3,27
IN034 - Incidência de papel e papelão (%)	34,22	36,06	29,40	26,75	31,39	34,10	37,11
IN035 - Incidência de plásticos (%)	49,65	47,63	64,14	65,06	56,43	52,80	47,18
IN038 - Incidência de metais (%)	15,21	15,96	6,24	7,11	12,06	12,98	15,62
IN039 - Incidência de vidros (%)	0,92	0,35	0,22	0,17	0,13	0,12	0,08
IN040 - Incidência de outros (%)	0,00	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00	0,00
RS044 - Qtdd total de resíduos sólidos de saúde coletada (ton)					5.992,70	3.363,20	3.062,00
IN036 - Massa de resíduos sólidos de saúde coletada per capita em relação à população urbana (kg/1000hab/dia)		7,36		7,09	6,59	3,71	3,33

Fonte: SNIS, 2005-2011

Tabela 21b. Indicadores em resíduos sólidos por ano de referência 2012-2017

PRODUTO INDUSTRIAL	2012	2013	2014	2015	2016	2017
CO111 - Quantidade total de Resíduos Domésticos coletada (ton)	822.968,00	847.207,40	892.772,00	900.713,00	868.121,90	859.199,00
CO050 - População urbana atendida (hab)	2.557.900	2.694.296	2.754.765	2.815.086	2.875.337	2.935.435
IN014 - Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,76
CS026 - Qtd. total recolhida da coleta seletiva (ton)	0	0	48.586	57.496	49.351	29.970
IN032 - Massa recuperada per capita de materiais recicláveis em relação à população urbana (kg/hab/ano)	3,14	3,78	7,64	7,96	9,56	5,34
IN034 - Incidência de papel e papelão (%)	37,61	38,59	20,74	15,51	20,46	35,30
IN035 - Incidência de plásticos (%)	45,72	46,39	65,94	66,94	63,18	50,03
IN038 - Incidência de metais (%)	16,59	15,02	13,22	15,33	15,32	14,44
IN039 - Incidência de vidros (%)	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IN040 - Incidência de outros (%)	0,00	0,00	0,11	2,21	1,04	0,23
RS044 - Qtd total de resíduos sólidos de saúde coletada (ton)	3.045,30	3.149,70	2.800,10	2.217,00	2.217,00	
IN036 - Massa de resíduos sólidos de saúde coletada per capita em relação à população urbana (kg/1000hab/dia)	3,26	3,20	2,78	2,11	2,11	

Fonte: SNIS, 2012-2017

Quadro 11. Segregação dos grupos populacionais, considerado para o cálculo das emissões

GRUPOS		CÓDIGO	
População Total	População Rural	P_{rur}	
	Pop. Urbana	Sem coleta de esgoto	$P_{n.col}^{urb}$
		Com coleta e sem tratamento de esgoto	$P_{col-n.trat}^{urb}$
		Com coleta e com tratamento de esgoto	P_{trat}^{urb}

Tabela 22. Sistemas de tratamento de efluentes considerados e respectivos fatores de conversão de metano (MCFs)

SISTEMAS DE TRATAMENTO	FATOR DE CONVERSÃO (MCFs)
Fossas sépticas e sumidouros	0,5
Lançamento em cursos d'água com coleta	0,1
Filtro biológico	0
Lodo ativado	0,8
Reator anaeróbio	0,8
Lagoa facultativa	0,2
Lagoa de alta taxa	0,1
Lagoa de maturação	0,2
Tanques de aeração	0
Reator aeróbio	0
Escoamento superficial	0,4

Tabela 23. Sistemas de Tratamento em cada uma das ETEs do DF, respectivas vazões de projeto e MCFs considerados para os cálculos das emissões de CH₄

ETE	VAZÃO DE PROJETO (L/S)	SISTEMA DE TRATAMENTO ¹⁸	MCF MÉDIO
ETE Brasília Sul	1500	Remoção biológica de nutrientes + Polimento Final	0,4
ETE Riacho Fundo	94	Lodo ativado + Remoção biológica de nutrientes por batelada	0,8
ETE Brasília Norte	920	Remoção biológica de nutrientes + Polimento Final	0,4
ETE Paranoá	112	Reator anaeróbio de fluxo ascendente + Lagoa de alta taxa + Escoamento superficial	0,45
ETE Sobradinho	196	Lodo ativado + Tratamento químico	0,8

¹⁸ Nos processos de tratamento de efluentes, a Clarificação em geral consiste em uma etapa de remoção física (adsorção em carbono ativado, por exemplo) de substâncias que conferem cor ao efluente já tratado. Já o Polimento final normalmente diz respeito a uma etapa adicional de tratamento que visa à remoção de uma substância específica que não é suficientemente removida nas etapas anteriores (em geral algum composto com nitrogênio ou fósforo). Sendo assim, considerou-se que os sistemas de Clarificação e de Polimento final não contribuem para a depuração da carga orgânica dos efluentes e por isso tais etapas não foram incluídas no cálculo do MCF médio da ETE.

ETE Planaltina	255	Reator anaeróbico de fluxo ascendente + Lagoa facultativa + Lagoa de maturação	0,4
ETE Vale do Amanhecer	35	Reator anaeróbico de fluxo ascendente + Lagoa aerada facultativa + Lagoa de Maturação	0,4
ETE São Sebastião	226	Reator anaeróbico de fluxo ascendente + Escoamento Superficial + Lagoa de maturação	0,467
ETE Brazlândia	87	Lagoa anaeróbia + Lagoa facultativa	0,5
ETE Samambaia	284	Reator anaeróbico de fluxo ascendente + Lagoa facultativa + Lagoa de alta taxa + Lagoa de polimento + Polimento final	0,367
ETE Melchior	1469	Reator anaeróbico de fluxo ascendente + Reator Aeróbico (UNITANK)	0,4
ETE Gama	328	Reator anaeróbico de fluxo ascendente + filtro biológico + Clarificador	0,4
ETE Santa Maria	154	Reator anaeróbico de fluxo ascendente + Lagoa de alta taxa + Escoamento superficial + Polimento final	0,65
ETE Alagado	154	Reator anaeróbico de fluxo ascendente + Lagoa de alta taxa + Escoamento superficial + Polimento final	0,65
ETE Recanto das Emas	246	Reator anaeróbico de fluxo ascendente + Reator aerado + Lagoa aerada facultativa	0,333

Fonte: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB)

Para prestar serviços de esgotamento sanitário, a CAESB dispõe de 6.973 km de redes coletoras, 595.364 ligações prediais e 15 estações de tratamento de esgotos (CAESB, 2017a).

Tabela 24a. Indicadores em esgotamento sanitário por ano de referência 2005-2011

Indicadores em Esgotamento Sanitário	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ES004-Extensão de Rede de Esgoto (Km)	4.680,50	4.735,60	4.870,50	4.934,94	4.970,50	5.112,66	5.154,85
ES005-Volume de Esgoto Coletado (1000m³/ano)	97.698,00	108.438,50	105.783,00	110.096,41	114.350,23	110.876,00	115.258,68
ES006-Volume de Esgoto Tratado (1000m³/ano)	85.991,50	108.438,50	105.783,00	110.096,41	114.350,23	110.876,00	115.258,68
ES26-População urbana atendida com Esgotamento Sanitário	2.162.557	2.209.768	2.296.270	2.347.080	2.442.912	2.408.497	2.445.829
INO16-Índice de Tratamento de Esgoto (%)	88,02	100	100	100	100	100	100

Fonte: SNIS, 2005-2011

Tabela 24b. Indicadores em esgotamento sanitário por ano de referência 2012-2017

Indicadores em Esgotamento Sanitário	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ES004-Extensão de Rede de Esgoto (Km)	5.176,21	5.531,00	6.148,67	6.112,83	6.377,11	6.972,69
ES005-Volume de Esgoto Coletado (1000m³/ano)	118.808,52	122.309,00	128.352,00	130.577,00	135.296,00	121.354,00
ES006-Volume de Esgoto Tratado (1000m³/ano)	118.808,52	122.309,00	128.352,00	130.577,00	135.296,00	121.354,00
ES26-População urbana atendida com Esgotamento Sanitário	2.096.711	2.228.991	2.261.938	2.379.029	2.450.649	2.586.567
INO16-Índice de Tratamento de Esgoto (%)	100	100	100	100	100	100

Fonte: SNIS, 2012 - 2017

Tabela 25a. Indicadores em esgotamento industrial por ano de referência 2005 - 2011

Produto Industrial	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Bovino e Bubalino (cabeças)	103.274	99.640	102.368	80.724	102.700	101.116	98.530
Suíno (cabeças)	112.719	136.690	145.114	119.000	151.170	156.700	207.873
Galináceos (cabeças)	15.435.023	11.107.215	12.497.679	11.921.334	7.779.920	7.083.479	8.438.607
Algodão herbáceo (em caroço) (ton)	16.553	9.792	4.195	-	-	-	1.763
Leite (mil litros)	34.842	34.122	35.636	29.000	36.000	36.256	30.000

Fonte: SIDRA 2019

Tabela 25b. Indicadores em esgotamento industrial por ano de referência 2012 - 2018

Produto Industrial	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Bovino e Bubalino (cabeças)	100.809	102.202	100.811	97.362	97.160	94.073	91.050
Suíno (cabeças)	94.180	100.915	163.985	155.966	168.394	172.619	151.827
Galináceos (cabeças)	8.800.000	10.299.860	10.759.869	11.094.976	15.667.123	10.521.893	8.388.258
Algodão herbáceo (em caroço) (ton)	385	-	-	-	-	113	-
Leite (mil litros)	24.610	34.448	34.767	29.890	29.972	29.000	30.894

Fonte: SIDRA 2019

3.3. RESULTADOS DO INVENTÁRIO DE EMISSÃO POR FONTES E REMOÇÃO POR SUMIDOUROS DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO DISTRITO FEDERAL PARA O SETOR DE RESÍDUOS E EFLUENTES.

Todas as emissões são reportadas em GgCO₂e.

➤ *Emissões por Gás de efeito estufa*

O valor total das emissões do setor Resíduos e Efluentes para cada ano do inventário é apresentado na Tabela 26. De acordo com os resultados obtidos, as emissões totais do setor Resíduos e Efluentes apresentaram tendência de aumento em todos os anos do período analisado (de 2005 a 2018).

A partir do cálculo das emissões para o setor Resíduos e Efluentes, obteve-se como resultado para o setor a emissão dos gases CO₂ (Dióxido de carbono), CH₄ (Metano) e N₂O (Óxido nitroso), sendo que o CH₄ foi o gás predominante nos anos de 2005 a 2018, representando mais de 95% das emissões do setor Resíduos e Efluentes em todos os anos

(Tabela 26). As emissões de CO₂ neste setor foram insignificantes e não houve emissões dos gases HFCs (Hidrofluorcarbonetos), PFCs (Perfluorocarbonetos) e SF₆ (Hexafluoreto de enxofre) no período analisado.

Tabela 26. Emissões por Tratamento de Resíduos

Ano	Emissões por Tratamento de Resíduos				mil ton CO2 eq		Total
	CO ₂	%	CH ₄	%	N ₂ O	%	
2005	0,653	0,06%	1.057,467	95,87%	44,928	4,07%	1.103,049
2006	0,659	0,06%	1.081,553	95,95%	44,935	3,99%	1.127,148
2007	0,654	0,06%	1.094,780	95,80%	47,289	4,14%	1.142,723
2008	0,659	0,06%	1.097,723	95,97%	45,394	3,97%	1.143,776
2009	0,624	0,05%	1.106,951	95,96%	45,961	3,98%	1.153,536
2010	0,584	0,05%	1.110,889	96,11%	44,331	3,84%	1.155,804
2011	0,557	0,05%	1.123,921	96,01%	46,199	3,95%	1.170,677
2012	0,531	0,04%	1.137,802	95,91%	47,938	4,04%	1.186,271
2013	0,502	0,04%	1.171,342	95,80%	50,795	4,15%	1.222,639
2014	0,478	0,04%	1.196,406	95,85%	51,315	4,11%	1.248,200
2015	0,454	0,04%	1.220,136	95,89%	51,832	4,07%	1.272,423
2016	0,431	0,03%	1.257,278	95,79%	54,849	4,18%	1.312,557
2017	0,407	0,03%	1.289,249	95,75%	56,883	4,22%	1.346,539
2018	0,383	0,03%	1.262,572	95,67%	56,757	4,30%	1.319,712

Gráfico 23. Emissão de Tratamento de Resíduos e Efluentes por Gás de Efeito Estufa - 2005

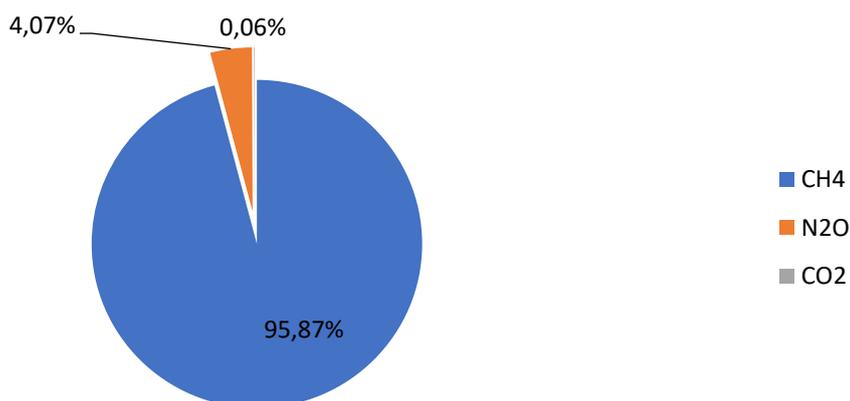


Gráfico: Elaboração própria

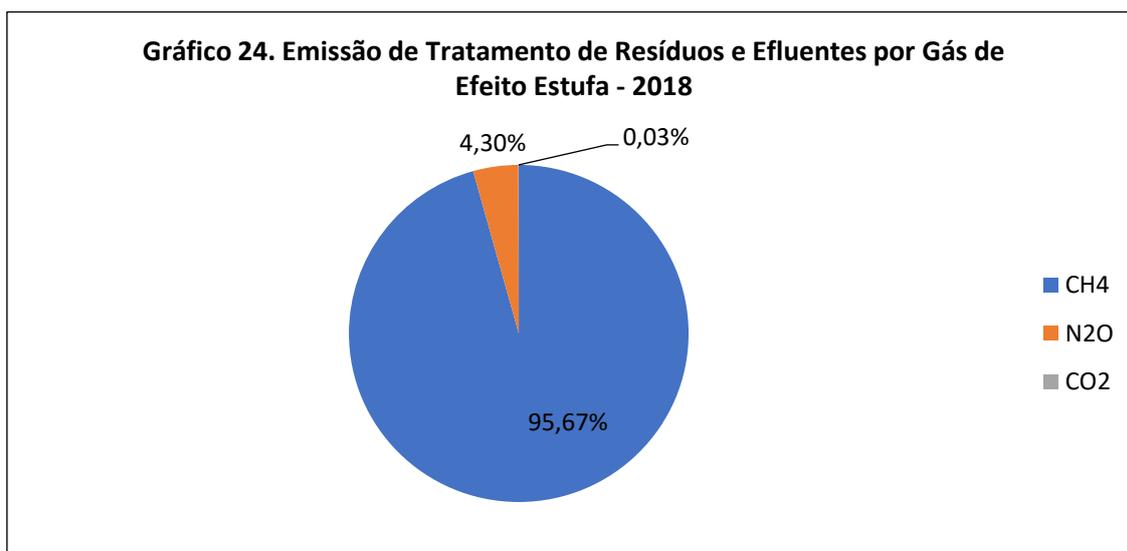


Gráfico: Elaboração própria

3.4. EMISSÕES POR CATEGORIA

Os resultados de emissões por categoria do setor Resíduos e Efluentes indicam uma predominância de emissões advindas da categoria Disposição de resíduos sólidos em sítios não gerenciados.

As emissões da Disposição de resíduos sólidos em sítios não gerenciados representaram mais de 72% das emissões anuais do setor. Observou-se uma tendência de aumento contínuo das emissões da categoria durante o período analisado de 2005 a 2017. A redução das emissões nesta categoria ocorreu com a entrada em operação do Aterro Sanitário de Brasília em 2017, pois cerca de 30% do resíduo sólido do DF foi deslocado do Aterro Controlado do Jóquei para o Aterro Sanitário de Brasília em 2017. Como não há dados disponíveis no SNIS para 2018, assumiu-se o mesmo percentual de 30% para o Aterro Sanitário de Brasília e 70% para o Aterro Controlado do Jóquei.

O setor de efluentes domésticos contribuiu com emissões anuais superiores a 23% das emissões do setor Resíduos e Efluentes, sendo a segunda emissão mais importante do setor. As demais emissões de efluentes industriais, Tratamento biológico de resíduos sólidos e Incineração de resíduos apresentaram emissões pouco representativas (menos de 2,50% das emissões em todos os anos de abrangência do inventário).

Tabela 27a. Emissões de gases de efeito estufa (Gg CO₂e) no período de 2005 a 2011

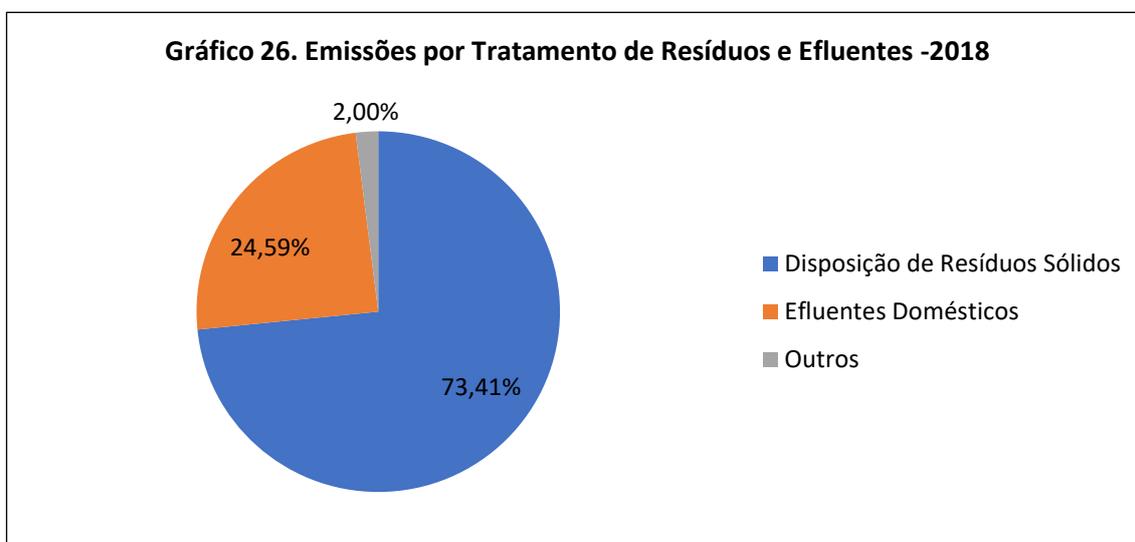
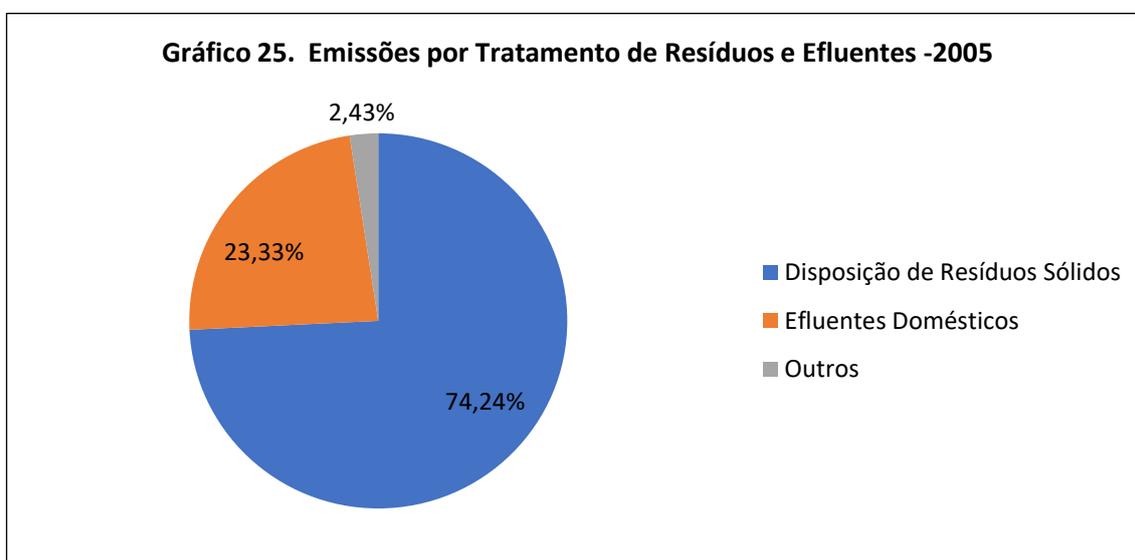
Categoria	Emissões por Tratamento de Resíduos						mil ton CO ₂ eq
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Disposição de Resíduos Sólidos	818,936	840,343	848,280	844,187	847,228	853,637	860,570
Sítios Não Manejados	818,936	840,343	848,280	844,187	847,228	853,637	860,570
Sítios Manejados	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Efluentes Domésticos	257,328	263,686	270,044	281,178	286,645	285,411	289,835
Efluentes Industriais	13,162	11,269	9,865	10,615	12,359	12,243	13,474
Tratamento Biológico de Resíduos Sólidos	12,845	11,065	13,756	7,012	6,562	3,819	6,136
Incineração de Resíduos	0,777	0,784	0,778	0,784	0,742	0,694	0,663
Total de Tratamento de Resíduos	1.103,049	1.127,148	1.142,723	1.143,776	1.153,536	1.155,804	1.170,6777

Tabela 27b. Emissões de gases de efeito estufa (Gg CO₂e) no período de 2012 a 2018

Categoria	Emissões por Tratamento de Resíduos						mil ton CO ₂ eq
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Disposição de Resíduos Sólidos	869,655	879,197	895,922	914,398	939,226	968,526	1.021,063
Sítios Não Manejados	869,655	879,197	895,922	914,398	939,226	968,526	949,917
Sítios Manejados	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	71,146
Efluentes Domésticos	294,114	320,774	327,973	335,154	342,328	349,483	342,039
Efluentes Industriais	13,623	15,887	18,583	18,209	22,643	18,334	15,725
Tratamento Biológico de Resíduos Sólidos	8,248	6,184	5,153	4,121	7,848	9,712	11,576
Incineração de Resíduos	0,631	0,597	0,569	0,541	0,512	0,484	0,455
Total de Tratamento de Resíduos	1.186,2719	1.222,639	1.248,200	1.272,423	1.312,557	1.346,53 9	1.390,8588

Fonte: Elaboração própria

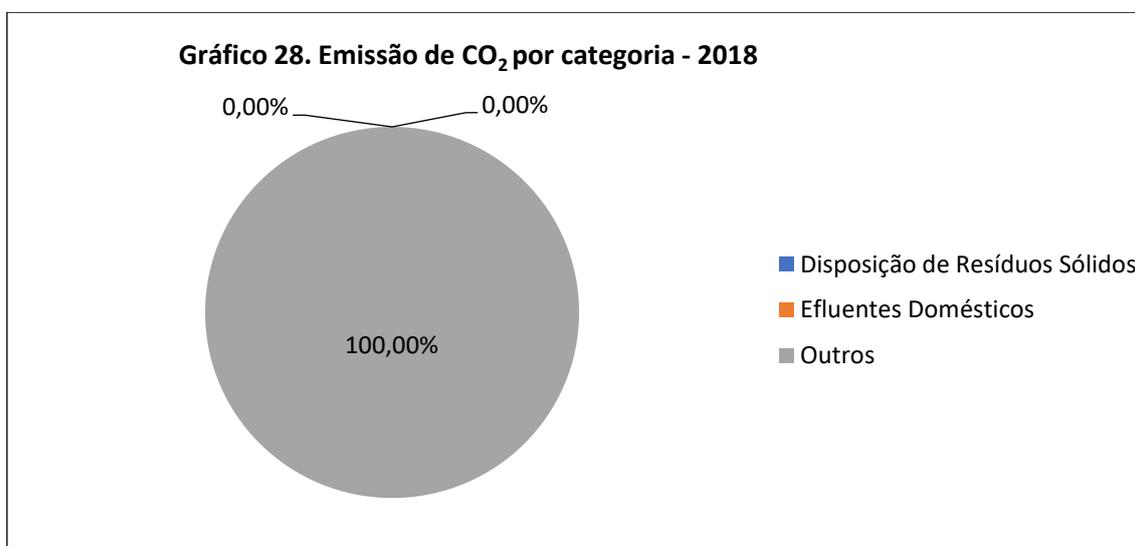
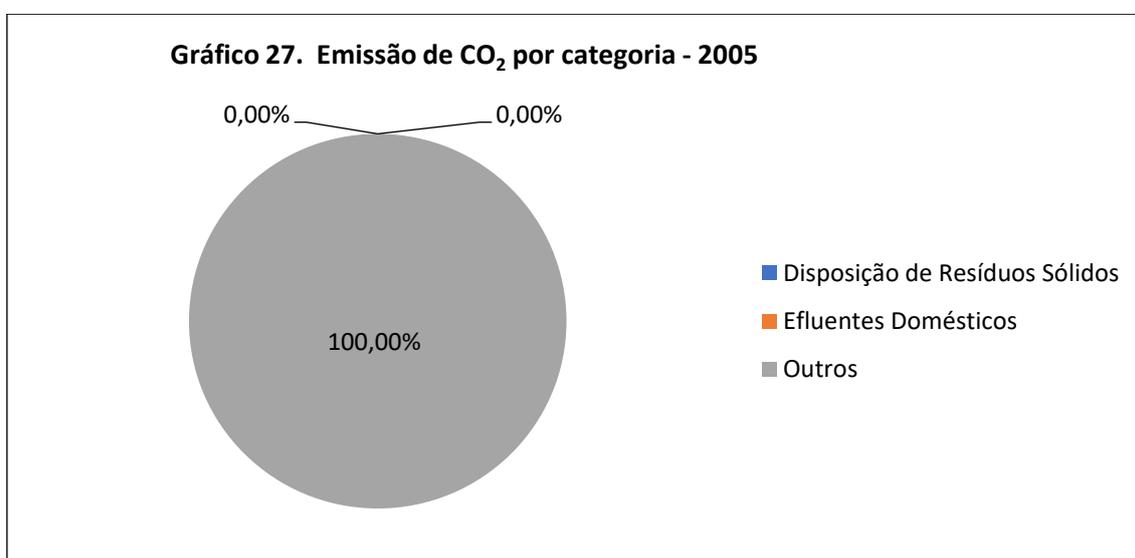
Os resultados permitem destacar a relevância da categoria Disposição de resíduos sólidos em relação às demais categorias, bem como o crescimento dessas emissões em 24,68% no período de análise. Conforme apresentado nos Gráficos 25 e 26, essa categoria representou mais de 70% das emissões do setor Resíduos e Efluentes entre os anos de 2005 e 2018. Vale destacar o fato que Disposição de resíduos sólidos junto com os Efluentes domésticos representaram cerca de 98% das emissões de Tratamento de Resíduos durante todo o período. O crescimento das emissões totais dessas duas categorias de 26,65%, apesar de importante, é ainda menor do que o crescimento da população urbana de Brasília que foi de 28,37% no período de 2005 a 2018.



Gráficos 25 e 26: Elaboração própria

3.5. EMISSÕES COMPARATIVAS POR GÁS E CATEGORIA

Os gráficos 27 a 32 apresentam a participação de cada gás de efeito estufa no setor Resíduos e Efluentes para os anos de 2005 e 2018. Observa-se a predominância do CH₄ na categoria Disposição de resíduos sólidos, onde sua representatividade é quase absoluta. O mesmo gás é predominante na categoria Efluentes Domésticos, que também conta com a presença secundária de N₂O em suas emissões. Os gráficos permitem visualizar a baixa representatividade das categorias Efluentes Industriais, Tratamento biológico de resíduos sólidos e a insignificância das emissões de Incineração de resíduos.



Gráficos 27 e 28: Elaboração própria

Gráfico 29. Emissão de CH₄ por categoria - 2005

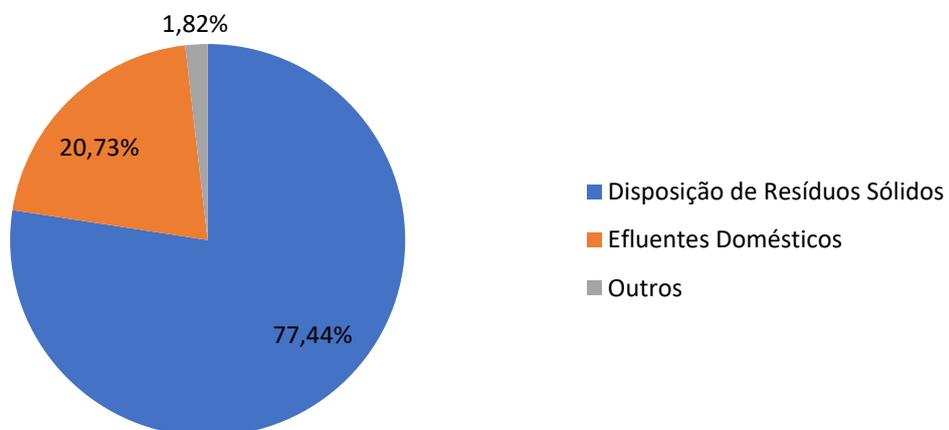
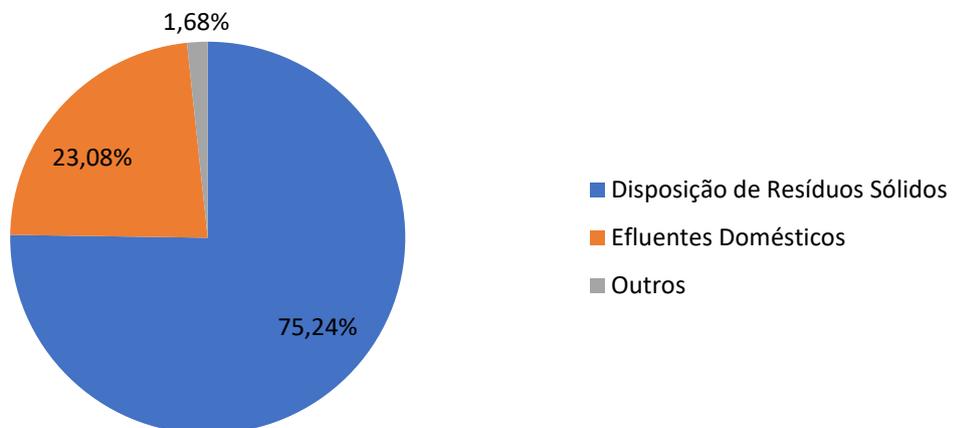
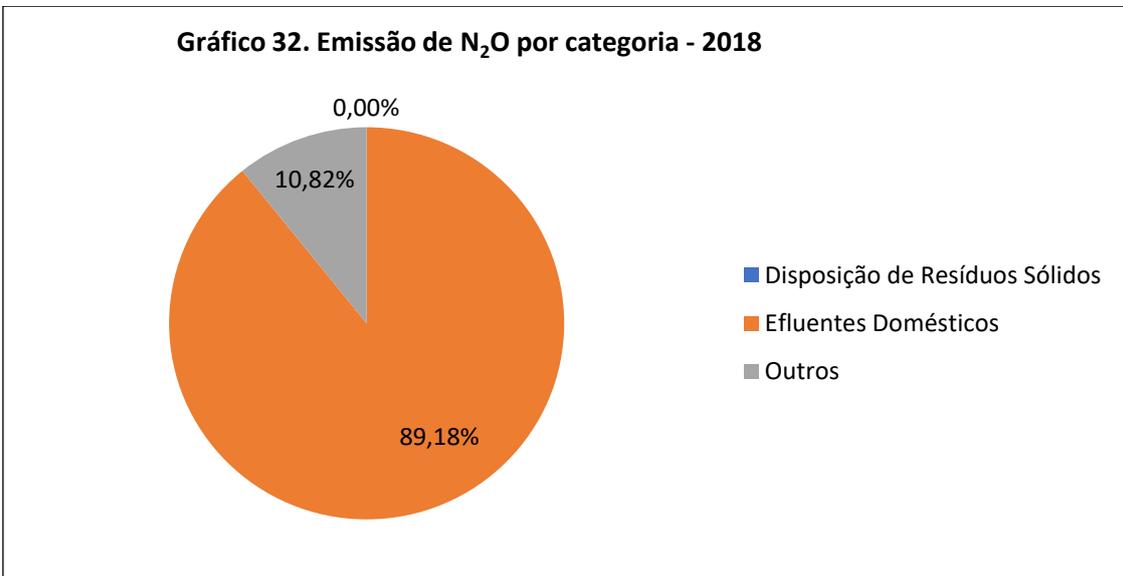
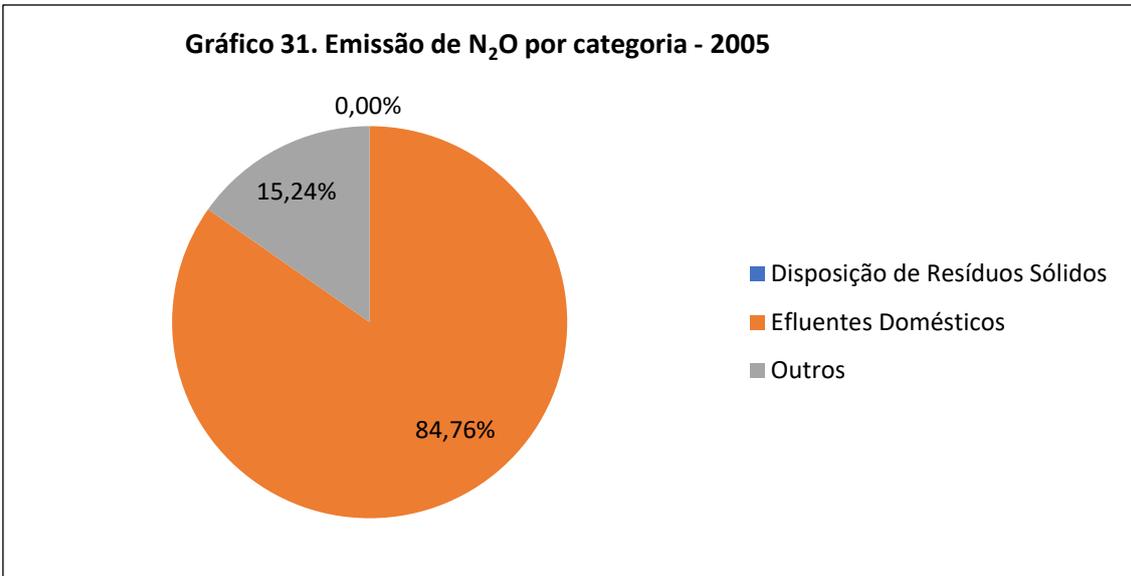


Gráfico 30. Emissão de CH₄ por categoria - 2018



Gráficos 29 e 30: Elaboração própria



Gráficos 31 e 32: Elaboração própria

Os gráficos 33 e 34 apresentam o total de emissões por categoria e a participação das categorias para o ano de 2005 e 2018.

Gráfico 33. Emissões por Tratamento de Resíduos e Efluentes -2005

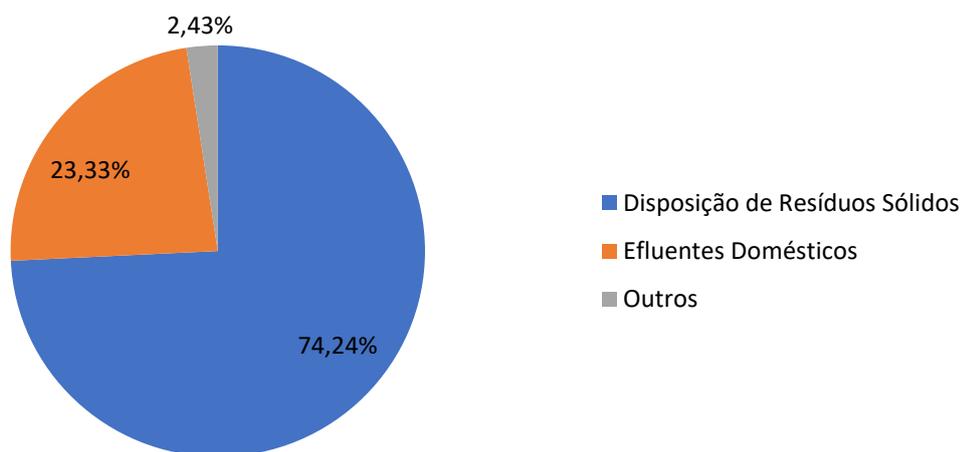
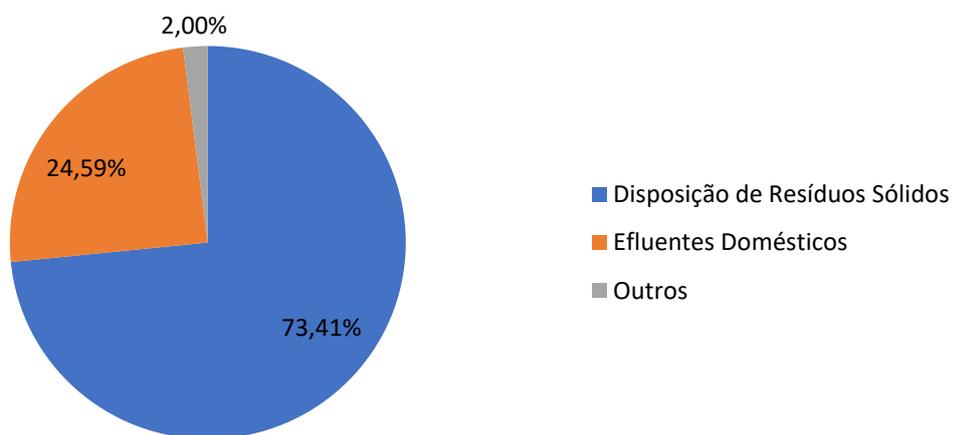


Gráfico 34. Emissões por Tratamento de Resíduos e Efluentes -2018



Gráficos 33 e 34: Elaboração própria

A Tabela 28 apresenta o total de emissões por categoria e a participação das categorias para o ano de 2005 e 2018.

Tabela 28. Emissões por Tratamento de Resíduos e Efluentes

Emissões Totais	Tratamento de Resíduos Sólidos	Tratamento de Efluentes Domésticos	Tratamento de Efluentes Industriais	Tratamento Biológico de Resíduos Sólidos	Incineração de Resíduos
Ano	mil ton CO ₂ eq				
2005	818,936	257,328	13,162	12,845	0,777
2006	840,343	263,686	11,269	11,065	0,784
2007	848,280	270,044	9,865	13,756	0,778
2008	844,187	281,178	10,615	7,012	0,784
2009	847,228	286,645	12,359	6,562	0,742
2010	853,637	285,411	12,243	3,819	0,694
2011	860,570	289,835	13,474	6,136	0,663
2012	869,655	294,114	13,623	8,248	0,631
2013	879,197	320,774	15,887	6,184	0,597
2014	895,922	327,973	18,583	5,153	0,569
2015	914,398	335,154	18,209	4,121	0,541
2016	939,226	342,328	22,643	7,848	0,512
2017	968,526	349,483	18,334	9,712	0,484
2018	949,917	342,039	15,725	11,576	0,455

Fonte: Elaboração própria

4. SETOR AGROPECUÁRIA



No setor de agropecuária os principais gases de efeito estufa de interesse são CO₂, N₂O e CH₄¹⁹. A divisão Agropecuária inclui todas as emissões referentes à fermentação entérica, manejo de dejetos de animais, cultivo de arroz, queima de resíduos agrícolas, solos agrícolas e calagem.

Quadro 12. Categorias Incluídas no Inventário de Gases de Efeito Estufa do DF 2015/2018

SETOR	CATEGORIA	SUBCATEGORIA	DESCRIÇÃO
AGROPECUÁRIA	Fontes agregadas e fontes de gases não-CO ₂ na terra	Calagem	Aplicação de calcário em solo agrícola
		Emissões de N ₂ O pelo manejo do solo	Inclui emissões diretas e indiretas de N ₂ O em solos manejados. E.g. aplicação de fertilizantes
	Rebanho	Fermentação entérica	Emissões de CH ₄ por fermentação entérica de rebanho bovino; equino; bubalino; asinino; muar; suíno; caprino e ovino
		Manejo de dejetos de animais	Emissões de CH ₄ e N ₂ O no manejo de dejetos de rebanho bovino; equino; bubalino; asinino; muar; suíno; caprino; ovino; frangos e aves

¹⁹ Outros gases de interesse são óxidos de nitrogênio (NO_x), amônia (NH₃), *non-methane volatile organic compounds* (NMVOC) e monóxido de carbono (CO), uma vez que esses são precursores para a formação de Gases de Efeito Estufa na atmosfera. A formação de gases de efeito estufa a partir de gases precursores é considerada uma emissão indireta. Emissões indiretas estão associadas com a lixiviação de compostos (em particular, perdas de NO₃⁻) de solos, alguns dos quais podem ser convertidos a N₂O por meio de desnitrificação (IPCC, 2006).

Quadro 13. Categorias Não Incluídas no Inventário de Gases de Efeito Estufa do DF 2015-2018

SETOR	CATEGORIA	SUBCATEGORIA	JUSTIFICATIVA DE EXCLUSÃO
AGROPECUÁRIA	Fontes agregadas e fontes de gases não-CO ₂ na terra	Cultivo de arroz	No DF não foram produzidas quantidades significativas de arroz durante o período de referência (IBGE, 2017a).
		Emissões de GEE pela queima de biomassa em cultivos agrícolas	Em âmbito nacional, as principais culturas que envolvem queima de resíduos são a da cana-de-açúcar e a do algodão herbáceo, sendo que os principais estados produtores dessas culturas são SP, AL, PE, MG e PR; e PR, SP, BA, GO, MT, MG e MS, respectivamente (EMBRAPA; CNPMA; MCT, 2002). Como no DF essas culturas não são significativas, as emissões decorrentes da queima de resíduos agrícolas não serão consideradas neste estudo.

As subcategorias Cultivo de arroz e Emissões de Gases de Efeito Estufa pela queima de biomassa em cultivos agrícolas referentes à categoria Fontes agregadas e fontes de gases não-CO₂ na terra não foram incluídas no Inventário de Emissão por fontes e remoção por sumidouros de Gases de Efeito Estufa (GEE) do Distrito Federal, visto a baixa representatividade das culturas de arroz, cana-de-açúcar e algodão herbáceo no território.

4.1. OBSERVAÇÕES METODOLÓGICAS ACERCA DAS CATEGORIAS INCLUÍDAS NESTE INVENTÁRIO

➤ Calagem

Os principais objetivos da calagem são: eliminar a acidez do solo e fornecer suprimento de cálcio e magnésio para as plantas. O cálcio estimula o crescimento das raízes e, portanto, com a calagem ocorre o aumento do sistema radicular e uma maior exploração da água e dos nutrientes do solo, auxiliando a planta na tolerância à seca.

Para o cálculo das emissões de CO₂ pela calagem em solos agrícolas considerou-se o consumo aparente de calcário dolomítico no Distrito Federal, informação oriunda da Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola (ABRACAL). Uma vez que o dado obtido se encontrava agregado com os dados de outros estados em “Outros” foi preciso estimar a participação do Distrito Federal. A participação de “Outros” no total da ABRACAL variou entre o mínimo de 3,75% em 2015 a um máximo de 12,13% em 2012. As estimativas da WayCarbon para o período de 2005 a 2012 resultaram em um percentual para o DF com valores entre 1,73% e 2,01% em relação a “Outros” da tabela da ABRACAL o que demonstra a pequena participação do DF no total de calagem no Brasil.

Assumiu-se que a produção de calcário no DF é do tipo dolomítico. Os níveis da demanda interna de calcário agrícola de cada Unidade da Federação são bastante assemelhados aos da sua produção. Razões para tal podem ser buscadas tanto pelo fato de ser um produto relativamente barato, que não comporta grandes deslocamentos, quanto à quase inexistência do comércio exterior da substância.

A Votorantim tem uma fábrica de calcário dolomítico em Sobradinho, com teor médio de *CaO* de 35% e de *MgO* de 15% o que leva a um fator de emissão de 0,0615, cerca de metade do default proposto pelo IPCC de 0,13. Por esse motivo, utilizou-se este fator para o calcário dolomítico no cálculo de calagem.

Para estimar o consumo do Distrito Federal, foi utilizado o consumo aparente do Brasil em kg/ha utilizando o total de lavouras e pastagens (não naturais) e dividindo pelo consumo aparente de calcário da série da ABRACAL desde 1992. O sistema SIDRA do IBGE²⁰ apresenta um dado para o DF em 2017 que cerca de 80% da área do DF fez correção do solo. Desse modo, foi aplicado o fator de uso de calcário do Brasil na área com correção do solo de 80% do total da área de lavouras e pastagens não naturais do DF²¹.

A área cultivada foi obtida no sistema do Mapbiomas para lavouras e pastagens não naturais, tanto para o Brasil, como para o DF. A quantidade total de carbono contido no calcário aplicado ao solo foi obtida considerando o valor da Votorantim 0,0615 t C/t de

²⁰ <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6962#resultado>

²¹ Essa abordagem metodológica foi necessária devido à limitação de dados disponíveis. A forma adotada foi a melhor aproximação possível em relação aos dados obtidos.

calcário ao invés do *default* do IPCC de 0,13 t C/t de calcário. Assumindo-se que a totalidade do carbono aplicado é convertida a CO₂, as emissões da atividade de *Calagem* foram calculadas por meio do total de carbono estimado no calcário aplicado multiplicado pelo fator de conversão de massa C para CO₂ (44/12).

➤ Aplicação de Ureia

Adicionar ureia aos solos, durante a fertilização, leva a perda de CO₂ que estava fixado no processo de produção industrial do calcário. Ureia (CO(NH₂)₂) é convertida em amônia (NH₄⁺), íon hidroxila (OH⁻) e bicarbonato (HCO₃⁻) na presença de água e enzimas. Da mesma maneira da reação do solo após a adição de calcário, o bicarbonato que é formado se transforma em CO₂ e água.

Esse fertilizante nitrogenado se destaca por ser a fonte de Nitrogênio mais empregada no Brasil, possuindo elevada concentração de N, alta solubilidade, menor custo e facilidade de produção e de mistura com outras fontes de nitrogênio. Para o cálculo das emissões de CO₂ pelo uso de ureia em solos agrícolas considerou-se o consumo aparente de ureia no Distrito Federal, considerando-se o uso de 40 kg/ha (Moschini, B. P., 2019) e a área calculada para os resíduos agrícolas. Como os dados não estavam disponíveis antes de 2009 utilizou-se a relação em 2009 entre a área de resíduos agrícolas e a área de agricultura no DF para os anos de 2005 a 2008, uma vez que o cálculo de emissões de CO₂ por uso de ureia não foi feito pela Waycarbon.

A quantidade total de carbono contido na ureia aplicada ao solo foi obtida considerando o valor default do IPCC de 0,2 t C/t de ureia (20% para CO(NH₂)₂). Assumindo-se que a totalidade do carbono aplicado é convertida a CO₂, as emissões da atividade de Ureia foram calculadas por meio do total de carbono estimado no calcário aplicado multiplicado pelo fator de conversão de massa C para CO₂ (44/12).

➤ Emissões de CH₄ de fermentação entérica

Para o cálculo das emissões de CH₄ (metano) por fermentação entérica foi multiplicado o total de cabeças de cada tipo de rebanho pelo fator de emissão adequado, conforme a equação²² a seguir:

$$Emissões_{CH_4} = \sum_T EF_T \cdot N_T \cdot 10^{-6}$$

Os dados de efetivos dos diferentes rebanhos (N_T) foram obtidos da Pesquisa Pecuária Municipal em consulta ao banco de dados do Sistema IBGE de Recuperação de Dados (SIDRA) (IBGE, 2018c, 2018d). Os fatores de emissão para cada tipo de rebanho (EF_T) foram obtidos do Segundo Inventário Nacional (EMBRAPA; MCT, 2010a), sendo que os atores para o gado bovino (vacas leiteiras; gado de corte – fêmeas adultas; gado de corte - machos adultos; gado de corte – jovens até 2 anos) foram calculados usando a metodologia *Tier 2* do IPCC (IPCC, 2006) por estado. Para os demais rebanhos foram utilizados fatores *default* do IPCC (*Tier 1*).

Tabela 29a. Efetivo dos Rebanhos no Distrito Federal 2005-2011

Efetivo	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<i>Bovinos</i>	77.646	77.046	81.970	67.000	81.100	80.100	78.500
<i>Vacas de Ordenha</i>	24.675	21.695	19.619	13.000	20.900	20.500	19.500
<i>Suínos</i>	112.719	136.690	145.114	119.000	151.170	156.700	207.873
<i>Bubalinos</i>	954	900	778	724	700	516	530
<i>Equinos</i>	5.700	5.000	7.150	7.200	7.200	7.270	7.200
<i>Asininos</i>	76	70	50	50	50	50	48
<i>Muares</i>	170	160	168	170	170	170	160
<i>Camelos</i>	---	---	---	---	---	---	---
<i>Ovinos</i>	16.020	19.000	19.990	18.000	21.000	20.416	10.500
<i>Caprinos</i>	2.540	2.580	2.140	1.900	1.780	1.728	800
<i>Galinhas</i>	1.929.543	1.435.323	1.514.754	1.121.334	779.920	799.222	884.000
<i>Galos</i> ⁽¹⁾	13.505.480	9.671.892	10.982.925	10.800.000	7.000.000	6.284.257	7.554.607
<i>Codornas</i>	135.120	143.578	294.280	280.000	273.500	143.578	533.580

(1) Galos, frangas, frangos e pintos. - Fonte: IBGE, 2018

²² Onde:

$Emissões_{CH_4}$ = Emissões de CH₄ por fermentação entérica no ano [Gg CH₄/ano]

EF_T = Fator de emissão do tipo de rebanho T [kg CH₄/(cabeça.ano)]

N_T = Número de cabeças do rebanho T no ano [cabeças]

Tabela 29b. Efetivo dos Rebanhos no Distrito Federal 2012 – 2018

Efetivo	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<i>Bovinos</i>	88.446	101.452	100.056	96.576	96.265	93.141	90.199
<i>Vacas de Ordenha</i>	11624	24.348	23.413	18.950	18.843	18.231	15.842
<i>Suínos</i>	94.180	100.915	163.985	155.966	168.394	172.619	148.827
<i>Bubalinos</i>	740	750	755	786	895	932	851
<i>Equinos</i>	12.000	15.961	17.386	18.898	19.604	18.081	17.570
<i>Asininos</i>	178	240	262	284	295	272	264
<i>Muares</i>	724	961	1.047	1.138	1.180	1.089	1.058
<i>Camelos</i>	---	---	---	---	---	---	---
<i>Ovinos</i>	11.000	14.154	15.804	18.160	23.938	21.268	21.356
<i>Caprinos</i>	800	2.430	2.430	2.662	3.596	3.016	3.260
<i>Galinhas</i>	800.000	994.548	1.039.791	938.333	1.238.664	1.453.391	848.898
<i>Galos ⁽¹⁾</i>	8.000.000	10.299.860	10.759.869	11.094.976	15.667.123	15.667.123	8.388.258
<i>Codornas</i>	42.000	22.096	30.960	50.331	28.990	21.500	61.597

(1) Galos, frangas, frangos e pintos. - Fonte: IBGE, 2018

Com relação à abrangência temporal, para os rebanhos de gado de corte (machos adultos e jovens) e os rebanhos de vacas leiteiras e de gado de corte (fêmeas adultas), foram utilizados para todo o período analisado (2013 a 2018) os fatores de emissão mais recentes apresentados no Inventário Nacional (referentes ao período de 2002 a 2006).

➤ Emissões de CH₄ de manejo de dejetos

Para o cálculo das emissões de CH₄ (metano) pelo manejo de dejetos foi multiplicado o total de cabeças de cada tipo de rebanho pelo fator de emissão adequado, conforme a equação²³ a seguir:

$$Emissões_{CH_4} = \sum_T EF_T \cdot N_T \cdot 10^{-6}$$

²³ Onde:

$Emissões_{CH_4}$ = Emissões de CH₄ pelo manejo de dejetos no ano [Gg CH₄/ano]

EF_T = Fator de emissão do tipo de rebanho T [kg CH₄/(cabeça.ano)]

N_T = Número de cabeças do rebanho T no ano [cabeças]

Assim como para as emissões de *Fermentação entérica*, os dados de efetivos dos diferentes rebanhos (N_T) foram obtidos da Pesquisa Pecuária Municipal em consulta ao banco de dados SIDRA (IBGE, 2018c, 2018d). Também analogamente, os fatores de emissão para cada tipo de rebanho (EF_T) foram obtidos do Segundo Inventário Nacional (EMBRAPA; MCT, 2010a), sendo que os fatores para bovinos e suínos foram calculados usando a metodologia *Tier 2* do IPCC (IPCC, 2006) por estado. Para os demais rebanhos foram utilizados fatores *default* do IPCC (*Tier 1*).

➤ Emissões de N₂O de manejo de dejetos

Para o cálculo das emissões de óxido nitroso (N₂O) do manejo de dejetos utiliza-se a equação²⁴ a seguir:

$$Emissões_{N_2O}^{diretas} = \left[\sum_S \left[\sum_T (N_T \cdot Nex_T \cdot MS_{T,S}) \right] \cdot EF_{3,S} \right] \cdot \frac{44}{28}$$

Dados de população animal (efetivo de rebanhos) foram obtidos junto ao banco de dados SIDRA (IBGE, 2018c, 2018d). Foi realizada, ainda, uma divisão dos rebanhos entre jovens e adultos, devido à necessidade de se levar em conta as diferentes taxas de excreção de N (Nex_T). Utilizou-se as considerações do Segundo Inventário Nacional (EMBRAPA; MCT, 2010b) como base de informações metodológicas e fontes de dados de Nex_T e $MS_{T,S}$ e $EF_{3,S}$.

Com relação à abrangência temporal, os dados de $MS_{T,S}$ são apresentados no Inventário Nacional apenas para os anos de 2005 e 2006. Para os demais anos (2013 a 2018), foram replicados os dados de $MS_{T,S}$ referentes a 2006.

²⁴ Onde:

$Emissões_{N_2O}^{diretas}$ = Emissões diretas de N₂O pelo manejo de dejetos no ano [kg N₂O /ano]

N_T = Número de cabeças do rebanho T no ano [cabeças]

Nex_T = Taxa anual média de excreção de N por cabeça do tipo de rebanho T [kg N / (cabeça.ano)]

$MS_{T,S}$ = Fração do total anual de N excretado por cada tipo de rebanho T que é tratado pelo Sistema de Manejo de Dejetos S [adimensional]

$EF_{3,S}$ = Fator de emissão direta de N₂O do sistema de manejo de dejetos S [kg N₂O-N/kg N no sistema de manejo S]

Cabe observar, ainda, que foram consideradas perdas de nitrogênio na ordem de 77% nos sistemas de manejo de dejetos de vacas leiteiras e de aves em lagoas anaeróbicas, conforme valores *default* do IPCC (IPCC, 2006). Da mesma maneira, para a suinocultura, foram consideradas perdas de nitrogênio de 78% e 48%, respectivamente, nos sistemas de manejo em lagoas anaeróbicas e em esterqueiras. Notou-se, contudo, que o software do IPCC não utilizou essas perdas nesses sistemas por problema do software. Como foi usado um sistema de planilhas em Excel, foi feita a devida correção em ambos os casos.

➤ Emissões diretas de N₂O de solos manejados

As emissões de N₂O de solos manejados são resultantes de quatro tipos distintos de adição de nitrogênio ao solo:

- a) Fertilizantes sintéticos aplicados ao solo;
- b) Nitrogênio em dejetos de animais aplicados como adubo;
- c) Nitrogênio em dejetos de animais depositados diretamente em pastagens; e
- d) Nitrogênio que retorna ao solo como resíduo de culturas.

As emissões diretas de N₂O do manejo de solos foram calculadas a partir das seguintes equações²⁵:

²⁵ Onde:

$E_{N_2O}^{diretas}$ = Emissões diretas de N₂O de solos manejados ao ano [kg N₂O/ano]

EF_1 = Fator de emissão de N₂O de Nitrogênio adicionado ao solo (0,01 kg N₂O-N/kg N adicionado – *default* IPCC 2006)

F_{SN} = Nitrogênio (N) aplicado ao solo na forma de fertilizantes sintéticos [kg N/ano]

F_{ON} = Nitrogênio (N) aplicado ao solo de dejetos usados como adubo [kg N/ano]

F_{CR} = Nitrogênio (N) que retorna ao solo como resíduo de culturas [kg N/ano]

$EF_{3PRP, CPP}$ = Fator de emissão de N₂O do Nitrogênio de dejetos de bovinos, aves e suínos depositados diretamente em pastagens (0,02 kg N₂O-N/kg N adicionado – *default* IPCC 2006)

$EF_{3PRP, SO}$ = Fator de emissão de N₂O do Nitrogênio de dejetos de ovinos depositados diretamente em pastagens (0,01 kg N₂O-N/kg N adicionado – *default* IPCC 2006)

$F_{PRP, CPP}$ = N de dejetos de bovinos, aves e suínos depositados diretamente em pastagens [kg N/ano]

$F_{PRP, SO}$ = N de dejetos de ovinos depositados diretamente em pastagens [kg N/ano]

$$Emissões_{N_2O}^{diretas} = \frac{44}{28} \cdot (EF_1 \cdot N_{inputs} + EF_{3PRP, CPP} \cdot F_{PRP, CPP} + EF_{3PRP, SO} \cdot F_{PRP, SO}),$$

onde:

$$N_{inputs} = F_{SN} + F_{ON} + F_{CR}$$

Os dados de F_{SN} foram obtidos dos Anuários Estatísticos do Setor de Fertilizantes, compilados pela Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA) (ANDA, 2013, 2014, 2016) até 2012. A partir de 2012, os dados da ANDA não são públicos. Foram utilizados os dados do IPNI (*International Plant Nutrition Institute*) para o Brasil.

Os dados de consumo de kg N/ha para o DF do sistema SIDRA do IBGE estão disponíveis apenas para o período de 2007 a 2014. Foi utilizada a mesma relação de 2007 (DF/Brasil) para 2005 e 2006 e a mesma relação de 2014 para o período 2015 a 2018.

Para a obtenção de F_{ON} , $F_{PRP, CPP}$ e $F_{PRP, SO}$ foram utilizadas as mesmas referências das estimativas das emissões de manejo de dejetos - dados de quantidade de animais dos diferentes rebanhos apresentados pelo IBGE (IBGE, 2018c, 2018d) e dados de peso vivo e taxa de excreção de nitrogênio utilizados no Segundo Inventário Nacional (EMBRAPA; MCT, 2010a). Também aqui neste caso foram encontradas divergências com o software do IPCC que não faz o cálculo conforme a fórmula acima. Como foram usadas planilhas em Excel, o cálculo correto foi efetuado.

Por fim, para o cálculo de F_{CR} foi utilizada metodologia análoga à utilizada no Segundo Inventário Nacional (EMBRAPA; MCT, 2010a), incluindo: (i) fatores de fração de matéria seca em cada cultura, (ii) razão entre resíduos aéreos e total de produtos em base seca (para as culturas de soja, milho, feijão, arroz, mandioca e cana-de-açúcar, arroz, mandioca, cana-de-açúcar, frutas, etc., conforme o Segundo Inventário Nacional), (iii) fração de nitrogênio (N) nos resíduos da parte aérea dessas culturas e (iv) fração de N na matéria seca da planta para as demais culturas temporárias, conforme *Guidelines* do IPCC (Tabela 11.2 Capítulo 11 página 11.17).

➤ Emissões indiretas de N₂O de solos manejados

As emissões indiretas de N₂O de solos manejados são resultantes de quatro tipos distintos de adição de nitrogênio ao solo:

- I. Fertilizantes sintéticos aplicados ao solo;
- II. Nitrogênio em dejetos de animais aplicados como adubo;
- III. Nitrogênio em dejetos de animais depositados diretamente em pastagens;
- IV. Nitrogênio que retorna ao solo como resíduo de culturas.

Essas emissões são resultantes de dois processos distintos pelos quais passa o nitrogênio adicionado ao solo: a volatilização de compostos nitrogenados e posterior deposição em solos e corpos hídricos; e a lixiviação de tais compostos e carregamento até corpos hídricos, superficiais ou subterrâneos. Detalham-se a seguir as metodologias utilizadas para o cálculo de emissões indiretas de N₂O provenientes de nitrogênio volatilizado e nitrogênio lixiviado.

➤ Nitrogênio volatilizado

O cálculo das emissões de N₂O decorrentes da volatilização de compostos nitrogenados adicionados ao solo manejado seguiu a equação²⁶ a seguir, conforme as diretrizes do IPCC.

$$Emissões_{N_2O, volatilização}^{indiretas} = \frac{44}{28} \cdot [F_{SN} \cdot Frac_{GASF} + (F_{ON} + F_{PRP}) \cdot Frac_{GASM}] \cdot EF_4$$

➤ Nitrogênio lixiviado

Já o cálculo das emissões de N₂O decorrentes da lixiviação de compostos nitrogenados adicionados ao solo manejado seguiu a equação²⁷ a seguir, conforme as diretrizes do IPCC.

$$Emissões_{N_2O, lixiviação}^{indiretas} = \frac{44}{28} \cdot (F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR}) \cdot Frac_{LEACH} \cdot EF_5$$

²⁶ Onde:

$Emissões_{N_2O, volatilização}^{indiretas}$ = Emissões indiretas de N₂O de solos manejados, referentes ao N volatilizado, ao ano [kg N₂O/ano]

F_{SN} , F_{ON} e F_{PRP} são as mesmas quantidades de N adicionadas ao solo consideradas para o cálculo das emissões diretas de N₂O ($F_{PRP} = F_{PRP, CPP} + F_{PRP, SO}$) [kg N/ano]

$Frac_{GASF}$ = Fração do N de fertilizantes sintéticos que volatiliza (0,1 [adimensional] – default IPCC 2006)

$Frac_{GASM}$ = Fração do N de dejetos de animais utilizados como adubo ou depositado diretamente em pastagens que volatiliza (0,2 [adimensional] – default IPCC 2006)

EF_4 = Fator de emissão de N₂O de N volatilizado e depositado em solos e corpos hídricos (0,01 kg N₂O-N / kg N volatilizado – default IPCC 2006)

²⁷ Onde:

$Emissões_{N_2O, lixiviação}^{indiretas}$ = Emissões indiretas de N₂O de solos manejados, referentes ao N lixiviado, ao ano [kg N₂O/ano]

F_{SN} , F_{ON} , F_{PRP} e F_{CR} são as mesmas quantidades de N adicionadas ao solo consideradas para o cálculo das emissões diretas de N₂O ($F_{PRP} = F_{PRP, CPP} + F_{PRP, SO}$) [kg N/ano]

$Frac_{LEACH}$ = Fração do N adicionado aos solos que é carregado em processos de lixiviação (0,3 [adimensional] – default IPCC 2006)

EF_5 = Fator de emissão de N₂O de N que é carregado em processos de lixiviação (0,0075 kg N₂O-N / kg N lixiviado – default IPCC 2006)

Neste capítulo, apresentam-se os resultados do Inventário de Emissão por fontes e remoção por sumidouros de Gases de Efeito Estufa (GEE) do Distrito Federal para o setor Agropecuária. Todas as emissões são reportadas em GgCO₂e. Apresenta-se também o resultado das remoções de CO₂, reportadas em GgCO₂.

4.2. EMISSÕES POR GÁS DE EFEITO ESTUFA

A tabela a seguir apresenta os resultados de emissão para cada gás de efeito estufa em cada ano de abrangência do inventário, além do valor total das emissões em cada ano. De acordo com os resultados obtidos, as emissões totais do setor Agropecuária apresentaram tendência de relativa estabilidade ao longo do período de abrangência deste inventário de 2005 a 2018 com emissões médias de 380 GgCO₂e, com valor mínimo de emissões de 303 GgCO₂e em 2008 e máximo de 466 GgCO₂e em 2014.

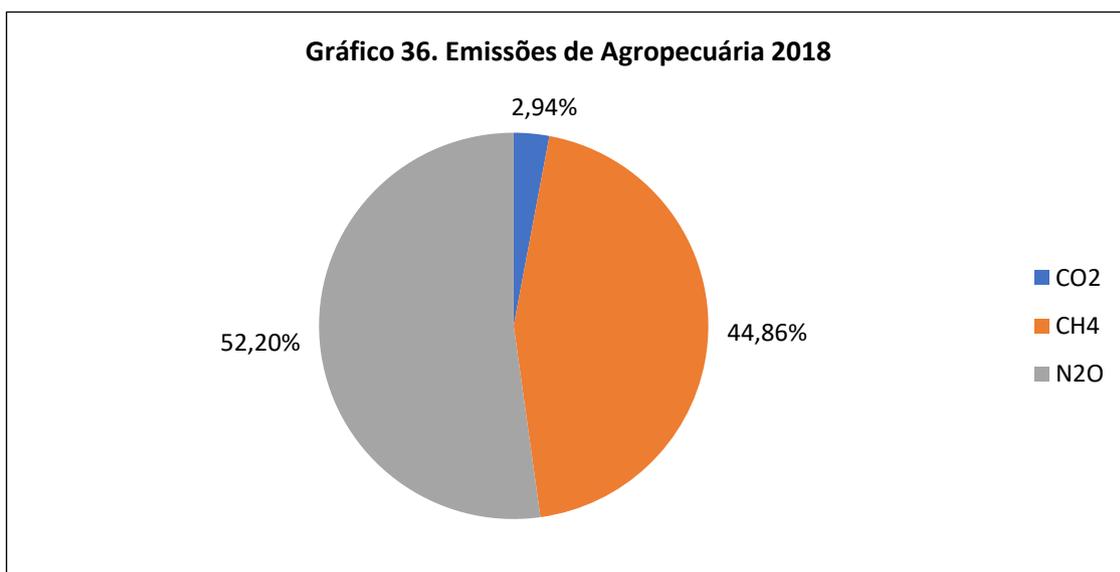
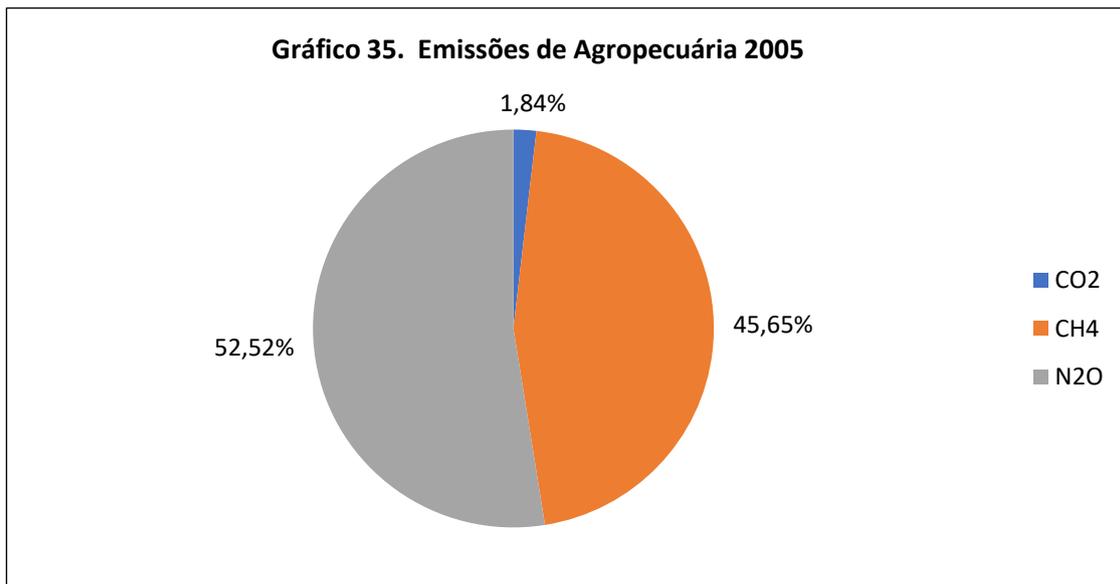
A partir do cálculo das emissões para o setor Agropecuária, obteve-se como resultado para o setor a emissão dos gases CO₂ (Dióxido de carbono), CH₄ (metano) e N₂O (Óxido nitroso), sendo o CH₄ o gás com maior representatividade nos anos 2006 , 2009 e 2010 e o N₂O o gás de maior representatividade nos demais anos.

Tabela 30. Emissões por Gases de Efeito Estufa por Gás (Gg CO₂e)

mil ton CO ₂ eq														
Gás de Efeito Estufa	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
CO ₂	6,461	6,512	7,553	8,338	7,047	7,663	8,432	9,887	9,497	11,516	9,956	9,917	10,121	11,431
CH ₄	160,705	160,748	166,303	132,797	166,787	165,609	172,425	150,041	189,420	200,593	189,004	194,083	189,546	174,199
N ₂ O	184,898	159,696	178,037	162,282	158,221	160,827	184,096	209,055	232,908	254,066	219,100	234,338	238,787	202,699
Total	352,064	326,956	351,894	303,417	332,055	334,099	364,953	368,982	431,825	466,175	418,059	438,337	438,454	388,329

Fonte: Elaboração própria

O Gráfico a seguir apresenta os resultados de emissão para cada gás de efeito estufa para os anos de 2005 e 2018. A área representada expressa a totalidade de emissões de gases de efeito estufa em cada ano, em GgCO₂e. Dessa forma, a área em cinza representa a quantidade de N₂O emitida, a área alaranjada representa o volume de CH₄ emitido e, por fim, a área em azul representa a quantidade de CO₂ emitida em 2005 e em 2018.



Gráficos: Elaboração própria

4.3. EMISSÕES POR CATEGORIA

Na tabela 31 observe as emissões absolutas por categoria para o setor Agropecuária do DF e na tabela 32 as emissões percentuais por categoria para os anos de 2005 a 2018. Os resultados de emissões por categoria indicam uma predominância de emissões advindas da categoria Fermentação entérica (subsetor Rebanho), com representatividade média de 35,75% das emissões entre os anos de 2005 e 2018.

A categoria Emissões diretas de N₂O de solos manejados se configurou como a segunda categoria mais emissora, com representatividade média de 34,54% no período (Tabela 31). A predominância das emissões dessas categorias reflete o uso da terra do DF, onde 58% das terras utilizadas do DF correspondem a pastagens (não naturais e formações campestres) e lavouras) (Mapbiomas).

Outro destaque é o aumento em 23% da área cultivada com lavoura permanente no DF entre 2005 e 2018, região dominada pelo bioma do Cerrado cujos solos, para seu aproveitamento agropecuário, devem ser tratados por meio do processo de calagem e uso de fertilizantes nitrogenados, com conseqüente aumento de emissões.

Tabela 31. Emissões de Gases de Efeito Estufa por categoria; anos 2005-2018 - Emissões em GgCO₂

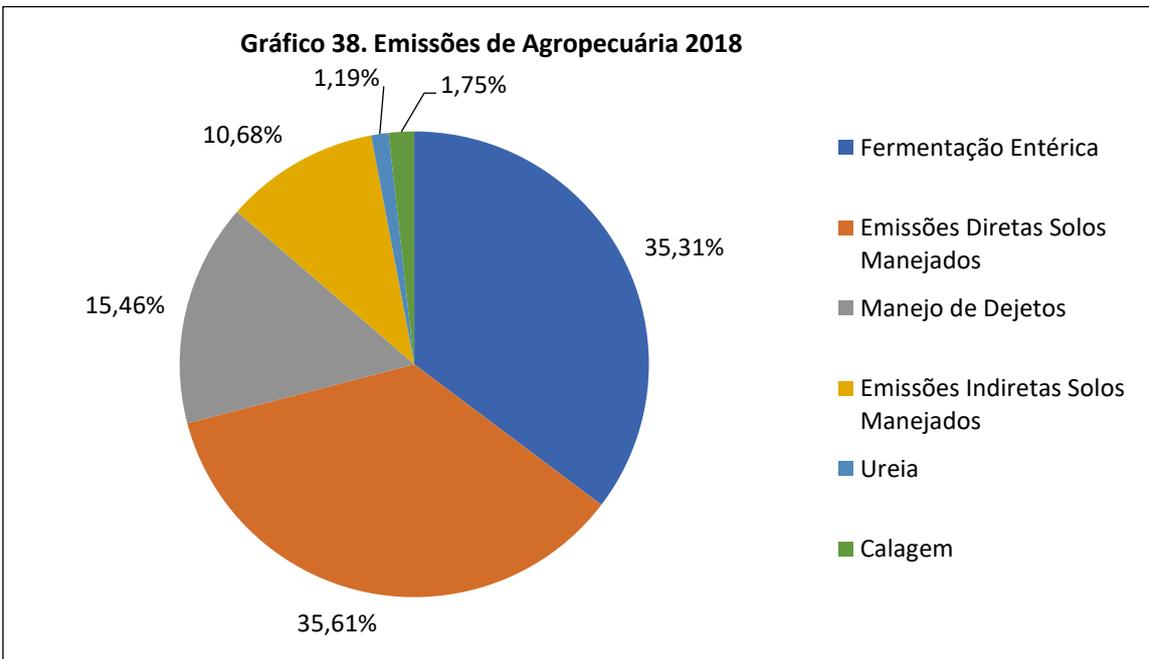
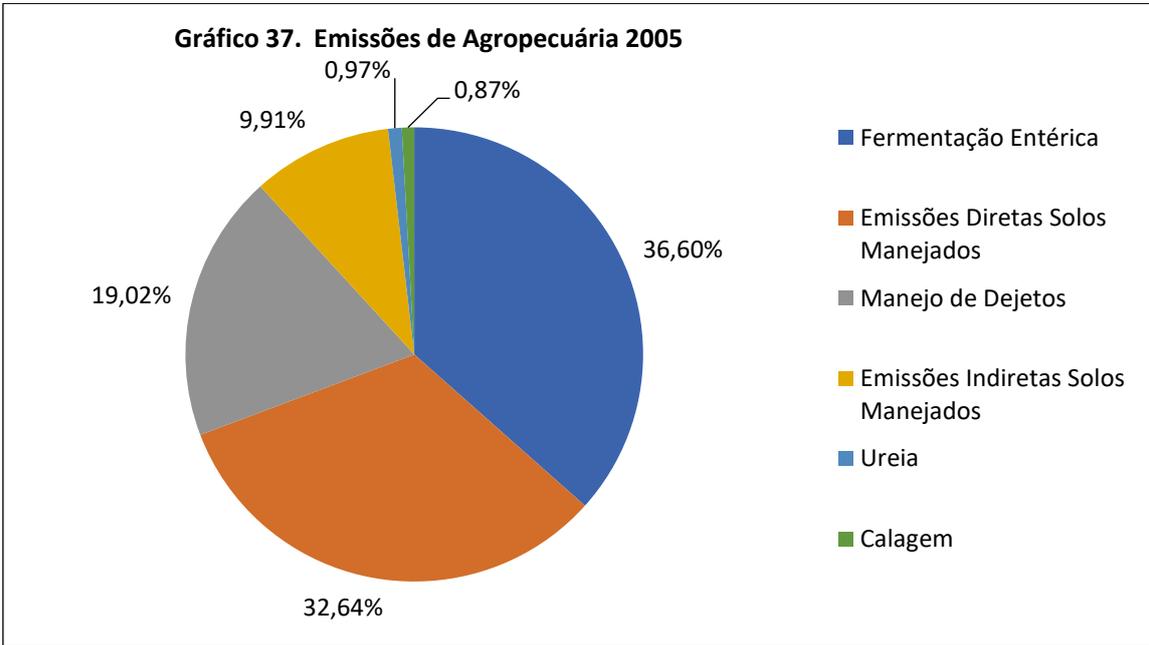
Atividade	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	mil ton CO ₂ eq	
													2017	2018
Fermentação Entérica	128,845	126,122	129,259	101,820	130,391	128,541	125,171	123,906	159,933	159,029	149,094	149,958	144,773	137,115
Emissões Diretas Solos Manejados	114,928	102,401	114,172	104,433	106,761	109,509	124,442	145,941	159,191	174,098	146,633	150,219	153,328	138,290
Manejo de Dejetos	66,955	61,164	66,299	57,546	56,448	55,945	69,157	46,877	56,164	69,999	68,235	81,592	82,828	60,032
Emissões Indiretas Solos Manejados	34,875	30,758	34,610	31,279	31,407	32,441	37,751	42,372	47,040	51,533	44,142	46,652	47,405	41,461
Ureia	3,400	3,490	3,569	3,770	3,721	3,649	3,901	4,526	4,502	5,819	4,919	4,851	4,412	4,633
Calagem	3,061	3,022	3,984	4,568	3,326	4,014	4,530	5,360	4,995	5,697	5,037	5,066	5,709	6,799
Total	352,064	326,956	351,894	303,417	332,055	334,099	364,953	368,982	431,825	466,175	418,059	438,337	438,454	388,329

Fonte: Elaboração própria

Tabela 32. Emissões de Gases de Efeito Estufa por categoria; anos 2005-2018 - Emissões em GgCO₂ (em percentual)

Atividade	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Fermentação Entérica	36,60%	38,57%	36,73%	33,56%	39,27%	38,47%	34,30%	33,58%	37,04%	34,11%	35,66%	34,21%	33,02%	35,31%
Emissões Diretas Solos Manejados	32,64%	31,32%	32,44%	34,42%	32,15%	32,78%	34,10%	39,55%	36,86%	37,35%	35,07%	34,27%	34,97%	35,61%
Manejo de Dejetos	19,02%	18,71%	18,84%	18,97%	17,00%	16,75%	18,95%	12,70%	13,01%	15,02%	16,32%	18,61%	18,89%	15,46%
Emissões Indiretas Solos Manejados	9,91%	9,41%	9,84%	10,31%	9,46%	9,71%	10,34%	11,48%	10,89%	11,05%	10,56%	10,64%	10,81%	10,68%
Ureia	0,97%	1,07%	1,01%	1,24%	1,12%	1,09%	1,07%	1,23%	1,04%	1,25%	1,18%	1,11%	1,01%	1,19%
Calagem	0,87%	0,92%	1,13%	1,51%	1,00%	1,20%	1,24%	1,45%	1,16%	1,22%	1,20%	1,16%	1,30%	1,75%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Elaboração própria



Gráficos: Elaboração própria

4.4. EMISSÕES POR GÁS E CATEGORIA

As tabelas apresentam a representatividade por gases de efeito estufa para cada categoria do setor Agropecuária no período de 2005 a 2018. Observa-se a predominância do CH₄ (metano) nas categorias Fermentação entérica (com predominância das emissões de gado bovino e bubalino com média de 93% no período), do CO₂ (dióxido de carbono) nas categorias Calagem e Ureia em proporções semelhantes e do N₂O (óxido nitroso) nas categorias Emissões diretas de N₂O de solos manejados e Emissões indiretas de N₂O de solos manejados. A categoria Manejo de dejetos, por sua vez, apresentou os gases CH₄ (com predominância das emissões do manejo dos dejetos dos suínos com média de 74% no período) e N₂O (com predominância das emissões do manejo dos dejetos de aves com média de 79% no período) predomínio do metano quase absoluto em todo o período.

Tabela 33. Emissões anuais de CO₂- 2005-2018

Emissões de														mil ton CO ₂ eq	
Atividade	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Calagem	3,061	3,022	3,984	4,568	3,326	4,014	4,530	5,360	4,995	5,697	5,037	5,066	5,709	6,799	
Ureia	3,400	3,490	3,569	3,770	3,721	3,649	3,901	4,526	4,502	5,819	4,919	4,851	4,412	4,633	
Total	6,461	6,512	7,553	8,338	7,047	7,663	8,432	9,887	9,497	11,516	9,956	9,917	10,121	11,431	

Fonte: Elaboração própria

Tabela 34. Emissões anuais de CH₄- 2005-2018

Emissões de CH ₄														mil ton CO ₂ eq	
Atividade	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Fermentação Entérica	128,845	126,122	129,259	101,820	130,391	128,541	125,171	123,906	159,933	159,029	149,094	149,958	144,773	137,115	
Manejo de Dejetos	31,859	34,627	37,044	30,977	36,396	37,068	47,254	26,135	29,487	41,563	39,910	44,125	44,773	37,084	
Total	160,705	160,748	166,303	132,797	166,787	165,609	172,425	150,041	189,420	200,593	189,004	194,083	189,546	174,199	

Fonte: Elaboração própria

Tabela 35. Emissões anuais de N₂O- 2005-2018

Emissões de N ₂ O														mil ton CO ₂ eq	
Atividade	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Emissões Diretas Solos Manejados	114,928	102,401	114,172	104,433	106,761	109,509	124,442	145,941	159,191	174,098	146,633	150,219	153,328	138,290	
Manejo de Dejetos	35,096	26,537	29,255	26,570	20,052	18,877	21,903	20,742	26,678	28,436	28,325	37,467	38,055	22,948	
Emissões Indiretas Solos Manejados	34,875	30,758	34,610	31,279	31,407	32,441	37,751	42,372	47,040	51,533	44,142	46,652	47,405	41,461	
Total	184,898	159,696	178,037	162,282	158,221	160,827	184,096	209,055	232,908	254,066	219,100	234,338	238,787	202,699	

Fonte: Elaboração própria

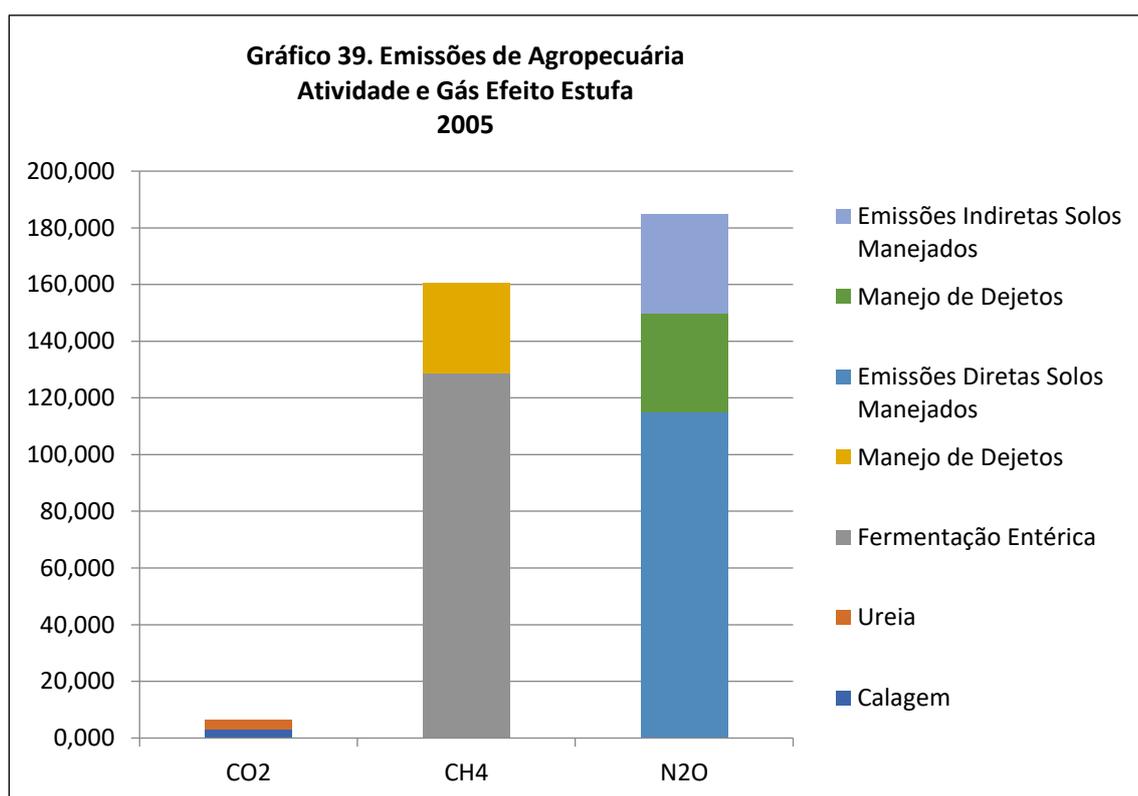
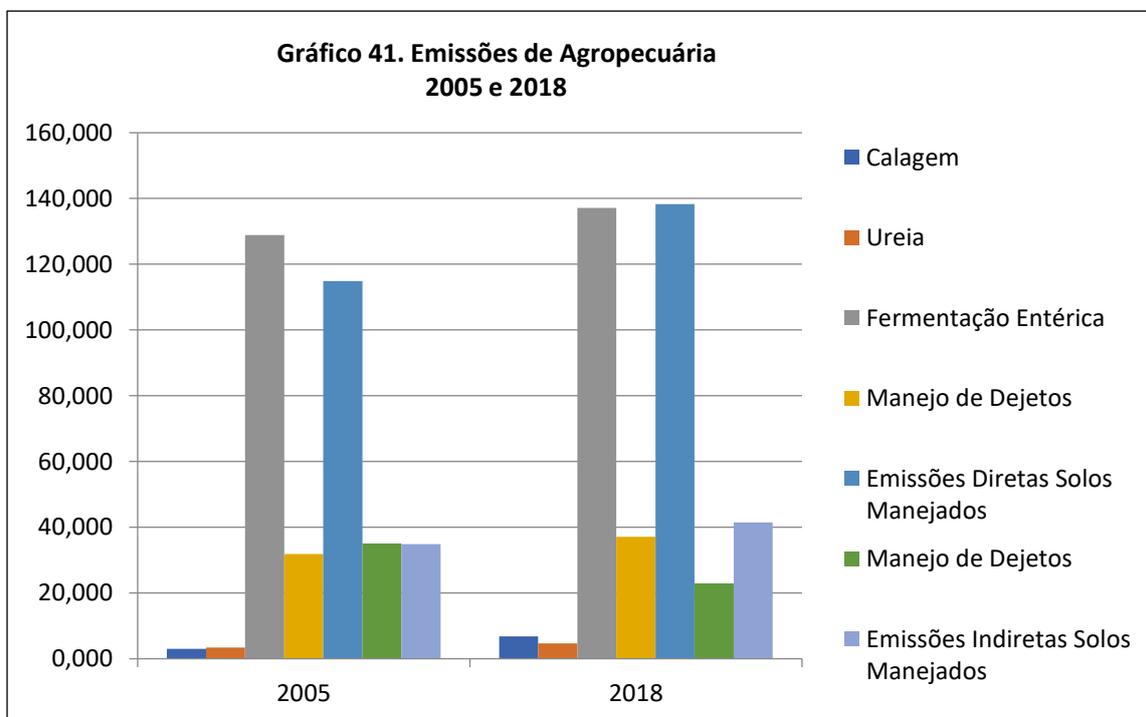
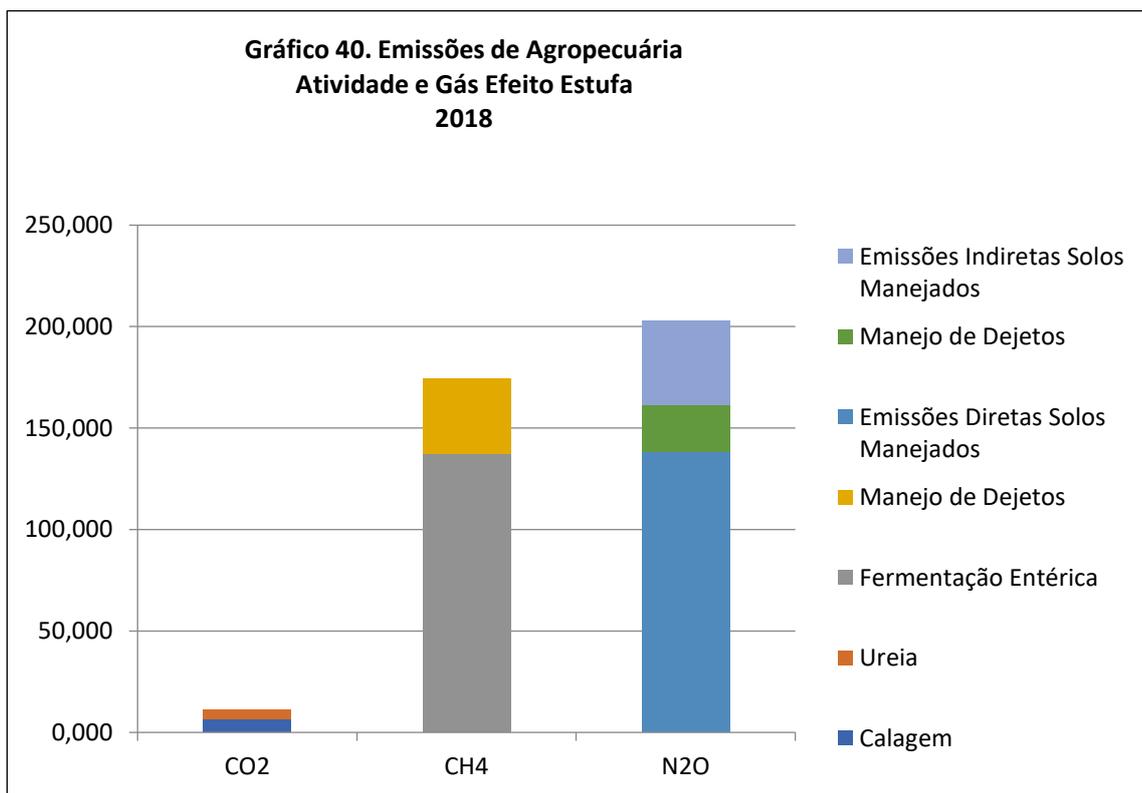


Gráfico: Elaboração própria.



Gráficos: Elaboração própria

5. SETOR FLORESTAS, USO DA TERRA E MUDANÇA DO USO DA TERRA



Este setor é conhecido por reunir informações sobre florestas, uso da terra e mudança do uso da terra, também conhecido pela sua sigla em inglês LULUCF (*Land use, Land use Change and Forestry*). Em termos de classificação, dados de área e amostragem que representam várias categorias de uso da terra são necessários para estimar os estoques de carbono, a emissão e a remoção de gases de efeito estufa associados às atividades em que as diretrizes do IPCC 2006 sintetizam como o setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos da Terra (AFOLU). Vale ressaltar que a classificação mencionada forma a base da estimativa e do relato de emissões e remoções de gases de efeito estufa sobre o uso de diferentes tipos de dados para representar categorias de uso da terra e conversões entre categorias de uso da terra, para que sejam aplicadas da maneira mais adequada e consistente possível nos cálculos de inventário. Sendo assim, deve-se perceber que ainda que a classificação para o IPCC mencione sobre o uso da terra conjuntamente com as atividades agrícolas tal atividade econômica deve apresentar os seus cálculos de inventário separadamente, assim como o setor de Agricultura e não como subsetor componente do setor Floresta e uso da terra.

Para este produto buscou-se apresentar toda a atualização dos dados de maneira a continuar minimamente coerente com o material do 1º inventário do DF (2005 a 2012). O 1º inventário foi elaborado pela empresa WayCarbon, que adotou o software do IPCC para países de desenvolvimento como base para consolidação dos dados dos setores Agropecuária e Floresta como setor AFOLU. Porém, tal abordagem não segue a orientação específica da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) de apresentar AFOLU como setor de atividade econômica, subdividindo-os em subsetor de Agropecuária e LULUCF.

Portanto, serão tratados em separado como dois setores distintos, em especial, devido ao fato do setor de LULUCF ser o único em consolidar remoções de CO₂, que em grande medida são temporárias, devendo ser tratadas de maneira destacada. Ou melhor, no modelo da UNFCCC com totais “com” e “sem” LULUCF, assim como são apresentadas nos inventários nacionais de gases de efeito estufa de países.

Para realizar seus inventários, os países usam vários métodos para obter dados, incluindo censo anual, inventários florestais decenais, pesquisas periódicas e sensoriamento remoto. Cada um desses métodos de coleta de dados produzirá diferentes tipos de informações (por exemplo, mapas ou tabulações), em diferentes frequências de relatório e com diferentes atributos.

Assim, para apresentar o setor dessa seção, LULUCF, optou-se em adotar as orientações fornecidas sobre o uso de três abordagens²⁸ do IPCC de classificação e estratificação de terras. A abordagem 1 identifica a área total de cada categoria de uso da terra individual, mas não fornece informações detalhadas sobre a natureza das conversões entre os usos da terra. A abordagem 2 introduz o rastreamento de conversões entre categorias de uso da terra, e, a Abordagem 3 amplia as informações disponíveis na Abordagem 2, permitindo que as conversões de uso da terra sejam rastreadas de maneira espacialmente explícita.

Para esse método, pode-se usar uma combinação de abordagens para diferentes regiões ao longo do tempo. Além de tentar fazer o melhor uso dos dados disponíveis e reduzir possíveis sobreposições e omissões nos relatórios. É importante destacar que a metodologia proposta neste produto difere da apresentada pela empresa WayCarbon (inventário 2005-2012) que utilizou outra abordagem, mas próxima da abordagem 2 supracitada.

Os quadros a seguir apresentam como cada uma das 3 abordagens anteriormente indicadas são comparadas nas diretrizes do IPCC 2006.

²⁸ https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_02_Ch2_Generic.pdf

https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_03_Ch3_Representation.pdf

Quadro 14 a. Abordagens metodológica IPCC 2006

COMPARAÇÃO ENTRE USO DE ESTATÍSTICAS AGREGADAS DO MÉTODO 1 E DADOS DE ATIVIDADE DOS MÉTODOS 2 E 3 COM MATRIZES DE TRANSIÇÃO							
Suponha um país onde uma fração da terra está sujeita a mudanças do uso, como mostrado na tabela a seguir, onde cada linha representa uma unidade de terra com uma área de 1 Mha (F=Floresta; C=Cultivo; G=Gramíneas):							
Identificação da Unidade de terra	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
1	F	C	C	C	C	C	C
2	F	C	C	C	G	G	G
3	G	C	C	C	C	G	G
4	G	G	F	F	F	F	F
5	C	C	C	C	G	G	G
6	C	C	G	G	G	C	C
<p>Por simplicidade, é suposto que o país tem um único tipo de solo, com um valor de SOC_{Ref} (0-30cm) de 77 toneladas C ha⁻¹, correspondendo a vegetação florestal. Valores para F_{LU} são 1,00, 1,05 e 0,92 para F, G e C, respectivamente. F_{MG} e F_I são supostos igual a 1. A dependência no tempo dos fatores de variações de estoques (D) é de 20 anos. Finalmente, o uso da terra é suposto estar em 1990 (isto é, nenhuma variação no uso da terra ocorreu durante 20 anos antes de 1990). Quando utilizar dados de atividades do Método 1 (isto é, dados estatísticos agregados), variações anuais nos estoques de carbono são calculadas para cada ano do inventário segundo a Equação 2.25. A tabela a seguir mostra os resultados dos cálculos:</p>							
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
F (Mha)	2	0	1	1	1	1	1
G (Mha)	2	1	1	1	3	3	3
C (Mha)	2	5	4	4	2	2	2
SOC ₀ (Mt C)	458	436	442	442	462	462	462
SOC ₍₀₋₂₀₎ (Mt C)	458	458	458	458	458	436	442
ΔC_{Mneral} (Mt C ano ⁻¹)	0	-1,1	-0,8	-0,8	0,2	1,3	1,0

Fonte: IPCC, 2006

Quadro 14 b. Abordagens metodológica IPCC 2006

EXEMPLO ILUSTRATIVO DE DADOS DO MÉTODO 2 EM UMA MTRIZ CONVERSÃO DE USO DA TERRA COM ESTRATIFICAÇÃO DE CATEGORIAS										
FINAL	FLORESTA NÃO MANEJADA	FLORESTA MANEJADA CONTINENTAL TEMPERADA	FLORESTA MANEJADA CONÍFERA BOREAL	GRAMÍNEAS (NÃO MELHORADAS)	GRAMÍNEAS (MELHORADAS)	CULTIVOS	ZONAS ALAGADAS	ZONAS URBANAS	OUTROS	ÁREA FINAL
INICIAL										
FLORESTA NÃO MANEJADA	5									5
FLORESTA MANEJADA CONTINENTAL TEMPERADA		4		1	2	1				8
FLORESTA MANEJADA CONÍFERA BOREAL			6							6
GRAMÍNEAS (NÃO MELHORADAS)		2		61						63
GRAMÍNEAS (MELHORADAS)				2	17					19
CULTIVOS						29				29
ZONAS ALAGADAS							0			0
ZONAS URBANAS		1		1		1		5		8
OUTROS									2	2
ÁREA INICIAL	5	7	6	65	19	31	0	5	2	140
VARIAÇÃO LÍQUIDA	0	1	0	-2	0	-2	0	+3	0	0

Fonte: IPCC, 2006.

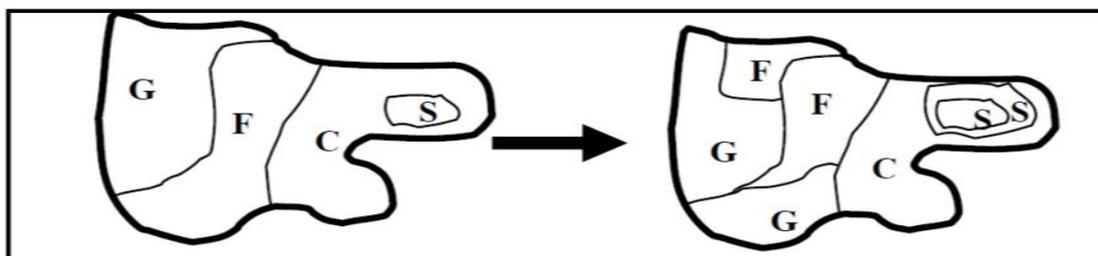
Quadro 15. Exemplo de Abordagem 1.

TABELA 3.2 EXEMPLO DO MÉTODO 1: DADOS DO USO DA TERRA DISPONÍVEIS COM COBERTURA NACIONAL COMPLETA		
Tempo 1	Tempo 2	Conversão líquida de uso da terra entre o tempo 1 e o tempo 2
F = 18	F = 19	Florestas = +1
G = 84	G = 82	Gramíneas = -2
C = 31	C = 29	Cultivos = -2
W = 0	W = 0	Áreas Alagadas = 0
S = 5	S = 8	Zonas Urbanas = +3
O = 2	O = 2	Outros = 0
Soma = 140	Soma = 140	Soma = 0

Nota: F = Florestas, G = Gramíneas, C = Cultivos, W = Áreas Alagadas, S = Zonas Urbanas, O = Outros. Números representam unidades de área (Mha neste exemplo)

A imagem a seguir apresenta a representatividade da proposta da combinação de abordagens, com mapas generalizados que podem ser preparados usando as células da grade, que também podem ser agregadas em polígonos ilustrando os possíveis uso da terra e conversões. Esta abordagem também conhecida como abordagem 3 foi a aplicada para atualizar os dados de atividade do setor de LULUCF deste produto.

Figura 3: Abordagem 5.



Fonte: IPCC 2006

Com base na ilustração apresentada acima, observa-se que as definições de categorias de uso da terra podem incorporar o tipo de cobertura da terra, o uso da terra ou uma combinação dos dois. A categoria de uso da terra que se refere ao amplo uso da terra relatada como terras restantes em uma categoria de uso da terra (ou seja, permanecendo no mesmo uso em todas as séries temporais do inventário) ou terras convertidas em uma nova categoria de uso da terra (representando uma mudança no uso da terra). E, também, a subcategoria em relação a circunstâncias especiais (por exemplo, áreas de pastagem em formações campestres nativas) que são estimadas e relatadas separadamente, mas não duplicam a terra na ampla categoria de uso da terra. Enfim, as categorias e subcategorias de uso da terra podem ser estratificadas com base nas práticas de uso da terra e nas características biofísicas, a fim de criar unidades espaciais mais homogêneas que possam ser usadas para estimativa das emissões. Com essa abordagem os dados apresentam-se:

- adequados, isto é, capazes de representar categorias de uso da terra e conversões entre categorias de uso da terra, conforme necessário para estimar as mudanças no estoque de carbono e as emissões e remoções de gases de efeito estufa;
- consistentes, ou seja, capazes de representar categorias de uso da terra de maneira consistente ao longo do tempo, sem ser indevidamente afetado por descontinuidades artificiais nos dados de séries temporais;
- completos, o que significa que todas as terras de um país, estado ou distrito (por exemplo) devem ser incluídas, com aumentos em algumas áreas equilibradas por reduções em outras, reconhecendo a estratificação biofísica da terra, se necessário (e como pode ser suportado por dados) para estimar e relatar emissões e remoções de gases de efeito estufa

Destarte, as técnicas de amostragem para estimar áreas e mudanças de área apresentam registros por medições e avaliações de sensoriamento remoto. A técnica envolveu um conjunto de unidades de amostragem localizadas em uma grade regular dentro da área delimitada para o inventário. Uma classe de uso da terra foi, então, atribuída a cada unidade de amostragem usadas para derivar as proporções de categorias de uso da terra nessa área de inventário. Assim, a amostragem dessas áreas foi repetida em ocasiões sucessivas e as mudanças de área ao longo do tempo puderam ser derivadas para construir as matrizes de conversão do uso da terra. Amostras anuais relativas as mudanças ocorridas

entre 1985 e 2018 foram produzidas a partir das bases de dados colecionadas pelo Projeto MapBiomias, que foram posteriormente tratadas e ajustadas para atender o enquadramento necessário para manter as áreas proporcionais ao longo de toda a série de dados aplicada²⁹.

O IPCC 2006 define algumas categorias amplas de uso da terra. A documentação metodológica aponta que algumas dessas categorias referem-se à cobertura da terra (e.g. florestas) enquanto outras representam o uso da terra (e.g. área cultivos – em inglês *croplands*).

Para determinar o uso da terra, assim como suas mudanças de acordo com as categorias enunciadas no quadro abaixo, foi realizada interpretação das matrizes de transição, construídas a partir das análises visual de imagens de satélite da área do Distrito Federal, seguindo a metodologia *Algorithm Theoretical Basis Document* (ATBD), de modo a determinar de forma espacializada as áreas correspondentes às distintas categorias.

Ressalta-se que a abordagem de análise de imagens de satélite adotada pela WayCarbon e aquela adotada pelo Projeto MapBiomias utilizam o banco de imagens públicas ofertadas pelo conjunto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Assim, ambas estariam coerentes com a abordagem adotada pelos inventários nacionais de gases de efeito estufa publicados desde 2004 e apresentados à UNFCCC.

O Distrito Federal está situado integralmente no domínio do bioma Cerrado. Desde a implementação da Capital Federal, a paisagem local tem experimentado uma crescente taxa de conversão das áreas naturais de Cerrado, onde o uso das terras para fins de cultivos agrícolas e assentamentos urbanos destacam-se como os principais agentes de transformação da paisagem natural.

Portanto, as atualizações realizadas neste produto são expressivas e consistentes ao longo do tempo. Em outras palavras, utilizou-se a mesma base de dados para todo o conjunto de dados, ampliando-se não somente a atualização para o período posterior a 2012, mas também ajustando os valores que cobriam o período anterior adotado pelo 1º Inventário do DF (1990-2012). Ressalta-se que no inventário anterior foram feitas duas matrizes de

²⁹ Adotou-se uma metodologia de busca das matrizes anuais de cambio de uso da terra no DF, utilizando um conjunto de imagens de satélite compatíveis com a metodologia aplicada pelo Inventário Nacional de Gases de Efeito Estufa. Assim, organizou-se a série de matrizes anuais produzidas pela metodologia *Algorithm Theoretical Basis Document* (ATBD), que foi produzida no âmbito do Projeto MapBiomias, versão 4, e selecionou os polígonos vinculados ao território do DF. A partir daí foram reclassificadas as categorias utilizadas pelo projeto MapBiomias para consolidar entre macrocategorias descritas pelo IPCC.

transição e replicadas as suas médias para os demais anos da reta histórica, ou melhor, a transição 1990-2004 e a transição 2005-2012, coerente com a abordagem de representação/classificação do tipo 2 prevista nas diretrizes do IPCC 2006. A abordagem adotada aqui com base na coleção da versão 4 do Projeto MapBiomias segue a do tipo 3 caracterizando e explicitando espacialmente cada matriz anual, ou seja, a mudança ocorrida em cada de imagem pixel analisado a cada ano. Assim, são apresentadas as matrizes de 1985/1986 e demais biênios até o biênio 2017/2018. Para fins de representação os dados serão apresentados como anuais, tendo início no ano de 1986, pois o primeiro ano da série 1985 contém apenas a cobertura vegetal inicial desta coleção de imagens.

Da mesma forma, para fins de simplificação de apresentação deste produto foram elaborados apenas 3 cartogramas para comparar a evolução do uso da terra identificado no território do DF. Recordar-se que a consolidação realizada pela WayCarbon de usos da terra publicada no 1º inventário apresenta 5 grandes categorias: Florestas, Agricultura, Pastagens, Áreas Urbanas e Outras Terras. A classificação adotada por esta atualização ampliou em número superior de classificações, ou melhor, em 10 classificações: Formação Florestal, Floresta Plantada, Formação Campestre (origem natural), Pastagens (não natural, origem plantada), Cultivos (áreas agrícolas), Área Urbana, Água (Rios, Lagos, etc), Áreas de Mineração, Outras Áreas não Vegetadas e áreas não observadas³⁰. Tal classificação contendo 10 diferenças é coerente com a abordagem de nível 2 disponibilizada pela coleção de imagens do projeto MapBiomias.

Para fins de comparabilidade adotou-se um agrupamento de duas classificações para representar área de florestas: Formação Florestal e Floresta Plantada. Ressalta-se que para o IPCC, como o foco é na formação de estoque de carbono, a definição de florestas não é a mesma adotada para fins de classificação de biodiversidade. Nos cálculos de remoções aplicados pela empresa WayCarbon os fatores de remoção de biomassa foram apenas caracterizados como dois tipos: Florestas plantadas e Florestas nativas. Quando analisados os arquivos repassados pela SEMA, há existência de informações incluídas no software do IPCC pela empresa Waycarbon de mais de duas dezenas de tipos florestais com fatores aplicados

³⁰ - Entre, os diversos motivos para termos esta classificação, os principais são aqueles vinculados as dificuldades técnicas, por exemplo, existência de nuvens nas imagens ou a inclusão de limites geográficos/fronteiriços que sobrepõem do DF aos cortes das imagens. Portanto, essa categoria é fundamental para conseguir realizar o acerto das áreas totais ao longo dos anos.

nos cálculos, porém apenas de dois tipos foram utilizados para fins de simplificação. Portanto, adotou-se fatores de estoque de carbono e remoções anuais distintas para Floresta Natural e Floresta Plantada. Aplicou-se um fator médio vinculado como Cerrado Stricto para a floresta natural, uma vez que é formação mais significativa das florestas naturais do DF. No caso das florestas plantadas adotou-se fatores médios combinados de Eucalipto e Pinus, que são os principais tipos de formações florestais plantadas no DF. Em ambos os casos (Naturais e Plantadas), assim como nos demais tipos de classificação foram utilizados fatores de emissões e estoque de biomassa das diretrizes do IPCC 2006 e das últimas publicações oficiais (2º e 3º inventários nacionais de gases de efeito estufa) e de publicações científicas.

Neste produto adotou-se ainda, a classificação e consolidação como área de “gramíneas” as seguintes subclassificações: Formação Campestre (origem natural), Pastagens (não natural, origem plantada); apesar de o enfoque adotado nesse subsetor trazer apenas os processos de emissões e remoções de gases de efeito estufa associados a cobertura, uso e mudanças no uso da terra, tal classificação apoia-se na coerência das informações relativas ao cálculo das emissões da aplicação de fertilizantes no setor de agricultura.

Diferentemente da abordagem do 1º inventário do DF, resolveu-se separar as áreas de água (lagos, rios etc.) das demais “Outras áreas não florestadas”. Porém, consolidou-se as áreas de mineração em relação as últimas e foram mantidas as classificações de Área Urbana. Ressalta-se ainda que, este trabalho procurou normalizar a análise sobre o total da área oficial do território do Distrito Federal por meio da inclusão da subcategoria “outras áreas não observadas”. A análise da Way Carbon, assim como as coleções do Projeto MapBiomass possuem uma leve ausência de área devido a linha de fronteira do território. As imagens são cobertas pelas linhas de fronteira dificultando a aplicação da análise espacial. Assim, quando somados em toda extensão há divergências de cerca de 0.37% da área total, que foram ajustadas e incorporadas como áreas de ajuste e consolidadas “outras áreas não florestadas” para fins de conservadorismo de cálculo, ou seja, as eventuais remoções de CO₂ de tais áreas, que tendem a ser bem maiores que as emissões deste setor no DF, não serão consideradas.

O quadro a seguir apresenta uma comparação das categorias do uso e cobertura da terra para o setor LULUCF nesta atualização do inventário do DF em relação àquelas utilizadas na categorização adotada no 1º inventário do DF.

Quadro 16: Comparação entre as classificações das categorias entre as utilizadas no 1º inventário

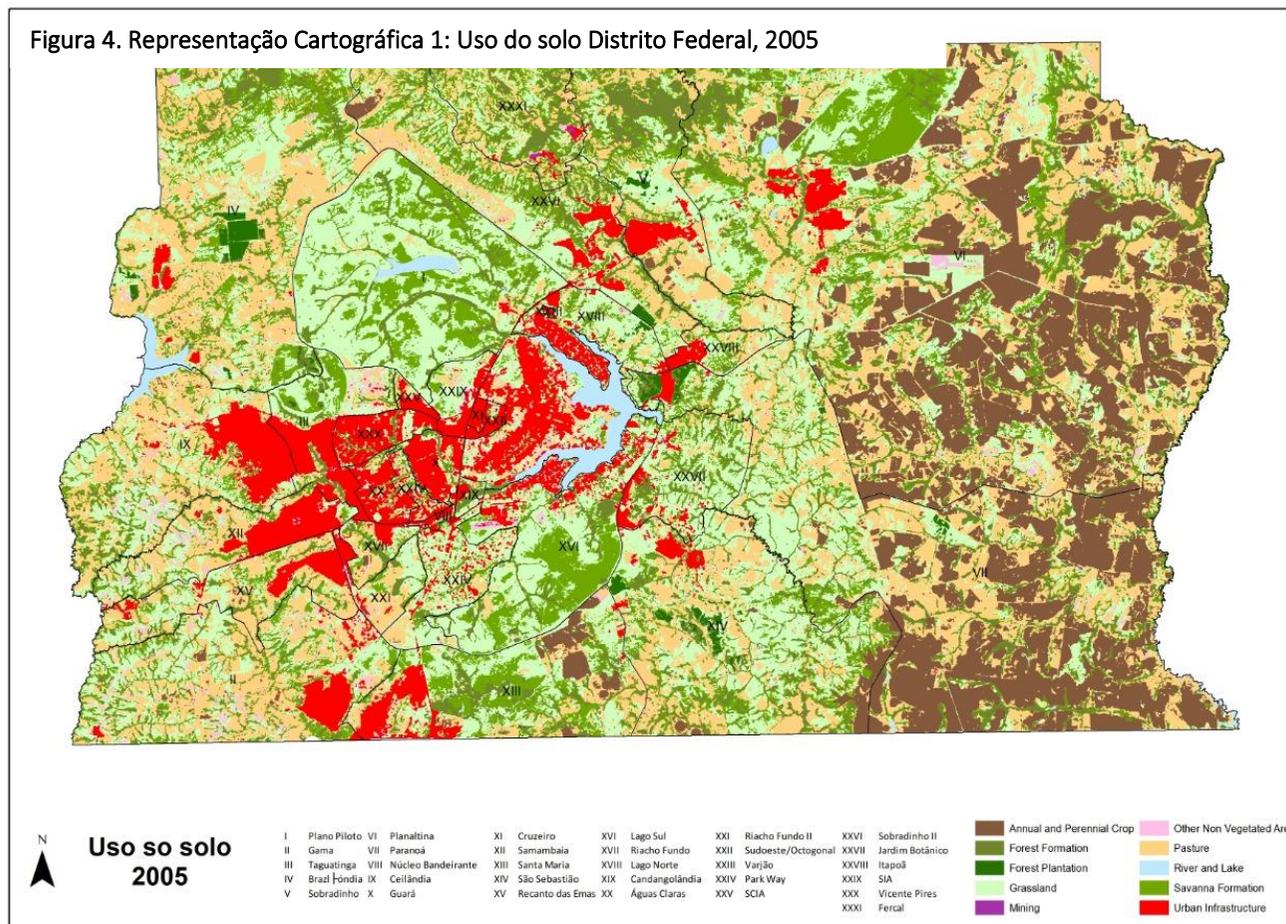
CATEGORIA 1o Inventário	DESCRIÇÃO	Categoria nesta Atualização	Subcategorias ³¹
Floresta	Remanescentes de Vegetação arbórea com valor mínimo de cobertura de copa das árvores de 30%, igual ou maior do que 5 (cinco) hectares e com potencial de altura de árvores de 5 m ou mais. As florestas podem ser estratificadas em áreas de floresta plantada (florestamento ou reflorestamento) que são áreas já estabelecidas ou em preparo para o plantio de essências florestais, incluindo as áreas ocupadas com seus respectivos viveiros de mudas.	FLORESTAS (<i>Forestlands</i>)	Florestas Naturais. Florestas Plantadas.
Área agrícola	Áreas cultivadas com lavouras temporárias e permanentes.	CULTIVOS (<i>Croplands</i>)	Conjunto de áreas com cultivos anuais e permanentes.
Campo / Pastagem	Áreas destinadas ao pastoreio e estabelecidas mediante plantio. Também se refere as áreas de campo em estágio inicial, médio ou avançado, mas que não se caracterizam por florestas.	GRAMÍNEAS (<i>Grasslands</i>)	Formação Campestre. Pastagens (Não naturais).
Água	Todos os corpos hídricos, permanentes e temporários, naturais ou artificiais, que podem ser águas continentais, rios, lagos, lagoas, barramento ou reservatório.	Água/ Áreas Alagadas (<i>Wetlands</i>)	Rios, Lagos e áreas alagadas.
Área urbana	Área definida por lei que é caracterizada por edificações contínuas e a existência de equipamentos sociais (moradia, recreação, circulação, etc.), podendo ser uma cidade, distrito, localidade ou vila.	Assentamentos Urbanos (<i>Settlements</i>)	Áreas urbanas
Outros	Área de formações rochosas, mineração, nuvens, sombras de nuvens ou outra feição da paisagem não passível de interpretação ou classificação.	Outras Terras (<i>Other Lands</i>)	Áreas de Mineração Outras Áreas não florestadas Áreas não observadas

Fonte: Elaboração própria

³¹ Para cada uma das subcategorias foram realizadas estimativas de emissões e remoções de CO₂.

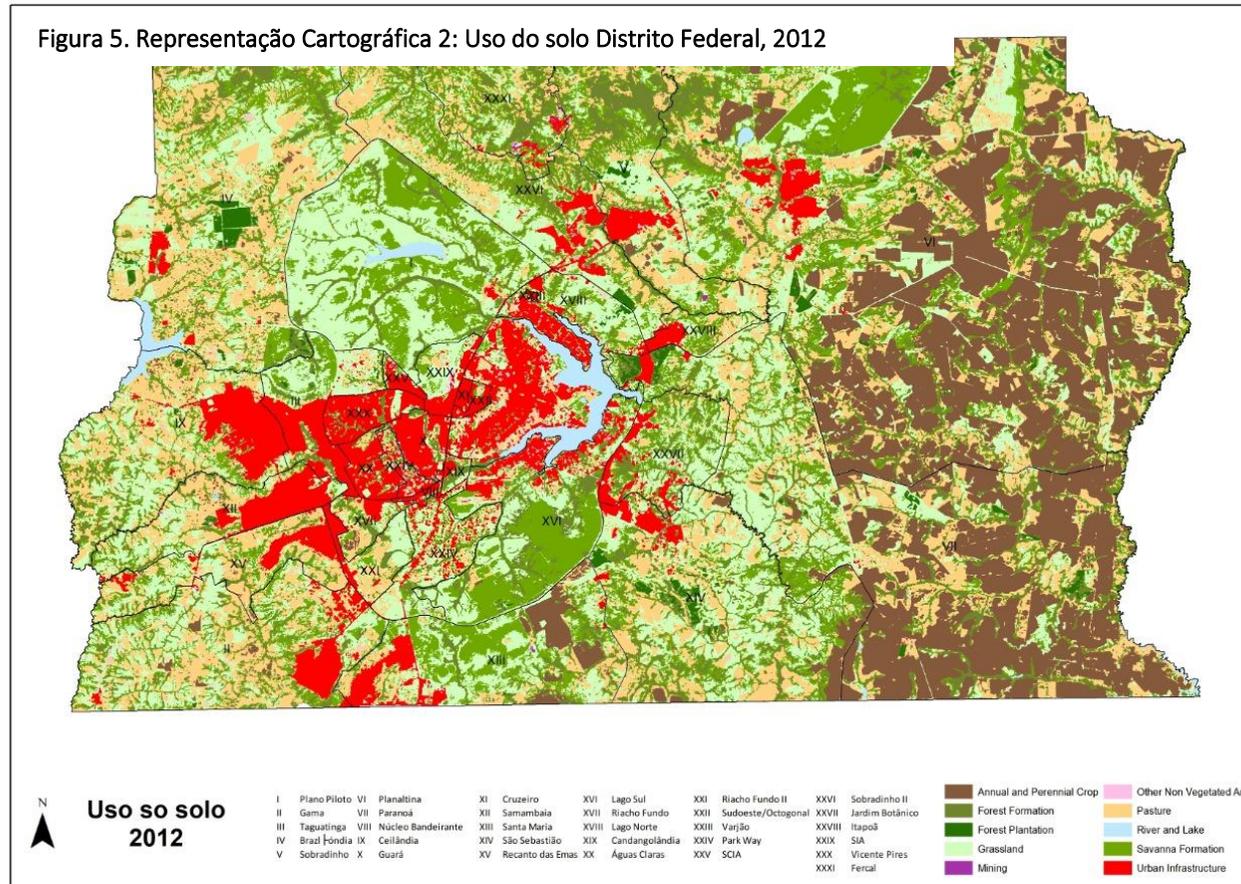
As representações cartográficas, a seguir, apresentam espacialmente as mudanças no uso do solo nos anos de 2005, 2012 e 2018, datas coerentes com atualização do 1º inventário.

Figura 4. Representação Cartográfica 1: Uso do solo Distrito Federal, 2005



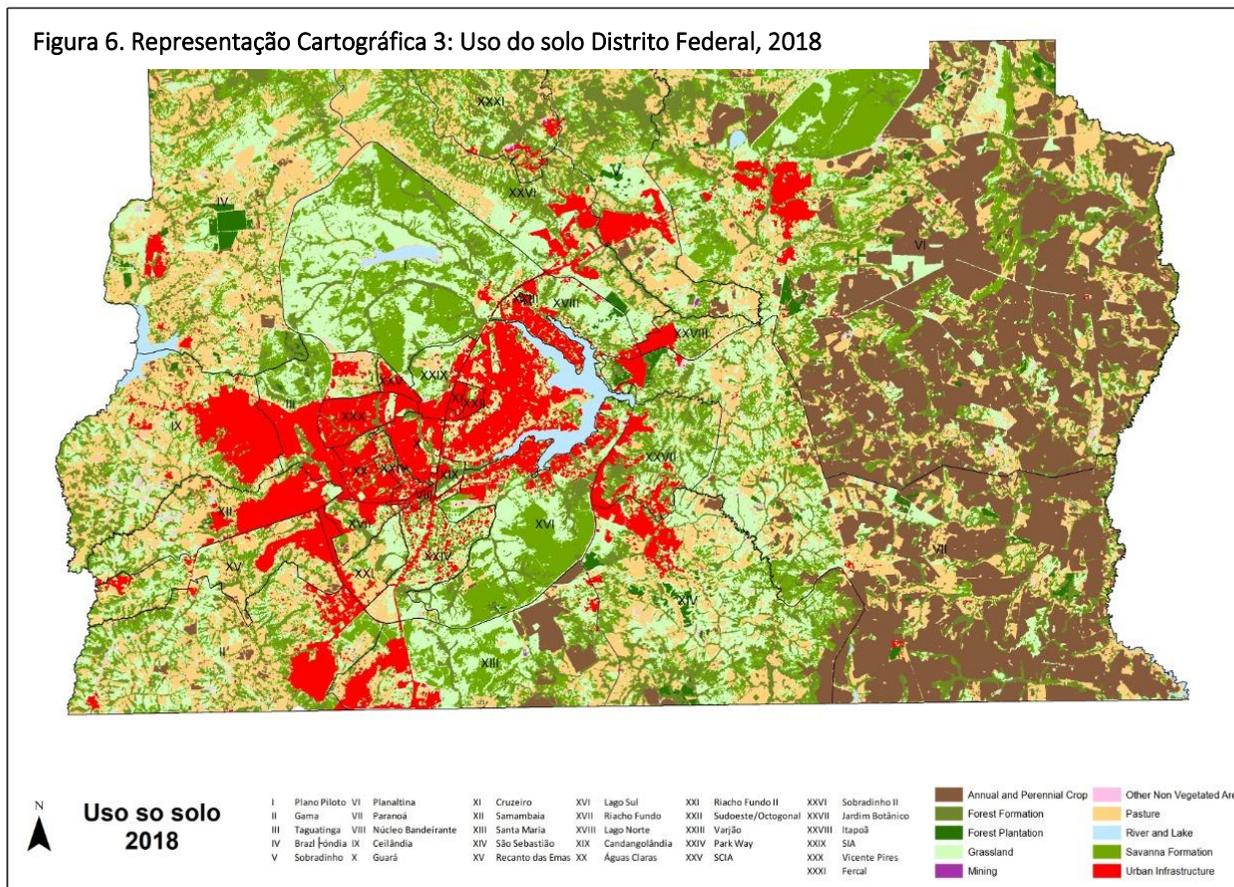
Fonte: Elaboração própria a partir da Coleção versão 4 do Projeto MapBiomas.

Figura 5. Representação Cartográfica 2: Uso do solo Distrito Federal, 2012



Fonte: Elaboração própria a partir da Coleção versão 4 do Projeto MapBiomas.

Figura 6. Representação Cartográfica 3: Uso do solo Distrito Federal, 2018

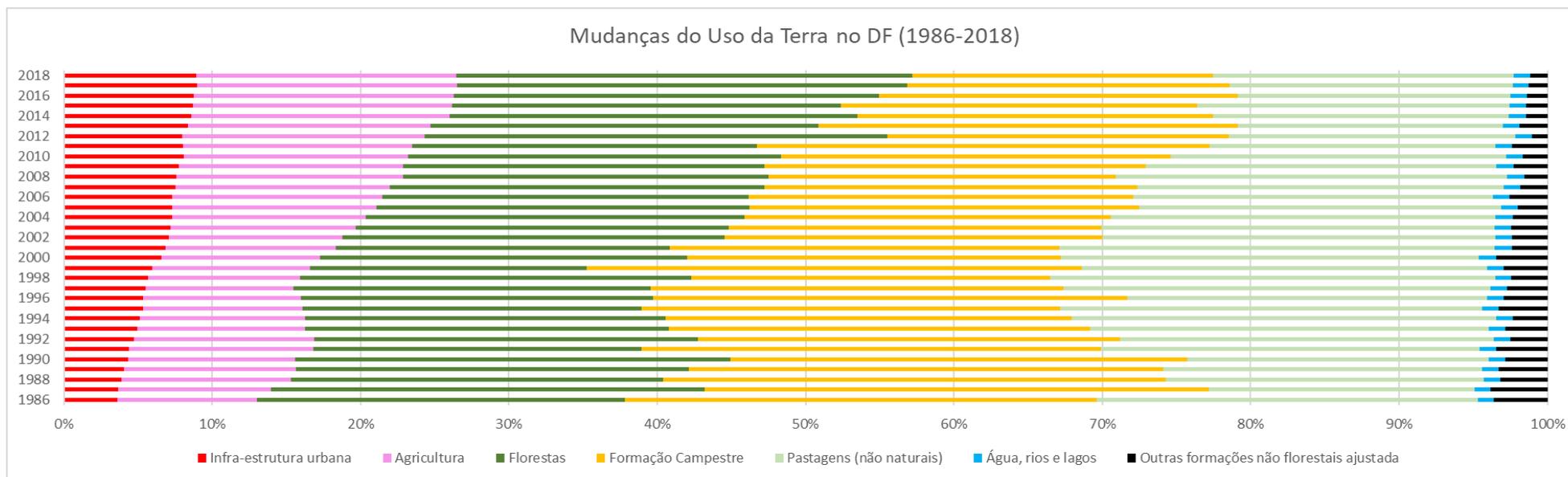


Fonte: Elaboração própria a partir da Coleção versão 4 do Projeto MapBiomias.

Como pode ser observado, há uma dinâmica de mudança substantiva que pode ser bem capturada com os gráficos e tabelas a seguir, em especial, um aumento do percentual das áreas urbanas de 151% desde 1985 em relação ao ano de 2018, ampliando de 4% para 9% do total da área do DF. A cobertura da área de agricultura neste período cresce em 86%, sendo um aumento de 21% desde o ano de 2012, alcançando 18% do total da área do DF. As florestas tiveram um aumento de 24% desde 1986 e de 18% desde 2012, saltando de 25% do território em 2005 para 31% em 2018.

Porém, para que houvesse tais incrementos, ocorreu uma redução de 18% do total do território das áreas de gramíneas desde 1986, sendo que desse total, a área com formação campestre natural reduziu em 26% desde 2012 e redução de 22% das áreas de pastagens plantadas no mesmo período.

Em relação às áreas cobertas por água, há uma dinâmica de ampliação do percentual de 4% quando comparado 1986 e 2018, porém há uma redução percentual de 2% quando comparado 2012 em relação ao ano de 2018. Uma redução interessante observada foi com relação as áreas com outras formações não florestadas, caindo de 4% em 1986 para 1% do total do território em 2018, representando a melhoria na qualidade dos dados ao longo da análise.



Fonte: Elaboração própria a partir da Coleção versão 4 do Projeto MapBiomas.

Tabela 36.

% de Aumento ou Redução em 2018 de cada tipo de uso do solo			% de cada tipo de uso em relação ao total da Área do DF			
Tipo de Uso do Solo	1986	2012	Tipo de Uso do Solo	1986	2005	2018
Infra-estrutura urbana	151%	21%	Infra-estrutura urbana	4%	7%	9%
Agricultura	86%	23%	Agricultura	9%	14%	18%
Florestas	24%	18%	Florestas	25%	25%	31%
Formação Campestre	-36%	-26%	Formação Campestre	32%	26%	20%
Pastagens (não naturais)	-21%	-22%	Pastagens (não naturais)	26%	24%	20%
Água, rios e lagos	4%	-2%	Água, rios e lagos	1%	1%	1%
Outras formações não florestais re-ajustada	-68%	-80%	Outras formações não florestais re-ajustada	4%	2%	1%

Fonte: Elaboração própria a partir da Coleção versão 4 do Projeto MapBiomas.

Gráfico 43

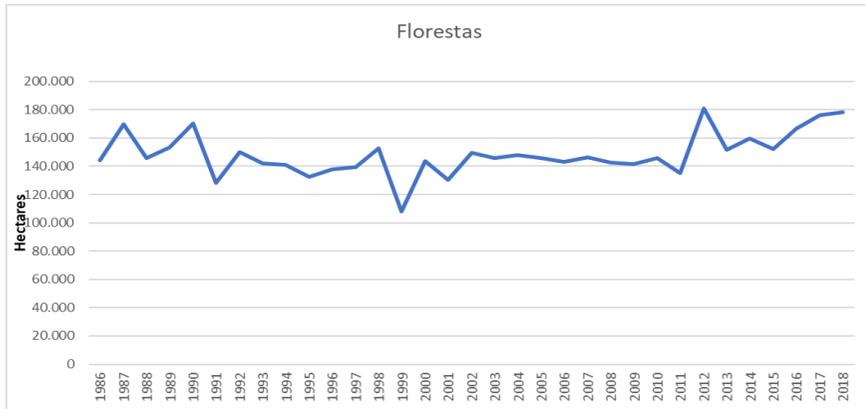


Gráfico 44.

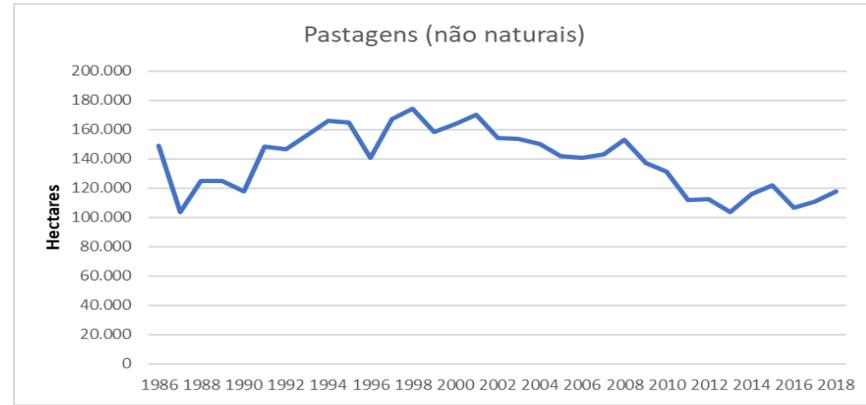


Gráfico 45.

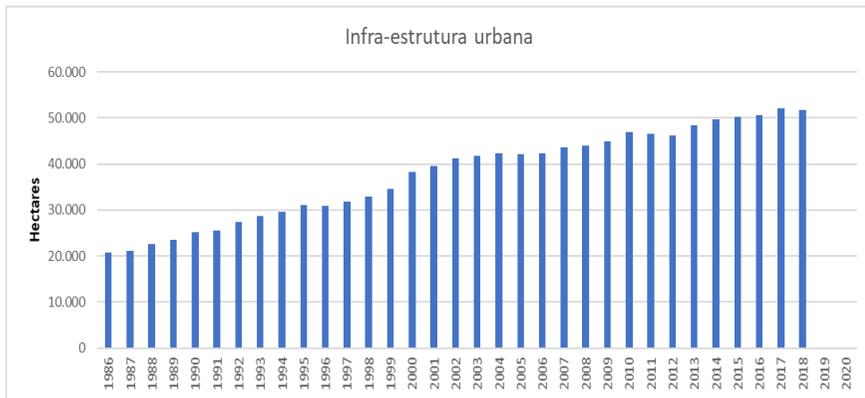
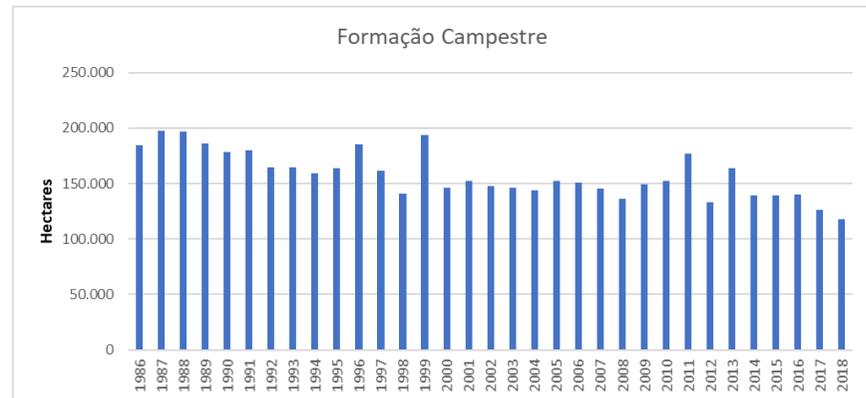


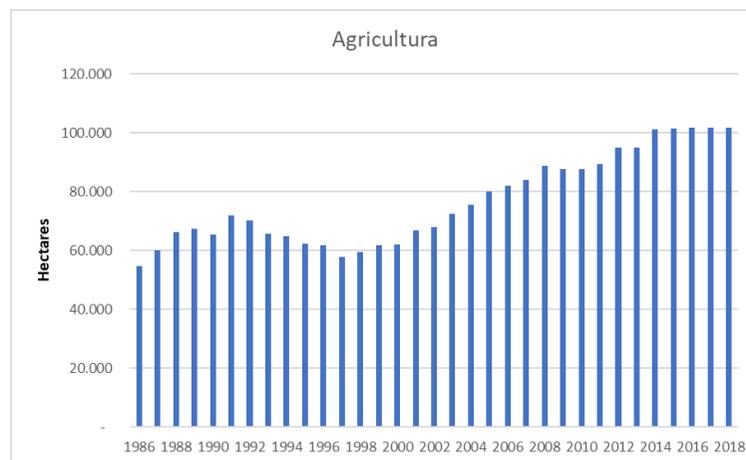
Gráfico 46.



Fonte: Elaboração própria a partir da Coleção versão 4 do Projeto MapBiomas.

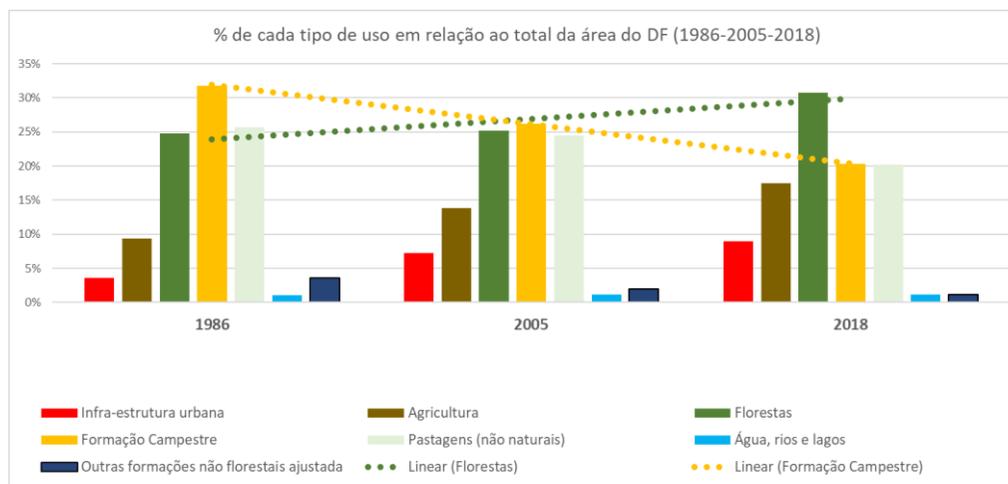
Fonte: Elaboração própria a partir da Coleção versão 4 do Projeto MapBiomas.

Gráfico 47.



Fonte: Elaboração própria a partir da Coleção versão 4 do Projeto MapBiomias.

Gráfico 48.



Fonte: Elaboração própria a partir da Coleção versão 4 do Projeto MapBiomias.

5.1 EMISSÕES E REMOÇÕES DO SETOR DE USO DA TERRA, MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTAS (LULUCF)

Como apresentado anteriormente, a categoria que individualmente obteve o maior incremento foi a área coberta com cultivos agrícolas. Segundo o IPCC (2006), as terras de cultivos incluem terras aráveis e cultiváveis, campos de arroz e sistemas agroflorestais onde a vegetação fica abaixo dos limites usados para a categoria Terras com Florestas e não deve exceder tais limites posteriormente. As terras de cultivos incluem todas as culturas anuais e perenes, bem como pousios temporários (ou seja, terras em repouso por um ou vários anos antes de serem novamente cultivadas).

As culturas anuais incluem cereais, oleaginosas, vegetais, raízes e forragens. As culturas perenes incluem árvores e arbustos, em combinação com plantas herbáceas culturas (por exemplo, agrossilvicultura) ou como pomares, vinhedos e plantações de cacau, café, chá, dendê, coco, seringueiras e bananas, exceto onde essas terras atendem aos critérios de categorização como terra com florestas. As terras de cultivo que são normalmente usadas para o cultivo de culturas anuais, mas temporariamente usadas para culturas forrageiras ou pastoreio como parte de uma rotação anual entre culturas e pastagens (sistema integrado) são incluídas nas terras de cultivos.

A quantidade de carbono armazenada e emitida ou removida em qualquer das categorias de consolidação de terras e uso de terras, incluídas aí Florestas; Cultivos; Gramíneas; Águas e áreas alagadas; Áreas Urbanas; e Outras Terras, depende do tipo de material genético, práticas de manejo e variáveis do solo e do clima. Por exemplo, cultivos anuais (cereais, vegetais) são colhidos a cada ano, às vezes, duas vezes a cada ano, assim não foram considerados no cálculo do estoque de carbono na biomassa a longo prazo.

No entanto, no caso de florestas, assim como das partes lenhosas da formação campestre, ou mesmo em áreas de pastagens, a vegetação pode armazenar carbono significativo na biomassa ao longo de vida de tais usos, mas a quantidade depende do tipo de espécie, densidade, taxas de crescimento e práticas de manejo.

Os estoques de carbono nos solos podem ser significativos e mudanças nos estoques podem ocorrer em conjunto com as propriedades do solo e práticas de manejo, incluindo tipo e rotação de culturas, lavoura, colheita de madeira, drenagem, manejo de resíduos e manejo

orgânico alterações³². A queima do resíduo da colheita produz gases de efeito estufa não-CO₂ significativos e o cálculo e métodos são fornecidos. Entretanto, para o Distrito Federal, não foram fornecidas informações sobre práticas de queima de resíduos de colheitas³³, assim não foram considerados nos cálculos, tampouco foram incorporadas no 1º inventário do DF. Caso tais dados sejam repassados para o próximo produto (análise de mitigação) os valores poderiam ser diferentes daqueles encontrados.

Em seguida serão apresentadas as tabelas de consolidação dos resultados de emissões e remoções de gases de efeito estufa, considerando que, diferentemente do 1º Inventário, foram calculadas anualmente todas as transições e como as planilhas são bastante grandes, adotou-se considerar apenas duas subcategorias-síntese para cada uma das 6 categorias de terras. Com o objetivo de ampliar a transparência, apresenta-se a seguir as chaves de notação para os gases distintos ao CO₂: Estimado Externamente (EE); Não Estimado (NE); e Não Ocorre (NO). Como no 1º inventário não foram estimados as emissões e remoções dos Produtos de Madeira Colhida (*Harvested wood products - HWP*).

³² Conversões de uso da terra de terras com Florestas, pastagens e áreas úmidas para Áreas de cultivo geralmente resultam em uma perda líquida de carbono da biomassa e do solo, além de N₂O na atmosfera. No entanto, terras de cultivos estabelecidas em terras com vegetação escassa ou altamente perturbada anteriormente (por exemplo, terras de mineração) pode resultar em um ganho líquido de biomassa e carbono do solo. Porém, por fins de conservadorismo e simplificação, para toda as áreas de mineração foram definidas como áreas sem remoções significativas ou estoque de carbono.

³³ Das colheitas com práticas de queimadas, nos inventários do Brasil (algodão e cana-de-açúcar), apenas cana-de-açúcar é cultivada em Brasília, segundo dados da EMATER-DF em 2010, mas não há informação desagregada para a cana-de-açúcar (está em Grandes culturas como “outros” junto com urucum e guariroba, segundo abertura desagregada pela EMATER-DF somente disponível para 2010, mas a informação está agregada em Grandes culturas “outros” para os demais anos do período 2009 a 2018) e tampouco há informação de qual prática de colheita é feita (mecanizada ou com uso de queimada) nas informações da EMATER-DF.

Quadro 17.

Emissões de GEE por fontes e remoções por sumidouros	CH4	N2O	NOx	CO	NM VOC
	toneladas				
Total LULUCF - Emissões líquidas de CO₂ (emissões e remoções) (1)	NE	NE	NE	NE	NE
A. Florestas (F) tCO₂	NE	NE	NE	NE	NE
1. Florestas mantidas Florestas (FF) tCO ₂	NE	NE	NE	NE	NE
2. Terras convertidas em Florestas (TF) tCO ₂	NE	NE	NE	NE	NE
B. Cultivos (C) tCO₂	NE	NE	NE	NE	NE
1. Cultivos mantidos em Cultivo (CC) tCO ₂	NE	NE	NE	NE	NE
2. Terras convertidas em Cultivos (TC) tCO ₂	NE	NE	NE	NE	NE
C. Gramíneas (G) tCO₂	NE	NE	NE	NE	NE
1. Gramíneas mantidas Gramíneas (GG) tCO ₂	NE	NE	NE	NE	NE
2. Terras convertidas em gramíneas (TG) tCO ₂	NE	NE	NE	NE	NE
D. Águas/Áreas alagadas (A)(2) tCO₂	NE, NO	NE, NO	NE	NE	NE
1. Águas/Áreas alagadas mantidas como Áreas alagadas (AA) tCO ₂	NE	NE, NO	NE	NE	NE
2. Terras convertidas em água/áreas alagadas (TA) tCO ₂	NE	NE, NO	NE	NE	NE
E. Assentamentos urbanos (U) tCO₂	NE	NE, NO	NE	NE	NE
1. Assentamentos urbanos mantidos como assentamentos urbanos (UU) tCO ₂	NE	NO	NE	NE	NE
2. Terras convertidas em Assentamentos Urbanos (TU) tCO ₂	NE	NO, NE	NE	NE	NE
F. Outras Terras (O) (3) tCO₂	NO, NE	NE, NO	NE	NE	NE
1. Outras Terras mantidas como Outras Terras (OO) tCO ₂					
2. Terras convertidas em Outras Terras (TO) tCO ₂	NO	NO	NE	NE	NE
G. Produtos de madeira colhida /Harvested wood products (HWP) (4) tCO₂	NE	NE	NE	NE	NE
(1) Para fins de relatório, os sinais de remoções são sempre negativos (-) e de emissões positivas (+).					
(2) As Partes podem decidir não preparar estimativas para as emissões de CH ₄ de áreas inundadas contidas no Apêndice 3 do volume 4 das Diretrizes do IPCC de 2006, embora possam fazê-lo se assim o desejarem.					
(3) Esta categoria inclui solo descoberto, rocha, gelo e todas as áreas de terra que não se enquadram em nenhuma das outras cinco categorias. Ele permite que o total de áreas identificadas corresponda à área total.					
(4) As emissões não-CO ₂ de HWP são cobertas no setor de energia ou no setor de resíduos.					

Em seguida serão apresentadas as tabelas com a consolidação dos resultados de emissões e remoções de CO₂.

Tabela 37 a. Emissões de CO₂ por fontes e remoções por sumidouros (em mil toneladas)

Emissões de GEE por fontes e remoções por sumidouros	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Total LULUCF	7.738.388	2.225.351	6.519.697	3.393.858	2.561.978	8.585.158	1.993.549	3.385.429	2.665.187	3.554.646	2.457.947	3.351.770	1.848.150	7.727.493	1.891.051
A. Florestas (F) tCO₂	- 918.341	- 1.080.481	- 952.307	- 1.006.688	- 1.122.201	- 911.542	- 1.048.919	- 993.535	- 988.503	- 936.325	- 971.640	- 979.264	- 1.064.017	- 782.366	- 996.708
1. Florestas mantidas Florestas (FF) tCO ₂	- 808.074	- 793.183	- 822.685	- 797.202	- 877.391	- 827.151	- 800.181	- 880.966	- 860.701	- 822.688	- 795.271	- 815.485	- 881.670	- 718.465	- 691.379
2. Terras convertidas em Florestas (TF) tCO ₂	- 110.267	- 287.298	- 129.622	- 209.486	- 244.810	- 84.391	- 248.738	- 112.570	- 127.802	- 113.637	- 176.370	- 163.779	- 182.347	- 63.902	- 305.329
B. Cultivos (C) tCO₂	287.812	243.502	463.150	271.590	118.027	409.433	153.081	95.201	127.167	119.244	104.658	129.691	170.220	148.708	135.707
1. Cultivos mantidos em Cultivo (CC) tCO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Terras convertidas em Cultivos (TC) tCO ₂	287.812	243.502	463.150	271.590	118.027	409.433	153.081	95.201	127.167	119.244	104.658	129.691	170.220	148.708	135.707
C. Gramíneas (G) tCO₂	7.755.981	2.525.726	6.556.459	3.667.655	3.139.632	8.457.362	2.543.150	3.881.921	3.197.231	3.734.493	2.979.737	3.744.584	2.381.823	7.770.301	2.012.075
1. Gramíneas mantidas Gramíneas (GG) tCO ₂	207.916,12	- 232.565,16	172.114,81	135.287,01	56.955,22	215.746,49	119.073,24	101.974,46	93.675,72	34.446,88	- 104.673,34	249.801,67	179.919,38	- 76.840,53	202.577,66
2. Terras convertidas em gramíneas (TG) tCO ₂	7.548.064	2.758.291	6.384.344	3.532.368	3.082.677	8.241.616	2.424.077	3.779.946	3.103.555	3.700.046	3.084.410	3.494.783	2.201.904	7.847.141	1.809.497
D. Águas/Áreas alagadas (A)(2) tCO₂	23.475	10.421	35.065	26.545	12.984	10.533	19.330	14.034	15.407	13.815	8.272	19.984	6.961	50.916	65.050
1. Águas/Áreas alagadas mantidas como Áreas alagadas (AA) tCO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Terras convertidas em água/áreas alagadas (TA) tCO ₂	23.475	10.421	35.065	26.545	12.984	10.533	19.330	14.034	15.407	13.815	8.272	19.984	6.961	50.916	65.050
E. Assentamentos urbanos (U) tCO₂	28.224	24.754	59.817	26.023	62.954	39.241	55.723	50.009	51.125	65.043	34.281	75.640	59.821	103.219	109.161
1. Assentamentos urbanos mantidos como assentamentos urbanos (UU) tCO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Terras convertidas em Assentamentos Urbanos (TU) tCO ₂	28.224	24.754	59.817	26.023	62.954	39.241	55.723	50.009	51.125	65.043	34.281	75.640	59.821	103.219	109.161
F. Outras Terras (O) (3) tCO₂	561.237	501.430	357.514	408.732	350.581	580.130	271.184	337.800	262.761	558.377	302.640	361.134	293.341	436.714	565.766
1. Outras Terras mantidas como Outras Terras (OO) tCO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Terras convertidas em Outras Terras (TO) tCO ₂	561.237	501.430	357.514	408.732	350.581	580.130	271.184	337.800	262.761	558.377	302.640	361.134	293.341	436.714	565.766
G. Produtos de madeira colhida /Harvested wood products (HWP) (4) tCO₂	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

(1) Para fins de relatório, os sinais de remoções são sempre negativos (-) e de emissões positivas (+).

(2) As Partes podem decidir não preparar estimativas para as emissões de CH₄ de áreas inundadas contidas no Apêndice 3 do volume 4 das Diretrizes do IPCC de 2006, embora possam fazê-lo se assim o desejarem.

(3) Esta categoria inclui solo descoberto, rocha, gelo e todas as áreas de terra que não se enquadram em nenhuma das outras cinco categorias. Ele permite que o total de áreas identificadas corresponda à área total.

Tabela 37 b.

Emissões de GEE por fontes e remoções por sumidouros	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Total LULUCF	3.359.157	1.087.731	2.635.774	2.109.684	2.359.500	2.475.671	1.724.531	2.778.153	2.599.084	1.527.451
A. Florestas (F) tCO2	- 917.855	- 1.041.862	- 1.017.896	- 1.033.821	- 1.019.189	- 1.004.730	- 1.025.800	- 1.004.949	- 997.588	- 1.035.294
1. Florestas mantidas Florestas (FF) tCO2	- 836.797	- 839.779	- 910.355	- 904.640	- 902.622	- 893.572	- 903.278	- 891.186	- 864.294	- 907.567
2. Terras convertidas em Florestas (TF) tCO2	- 81.058	- 202.082	- 107.540	- 129.181	- 116.567	- 111.158	- 122.523	- 113.763	- 133.294	- 127.727
B. Cultivos (C) tCO2	156.457	89.805	170.982	176.646	161.430	145.842	137.906	178.052	118.861	107.034
1. Cultivos mantidos em Cultivo (CC) tCO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Terras convertidas em Cultivos (TC) tCO2	156.457	89.805	170.982	176.646	161.430	145.842	137.906	178.052	118.861	107.034
C. Gramíneas (G) tCO2	3.820.804	1.688.136	3.066.770	2.539.074	2.970.278	2.921.741	2.334.022	3.367.556	3.043.235	2.153.860
1. Gramíneas mantidas Gramíneas (GG) tCO2	97.775,64	1.932,79	64.274,01	52.817,76	7.036,13	44.329,55	85.582,13	195.399,27	97.951,14	11.997,51
2. Terras convertidas em gramíneas (TG) tCO2	3.723.029	1.686.203	3.002.496	2.486.257	2.977.315	2.877.412	2.248.440	3.172.156	3.141.186	2.141.862
D. Águas/Áreas alagadas (A)(2) tCO2	13.790	6.438	11.673	38.524	9.341	12.476	10.972	12.441	37.000	8.785
1. Águas/Áreas alagadas mantidas como Áreas alagadas (AA) tCO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Terras convertidas em água/áreas alagadas (TA) tCO2	13.790	6.438	11.673	38.524	9.341	12.476	10.972	12.441	37.000	8.785
E. Assentamentos urbanos (U) tCO2	61.719	84.418	80.444	64.279	38.787	50.398	74.867	50.778	61.502	98.651
1. Assentamentos urbanos mantidos como assentamentos urbanos (UU) tCO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Terras convertidas em Assentamentos Urbanos (TU) tCO2	61.719	84.418	80.444	64.279	38.787	50.398	74.867	50.778	61.502	98.651
F. Outras Terras (O) (3) tCO2	224.242	260.797	323.801	324.982	198.853	349.944	192.564	174.276	336.073	194.416
1. Outras Terras mantidas como Outras Terras (OO) tCO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Terras convertidas em Outras Terras (TO) tCO2	224.242	260.797	323.801	324.982	198.853	349.944	192.564	174.276	336.073	194.416
G. Produtos de madeira colhida /Harvested wood products (HWP) (4) tCO2	NE									

Tabela 37 c.

Emissões de GEE por fontes e remoções por sumidouros	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Total LULUCF	2.359.500	2.475.671	1.724.531	2.778.153	2.599.084	1.527.451	2.987.217	- 380.632	4.837.497	1.762.964	2.380.547	586.372	1.240.236	2.141.598
A. Florestas (F) tCO2	- 1.019.189	- 1.004.730	- 1.025.800	- 1.004.949	- 997.588	- 1.035.294	- 986.228	- 1.284.091	- 1.112.921	- 1.158.488	- 1.121.896	- 1.215.885	- 1.281.853	- 1.296.040
1. Florestas mantidas Florestas (FF) tCO2	- 902.622	- 893.572	- 903.278	- 891.186	- 864.294	- 907.567	- 890.358	- 969.687	- 1.057.245	- 1.011.330	- 1.035.342	- 1.053.319	- 1.131.714	- 1.153.801
2. Terras convertidas em Florestas (TF) tCO2	- 116.567	- 111.158	- 122.523	- 113.763	- 133.294	- 127.727	- 95.870	- 314.404	- 55.675	- 147.159	- 86.554	- 162.566	- 150.139	- 142.239
B. Cultivos (C) tCO2	161.430	145.842	137.906	178.052	118.861	107.034	152.516	181.175	112.611	298.871	122.002	80.926	124.017	91.826
1. Cultivos mantidos em Cultivo (CC) tCO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Terras convertidas em Cultivos (TC) tCO2	161.430	145.842	137.906	178.052	118.861	107.034	152.516	181.175	112.611	298.871	122.002	80.926	124.017	91.826
C. Gramíneas (G) tCO2	2.970.278	2.921.741	2.334.022	3.367.556	3.043.235	2.153.860	3.393.715	597.423	5.306.115	2.369.757	3.134.032	1.519.688	2.088.455	3.089.669
1. Gramíneas mantidas Gramíneas (GG) tCO2	- 7.036,13	44.329,55	85.582,13	195.399,27	- 97.951,14	11.997,51	- 115.350,50	179.125,49	- 41.260,14	220.412,54	98.066,70	- 60.923,52	94.624,70	113.065,09
2. Terras convertidas em gramíneas (TG) tCO2	2.977.315	2.877.412	2.248.440	3.172.156	3.141.186	2.141.862	3.509.065	418.298	5.347.375	2.149.344	3.035.965	1.580.612	1.993.830	2.976.604
D. Águas/Áreas alagadas (A)(2) tCO2	9.341	12.476	10.972	12.441	37.000	8.785	20.535	13.192	42.084	10.879	16.230	8.694	10.707	44.800
1. Águas/Áreas alagadas mantidas como Áreas alagadas (AA) tCO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Terras convertidas em água/áreas alagadas (TA) tCO2	9.341	12.476	10.972	12.441	37.000	8.785	20.535	13.192	42.084	10.879	16.230	8.694	10.707	44.800
E. Assentamentos urbanos (U) tCO2	38.787	50.398	74.867	50.778	61.502	98.651	42.485	29.187	132.474	97.086	76.705	65.506	169.282	103.147
1. Assentamentos urbanos mantidos como assentamentos urbanos (UU) tCO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Terras convertidas em Assentamentos Urbanos (TU) tCO2	38.787	50.398	74.867	50.778	61.502	98.651	42.485	29.187	132.474	97.086	76.705	65.506	169.282	103.147
F. Outras Terras (O) (3) tCO2	198.853	349.944	192.564	174.276	336.073	194.416	364.193	82.482	357.134	144.859	153.473	127.444	129.627	108.195
1. Outras Terras mantidas como Outras Terras (OO) tCO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Terras convertidas em Outras Terras (TO) tCO2	198.853	349.944	192.564	174.276	336.073	194.416	364.193	82.482	357.134	144.859	153.473	127.444	129.627	108.195
G. Produtos de madeira colhida /Harvested wood products (HWP) (4) tCO2	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

(1) Para fins de relatório, os sinais de remoções são sempre negativos (-) e de emissões positivas (+).

(2) As Partes podem decidir não preparar estimativas para as emissões de CH4 de áreas inundadas contidas no Apêndice 3 do volume 4 das Diretrizes do IPCC de 2006, embora possam fazê-lo se assim o desejarem.

(3) Esta categoria inclui solo descoberto, rocha, gelo e todas as áreas de terra que não se enquadram em nenhuma das outras cinco categorias. Ele permite que o total de áreas identificadas corresponda à área total.

Fonte: Elaboração própria

Gráfico 49

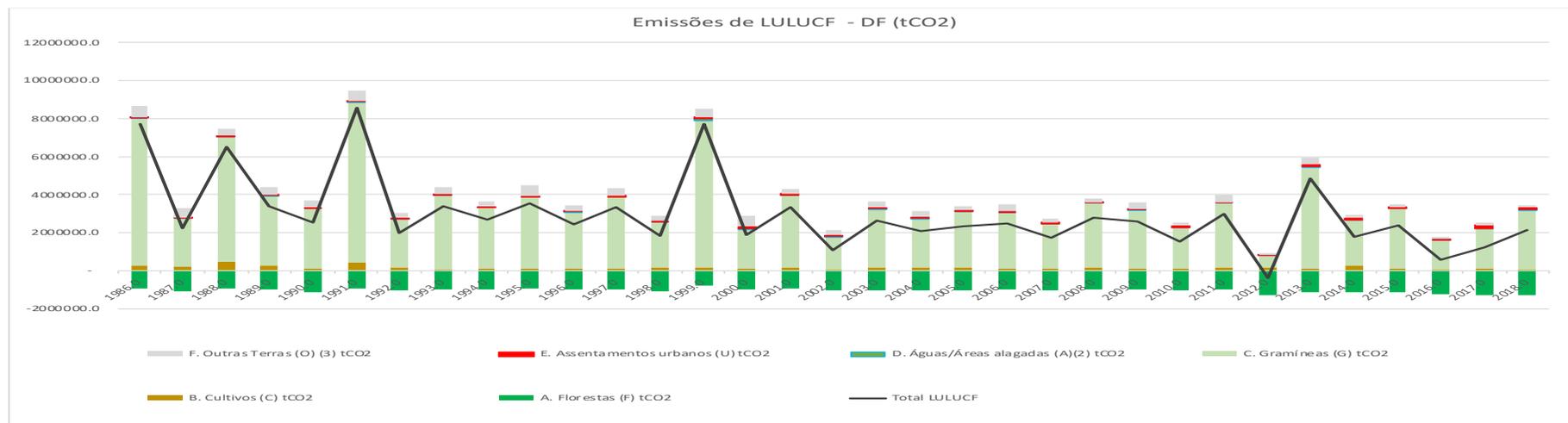
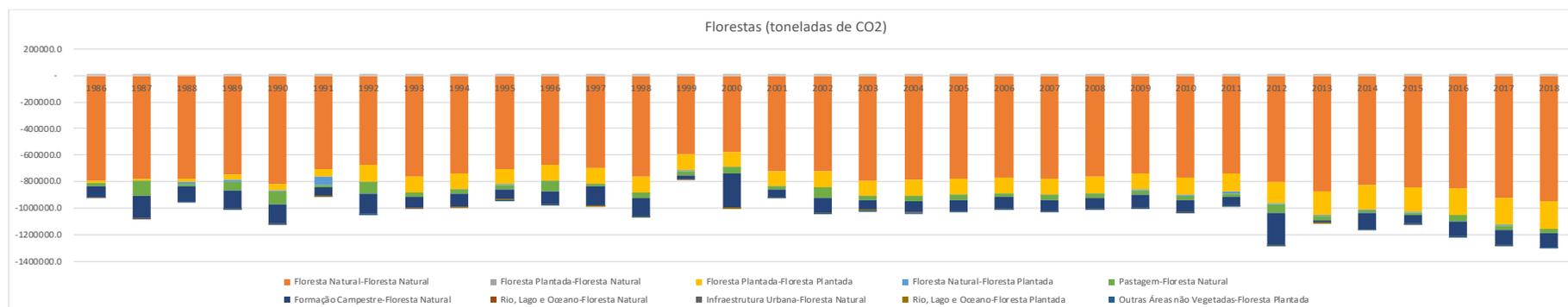
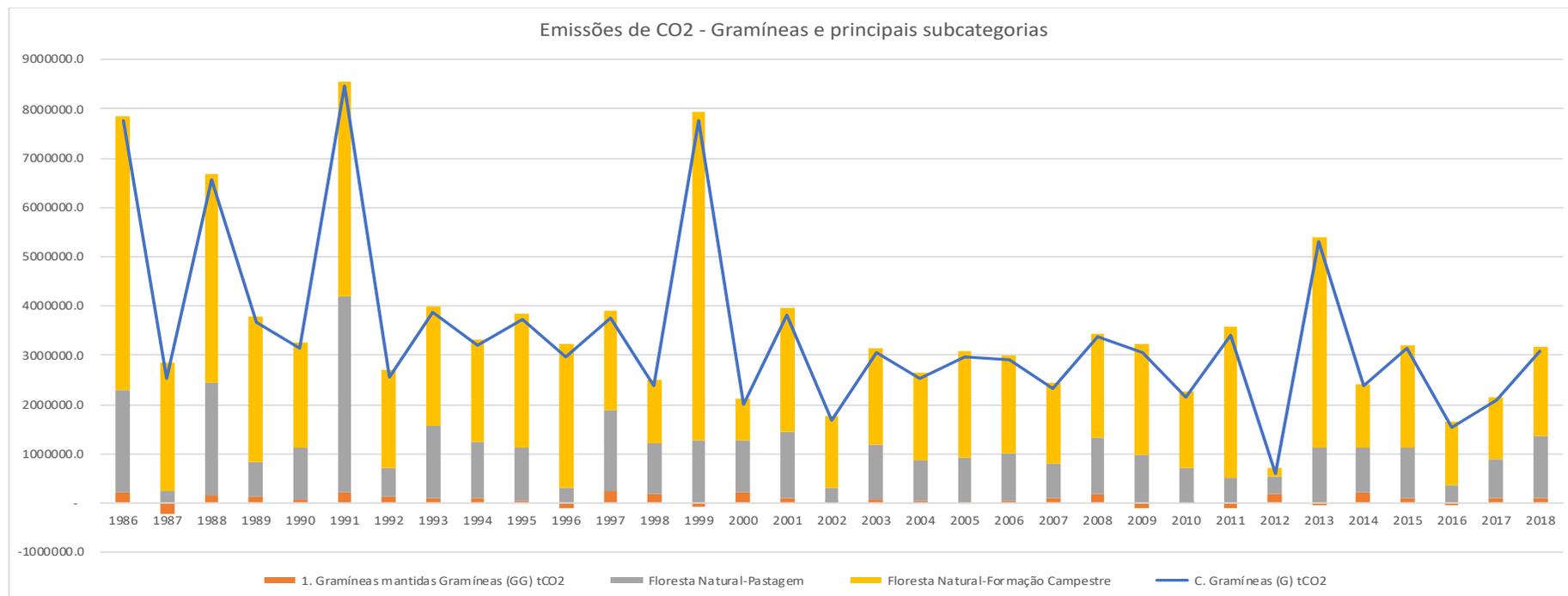


Gráfico 50



Fonte: Elaboração própria

Gráfico 51.



Fonte: Elaboração própria

Como pode ser observado, as emissões identificadas por meio desta metodologia são bastante superiores às encontradas no 1º inventário do DF. Os gráficos acima apresentam em maior detalhe quais seriam as fontes e sumidouros das duas principais subcategorias que contribuem como mais de 80% das emissões e remoções do setor de LULUCF: Florestas e gramíneas.

Ao avaliarmos mais detidamente, as duas principais fontes são: as transições de Floresta Natural para Formação Campestre, assim como de Floresta Natural para Pastagem. Combinadas, tais transições correspondem a mais de 80% das fontes de emissão do setor e a mais 90% da subcategoria de gramíneas. As emissões encontradas são cerca de 100 vezes superiores às estimadas no 1º inventário. A frequência de análise também ampliou significativamente, em mais de 10 vezes, o resultado anual do 1º inventário segue a aplicação de uma medida para todos os anos considerados a partir da medição de apenas 3 anos (matrizes de transição 1990-2005-2012). O resultado nesta atualização aplica a reta histórica a cada ano, contendo mais de 30 transições.

Com relação à principal fonte de remoções, a manutenção de florestas como florestas é equivalente às identificadas no padrão de remoções do 1º inventário do DF. Como apresentado anteriormente, houve um incremento da área florestada ao longo do período inventariado. O montante máximo encontrado foi no ano de 2012, mas se manteve bastante significativo até o ano de 2018, alcançando um total superior de remoções de 1,2 milhões de toneladas de CO₂.

5.2. EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA POR QUEIMA DE BIOMASSA

Foram estimadas separadamente as emissões de gases de efeito estufa (CO₂, CH₄ e N₂O) provenientes de incêndios florestais. Para tanto, foram utilizados dados referentes à área no DF (ha) acometida por incêndios florestais, conforme informações fornecidas pelo Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF). Porém, não foi possível identificar a fisionomia vegetal afetada pelo incêndio e, dessa forma, aplicar os fatores de biomassa

combustível específicos à vegetação acometida (t biomassa/ha e oxidação (%)). Dessa forma, assumiu-se que a ocorrência dos incêndios se distribui entre as diferentes fisionomias vegetais de maneira proporcional à sua área. Com base nessa premissa, calculou-se fatores médios (biomassa combustível disponível e oxidação) aplicáveis à estimativa de emissões por incêndios florestais no Distrito Federal.

O gráfico a seguir apresentar os números divulgados pelo CBMDF nos últimos 10 anos e em seguida a área queimada identificadas em hectares de 2005 a 2018, além dos parâmetros de cálculo para realização das estimativas de emissões de gases de efeito estufa, caso não exista a disponibilidade de detalhamento da fisionomia vegetal afetada.

Gráfico 52.



Fonte: Corpo de Bombeiros do DF

Quadro 18. Área acometida por incêndios florestais no DF

ANO	ÁREA QUEIMADA (ha)
2005	30.125,00
2006	11.120,00
2007	71.730,00
2008	90,00
2009	15.094,00
2010	30.098,00
2011	23.902,00
2012	8.220,00
2013	7.924,00
2014	7.428,00
2015	12.803,00
2016	17.441,00
2017	16.331,00
2018	7.923,00
2019	33.813,00

Fonte: Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF -2005/2017) e Brasília Ambiental (2018-2019).

OBS.: dados para ano 2009 não disponíveis.

Como os dados acima não são especializados, não foi possível identificar a fisionomia vegetal afetada pelo incêndio e, dessa forma, aplicar os fatores de biomassa combustível específicos à vegetação acometida (t biomassa/ha e oxidação (%)). Durante o exercício de mitigação, ao longo da elaboração do próximo produto, serão tratadas as áreas queimadas em condições georreferenciadas, uma atualização das emissões de GEE de gases de efeito estufa das queimadas poderá ser estimadas. Dessa forma, assumiu-se que a ocorrência dos incêndios se distribui entre as diferentes fisionomias vegetais de maneira proporcional à sua área. Com base nessa premissa, calculou-se fatores médios (biomassa

combustível disponível e oxidação) aplicáveis à estimativa de emissões por incêndios florestais no DF. Os passos para o cálculo destes fatores são descritos a seguir.

No Primeiro Inventário Nacional (BRASIL, 2004), o cálculo das emissões de GEE em cerrado não-antrópico foi realizado por meio da avaliação da dados orbitais para a estimativa de áreas acometidas por queimadas naquele bioma. O referido estudo valeu-se de parâmetros que também foram adotados nas estimativas ora realizadas, apresentadas no Quadro 19.

Quadro 19. Parâmetros aplicados ao cálculo de emissões de gases de efeito estufa (GEE) em cerrado não-antrópico no Primeiro Inventário Nacional de emissões de GEE neste inventário

PARÂMETRO/FISIONOMIA	CAMPOS	CERRADO SENSU STRICTU	CERRADÃO
Densidade de biomassa combustível (em peso seco) (t/ha)	7,2	9,4	7,6
Eficiência de queima de biomassa	95%	89%	80%
Fração da biomassa combustível viva, antes da queimada	27%	32%	31%
Fração de oxidação da biomassa viva	81%	62%	36%
Fração de oxidação da biomassa morta	100%		
Fração de C na biomassa viva (tC/t biomassa)	45%		
Fração de C na biomassa morta (tC/t biomassa)	40%		
Razão N/C emitido	0,006		
Fração do carbono emitido como CH ₄	0,004		
Fração do nitrogênio emitido como N ₂ O	0,007		

Fonte: BRASIL, 2004

O quadro acima deixa claro que, para o cálculo de emissões de gases de efeito estufa em cerrado não-antrópico, as fisionomias vegetais deste bioma no Primeiro Inventário Nacional (BRASIL, 2004) foram desagregadas em “Campos”, “Cerrado sensu *strictu*” e “Cerradão”. Para possibilitar o mesmo cálculo na presente atualização, a partir dos produtos de sensoriamento remoto obtidos na sessão anterior e de sua subsequente sobreposição com o mapa de vegetação pretérita (MCTI, 2012), foram calculadas as áreas de “Campos”, “Cerrado sensu *strictu*” e “Cerradão” no DF (período de referência 2012).

Quadro 20. Fisionomias florestais/cerrado no DF (ano 2012) de acordo com divisão adotada no Primeiro Inventário Nacional para o cálculo de emissões por queimadas.

CATEGORIA	ÁREA (ha)
Cerrado sensu strictu	76.393,12
Cerradão	96.471,56
Campos	4.327,09

Fonte: Elaboração própria.

A partir das áreas de cerrado sensu *strictu*, cerradão e campos foram calculados os parâmetros médios das fisionomias florestais que ocorrem no DF, os quais foram considerados para realizar as estimativas de emissão de gases de efeito estufa por queimadas neste estudo. Apresentam-se os valores médios dos parâmetros – Densidade de biomassa combustível, Eficiência de queima de biomassa, Fração da biomassa combustível viva antes da queimada e Fração de oxidação da biomassa viva, ponderados pela área de ocorrência das diferentes fisionomias no DF (“Campos”, “Cerrado sensu *strictu*” e “Cerradão”).

Quadro 21. Parâmetros aplicados para estimativas de emissões de gases de efeito estufa em queimadas florestais no DF.

PARÂMETRO	VALORES CONSIDERADOS NO CÁLCULO
Densidade de biomassa combustível (em peso seco) (t/ha)	8,37
Eficiência de queima de biomassa	84%
Fração da biomassa combustível viva, antes da queimada	31%
Fração de oxidação da biomassa viva	48%
Fração de oxidação da biomassa morta	100%
Fração de C na biomassa viva (t C/t biomassa)	45%
Fração de C na biomassa morta (t C/t biomassa)	40%
Razão N/C emitido	0,006
Fração do carbono emitido como CH ₄	0,004
Fração do nitrogênio emitido como N ₂ O	0,007

Fonte: Elaboração própria.

Uma vez obtidos os parâmetros e dados, os cálculos foram realizados para cada ano do período de referência, conforme as equações:

Área queimada (ha) x Densidade de biomassa combustível (em peso seco) (t/ha) = Biomassa exposta ao fogo (t)

Biomassa exposta ao fogo (t) x Eficiência de queima de biomassa (%) = Biomassa efetivamente queimada (t)

Biomassa efetivamente queimada (t) x Fração da biomassa combustível viva, antes da queimada (%) = Quantidade de biomassa viva queimada (t)

Biomassa efetivamente queimada (t) x (1- Fração da biomassa combustível viva, antes da queimada (%)) = Quantidade de biomassa morta queimada (t)

Quantidade de biomassa viva queimada (t) x Fração de oxidação da biomassa viva (%) = Quantidade de biomassa viva oxidada (t)

Quantidade de biomassa morta queimada (t) x Fração de oxidação da biomassa morta (%) = Quantidade de biomassa morta oxidada (t)

Quantidade de biomassa viva oxidada (t) x Fração de C na biomassa viva (tC/t biomassa) = Carbono emitido na queima da biomassa viva (tC)

Quantidade de biomassa morta oxidada (t) x Fração de C na biomassa morta (tC/t biomassa) = Carbono emitido na queima da biomassa morta (tC)

Carbono emitido na queima da biomassa viva (tC) + Carbono emitido na queima da biomassa morta (tC) = Total de carbono emitido (tC)

Total de carbono emitido (tC) x Razão N/C emitido (tN/tC) = Total de nitrogênio emitido (tN)

Total de carbono emitido (tC) x Fração do carbono emitido como CH₄ (%) = Total de Carbono emitido como CH₄ (tC)

Total de nitrogênio emitido (tN) x Fração do nitrogênio emitido como N₂O (%) = Total de Nitrogênio emitido como N₂O (tN)

Total de Carbono emitido como CH₄ (tC) x 44/12 = Emissões totais de CH₄ (tCH₄)

Total de Nitrogênio emitido como N₂O (tN) x 44/28 = Emissões totais de N₂O (tN₂O)

A tabela e o gráfico a seguir apresentam os resultados, indicando que no período de análise há uma tendência de queda das emissões por queimadas, considerando somente as emissões de não-CO₂, as emissões de CO₂ já estariam contabilizadas nas matrizes de transição.

Tabela 38. Emissões de não CO₂

ANO	ÁREA QUEIMADA (ha)	CH4 (mil tCO ₂ e)	N ₂ O (mil tCO ₂ e)
2005	30.125,00	22,373	1,486
2006	11.120,00	8,259	0,549
2007	71.730,00	53,272	3,539
2008	90,00	0,067	0,004
2009	15.094,00	11,210	0,745
2010	30.098,00	22,353	1,485
2011	23.902,00	17,751	1,179
2012	8.220,00	6,105	0,406
2013	7.924,00	5,885	0,391
2014	7.428,00	5,517	0,366
2015	12.803,00	9,508	0,632
2016	17.441,00	12,953	0,860
2017	16.331,00	12,129	0,806
2018	7.923,00	5,884	0,391
2019	33.813,00	25,112	1,668

Fonte: Elaboração própria.

Porém, tais dados não foram somados aos valores totais das emissões do setor de Uso da terra, Mudança do uso da terra e Florestas, em especial devido ao fato dos montantes vinculados as transições anuais serem já contabilizadas para o CO₂. Caso tais somatórios fossem realizados, os cálculos incorreriam em dupla contagem de emissões para o CO₂. No caso dos gases não-CO₂, poderiam ser somados aos totais de emissão, mas a falta de especialização leva a uma incerteza muito grande dos valores estimados. Espera-se que no próximo produto, ao avaliarmos as possibilidades de mitigação, sejam feitas estimações mais detalhadas, possivelmente, criando melhores maneiras de contabilização dessas áreas e respectivas emissões.

6. INVENTÁRIO DE EMISSÃO POR FONTES E REMOÇÃO POR SUMIDOUROS DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) DO DISTRITO FEDERAL - EMISSÕES TOTAIS

Os resultados das emissões e remoções foram apresentados separadamente por setor do IPCC (2006). Neste documento, apresentam-se os resultados totais do Inventário de Emissões Antrópicas e Remoções de Gases de Efeito Estufa (GEE) do Distrito Federal por gás, categoria, categorias mais emissoras e variação das emissões ano a ano. Todas as emissões são reportadas em GgCO₂e (mil toneladas de CO₂ equivalente).

6.1. EMISSÕES POR GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) – GERAL DO DF

A maior parte das emissões de gases de efeito estufa do DF no período de 2005 a 2012 foram de CO₂ (Dióxido de carbono), seguidas das emissões de CH₄ (Metano), N₂O (Óxido nitroso) e HFCs (Hidrofluorcarbonetos), respectivamente. As emissões de SF₆ (Hexafluoreto de enxofre) configuraram-se como pouco representativas. O valor total das emissões de gases de efeito estufa por gás para cada ano do inventário é apresentado para as emissões considerando o setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF, em inglês, IPCC) e sem considerá-lo nas Tabelas a seguir, respectivamente.

O CO₂ representou mais de 70% das emissões em todos os anos de abrangência do inventário sem considerar o setor de Uso da terra, Mudança do uso da terra e Florestas, sendo que, entre 2005 e 2018, houve aumento das emissões de gás carbônico em mais de 1.000 Gg CO₂ (aumento absoluto de 22,6%). Considerando as emissões e remoções desse setor, houve aumento das emissões em mais de 790 Gg CO₂ (aumento absoluto de 11,68%) entre 2005 e 2018.

Sem considerar o setor de florestas, as emissões totais do DF sofreram aumento global de 1.354 Gg CO₂e no período entre 2005 e 2018 (aumento absoluto de 22,47%), sendo que o principal gás de efeito estufa responsável por esse aumento foi o CO₂. Considerando as emissões e remoções do setor de florestas, as emissões totais do DF sofreram aumento global de 1.136 Gg CO₂e no período entre 2005 e 2018 (aumento absoluto de 13,55%), sendo que o principal gás de efeito estufa responsável por esse aumento continuou sendo o CO₂.

Tabela 39. Emissões de gases de efeito estufa por gás para o DF (emissões totais) 2005-2018, considerando e sem considerar o setor de Uso da terra, Mudança do uso da terra e Florestas. Emissões em GgCO₂e .

Total com LULUCF	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	SF ₆	Total	%CO ₂	mil ton CO ₂ eq Uso e Mudança do Uso da terra
2005	6.774,354	1.232,654	282,881	93,578	1,845	8.385,313	80,79%	2.359,500
2006	7.001,116	1.257,781	258,653	92,780	1,952	8.612,282	81,29%	2.475,671
2007	6.601,548	1.276,280	280,846	108,970	2,106	8.269,750	79,83%	1.724,531
2008	7.662,795	1.246,254	265,163	122,552	2,224	9.298,987	82,40%	2.778,153
2009	8.130,615	1.290,059	260,168	136,706	2,310	9.819,858	82,80%	2.599,084
2010	7.850,145	1.295,516	271,299	148,142	2,376	9.567,478	82,05%	1.527,451
2011	9.053,059	1.316,585	301,598	149,581	2,399	10.823,222	83,64%	2.987,217
2012	6.264,468	1.310,471	332,395	150,563	2,415	8.060,312	77,72%	-380,632
2013	11.655,569	1.383,420	361,091	150,563	2,467	13.553,110	86,00%	4.837,497
2014	8.662,506	1.419,958	384,688	154,088	2,491	10.623,731	81,54%	1.762,964
2015	8.332,082	1.430,841	346,265	157,561	2,520	10.269,269	81,14%	2.380,547
2016	6.776,472	1.473,943	365,597	160,702	2,546	8.779,259	77,19%	586,372
2017	6.970,216	1.502,273	372,430	163,570	2,571	9.011,060	77,35%	1.240,236
2018	7.565,563	1.457,472	329,659	166,208	2,593	9.521,496	79,46%	2.141,598

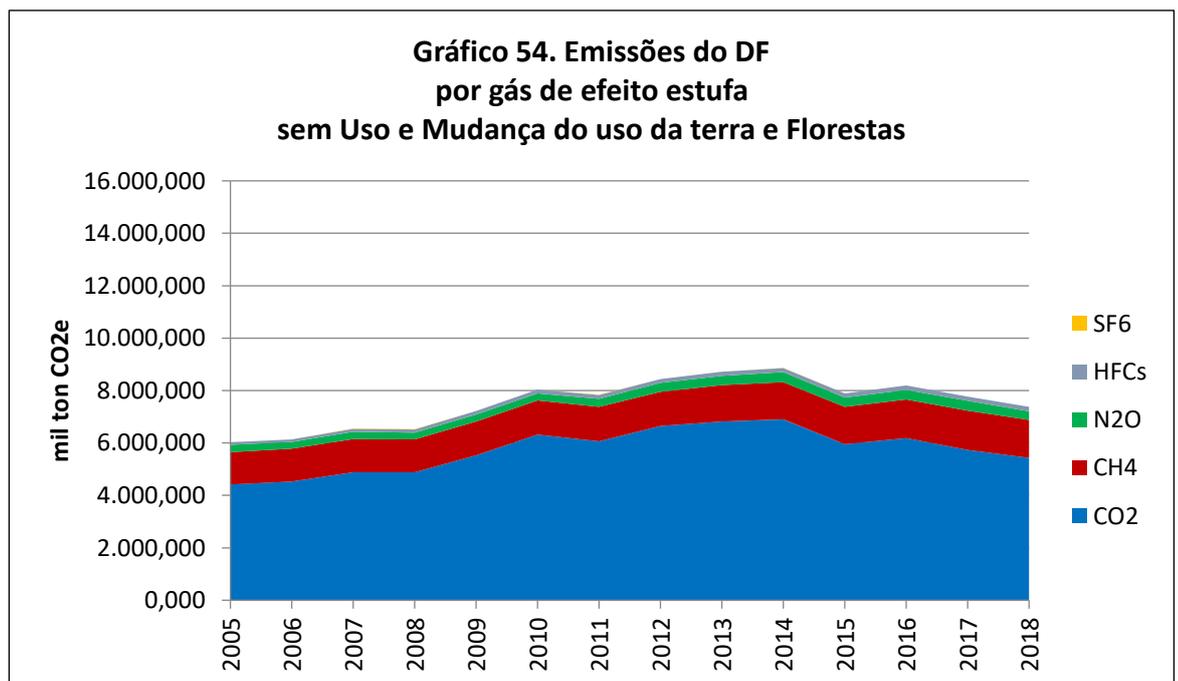
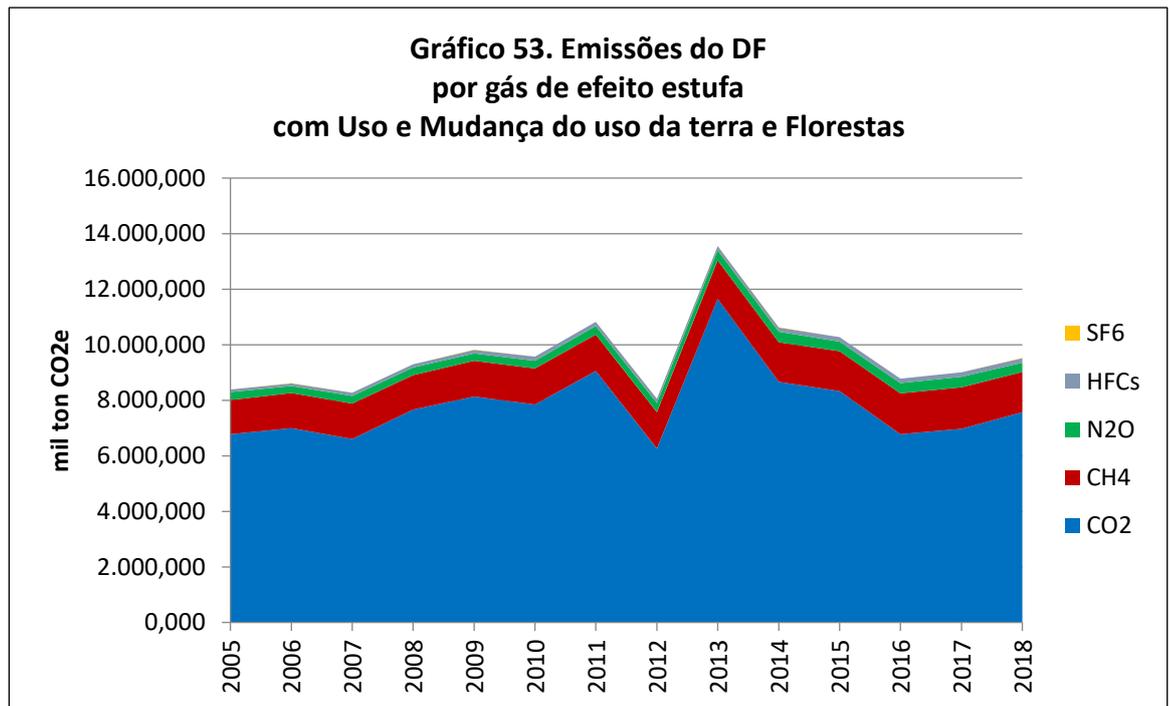
Total sem LULUCF	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	SF ₆	Total	mil ton CO ₂ eq %CO ₂
2005	4.414,854	1.232,654	282,881	93,578	1,845	6.025,813	73,27%
2006	4.525,445	1.257,781	258,653	92,780	1,952	6.136,611	73,75%
2007	4.877,017	1.276,280	280,846	108,970	2,106	6.545,218	74,51%
2008	4.884,642	1.246,254	265,163	122,552	2,224	6.520,834	74,91%
2009	5.531,530	1.290,059	260,168	136,706	2,310	7.220,774	76,61%
2010	6.322,694	1.295,516	271,299	148,142	2,376	8.040,027	78,64%
2011	6.065,842	1.316,585	301,598	149,581	2,399	7.836,005	77,41%
2012	6.645,100	1.310,471	332,395	150,563	2,415	8.440,944	78,72%
2013	6.818,072	1.383,420	361,091	150,563	2,467	8.715,613	78,23%
2014	6.899,542	1.419,958	384,688	154,088	2,491	8.860,767	77,87%
2015	5.951,536	1.430,841	346,265	157,561	2,520	7.888,723	75,44%
2016	6.190,099	1.473,943	365,597	160,702	2,546	8.192,887	75,55%
2017	5.729,980	1.502,273	372,430	163,570	2,571	7.770,824	73,74%
2018	5.423,965	1.457,472	329,659	166,208	2,593	7.379,898	73,50%

Tabela 40. Emissões de gases de efeito estufa por gás para o DF (percentuais) 2005-2018, considerando e sem considerar o setor de Uso da terra, Mudança do uso da terra e Florestas. Emissões em GgCO₂e .

Total com LULUCF	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	SF ₆	Total
2005	80,79%	14,70%	3,37%	1,12%	0,02%	100,00%
2006	81,29%	14,60%	3,00%	1,08%	0,02%	100,00%
2007	79,83%	15,43%	3,40%	1,32%	0,03%	100,00%
2008	82,40%	13,40%	2,85%	1,32%	0,02%	100,00%
2009	82,80%	13,14%	2,65%	1,39%	0,02%	100,00%
2010	82,05%	13,54%	2,84%	1,55%	0,02%	100,00%
2011	83,64%	12,16%	2,79%	1,38%	0,02%	100,00%
2012	77,72%	16,26%	4,12%	1,87%	0,03%	100,00%
2013	86,00%	10,21%	2,66%	1,11%	0,02%	100,00%
2014	81,54%	13,37%	3,62%	1,45%	0,02%	100,00%
2015	81,14%	13,93%	3,37%	1,53%	0,02%	100,00%
2016	77,19%	16,79%	4,16%	1,83%	0,03%	100,00%
2017	77,35%	16,67%	4,13%	1,82%	0,03%	100,00%
2018	79,46%	15,31%	3,46%	1,75%	0,03%	100,00%

Total sem LULUCF	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	SF ₆	Total
2005	73,27%	20,46%	4,69%	1,55%	0,03%	100,00%
2006	73,75%	20,50%	4,21%	1,51%	0,03%	100,00%
2007	74,51%	19,50%	4,29%	1,66%	0,03%	100,00%
2008	74,91%	19,11%	4,07%	1,88%	0,03%	100,00%
2009	76,61%	17,87%	3,60%	1,89%	0,03%	100,00%
2010	78,64%	16,11%	3,37%	1,84%	0,03%	100,00%
2011	77,41%	16,80%	3,85%	1,91%	0,03%	100,00%
2012	78,72%	15,53%	3,94%	1,78%	0,03%	100,00%
2013	78,23%	15,87%	4,14%	1,73%	0,03%	100,00%
2014	77,87%	16,03%	4,34%	1,74%	0,03%	100,00%
2015	75,44%	18,14%	4,39%	2,00%	0,03%	100,00%
2016	75,55%	17,99%	4,46%	1,96%	0,03%	100,00%
2017	73,74%	19,33%	4,79%	2,10%	0,03%	100,00%
2018	73,50%	19,75%	4,47%	2,25%	0,04%	100,00%

Os gráficos a seguir, apresentam os resultados de emissão para cada gás de efeito estufa em cada ano de abrangência do inventário, considerando, ou não, o setor de Uso da terra, Mudança do uso da terra e Florestas, onde é possível acompanhar o aumento das emissões ao longo do período de análise deste inventário, especialmente do CO₂.



6.2. EMISSÕES POR SETOR DE EMISSÕES NO DISTRITO FEDERAL

Os resultados de emissões totais do DF por setor, considerando o total com LULUCF, indicam uma predominância de emissões do setor Energia, seguido pelos setores Uso da terra, Mudança do uso da terra e Florestas e Resíduos e Efluentes. Enquanto o setor Energia foi responsável pela maior parte das emissões em todo o período de abrangência do inventário do DF, o setor de Uso da terra, Mudança do uso da terra e florestas apresentou a segunda posição de emissões exceto para os anos 2012, 2016 e 2017, anos com importantes reduções de emissões neste setor. O setor de Resíduos foi o terceiro setor mais representativo de 2005 a 2011, o setor IPPU passou a ocupar essa posição em 2012, e volta a reduzir suas emissões em relação às de resíduos nos anos de 2015, 2017 e 2018, decorrentes de volatilidade do consumo de cimento.

Tabela 41. Emissões de gases de efeito estufa por setor para o DF (emissões totais) 2005- 2018. Emissões em GgCO₂e

Setor com LULUCF	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	mil ton CO ₂ eq 2016	mil 2017	2018
Energia	3.627,588	3.678,190	3.908,444	3.976,034	4.613,315	5.244,043	4.852,247	5.314,259	5.401,448	5.489,031	5.027,671	5.034,979	4.861,359	4.578,035
Agropecuária	352,064	326,956	351,894	303,417	332,055	336,262	368,961	370,901	434,076	468,461	419,578	440,096	439,452	389,303
Resíduos	1.103,049	1.127,148	1.142,723	1.143,776	1.153,536	1.155,804	1.170,677	1.186,271	1.222,639	1.248,200	1.272,423	1.312,557	1.346,539	1.319,712
Processos Industriais	941,745	1.003,017	1.140,367	1.094,293	1.119,468	1.301,911	1.442,240	1.567,889	1.655,447	1.652,858	1.166,609	1.403,057	1.121,175	1.090,115
Uso e Mudança do Uso da terra	2.359,500	2.475,671	1.724,531	2.778,153	2.599,084	1.527,451	2.987,217	-380,632	4.837,497	1.762,964	2.380,547	586,372	1.240,236	2.141,598
Total DF	8.383,946	8.610,981	8.267,960	9.295,673	9.817,457	9.565,471	10.821,342	8.058,688	13.551,108	10.621,513	10.266,828	8.777,062	9.008,761	9.518,762
Renováveis	298,000	287,023	394,232	447,006	536,468	456,577	429,689	374,537	458,195	511,552	567,000	508,542	530,729	626,836
Bunker Fuels	53,084	52,799	47,202	57,510	62,662	84,831	154,021	154,752	201,281	253,677	273,248	231,232	160,527	183,904

Setor sem LULUCF	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	mil ton CO ₂ eq 2016	2017	2018
Energia	3.627,588	3.678,190	3.908,444	3.976,034	4.613,315	5.244,043	4.852,247	5.314,259	5.401,448	5.489,031	5.027,671	5.034,979	4.861,359	4.578,035
Agropecuária	352,064	326,956	351,894	303,417	332,055	336,262	368,961	370,901	434,076	468,461	419,578	440,096	439,452	389,303
Resíduos	1.103,049	1.127,148	1.142,723	1.143,776	1.153,536	1.155,804	1.170,677	1.186,271	1.222,639	1.248,200	1.272,423	1.312,557	1.346,539	1.319,712
Processos Industriais	941,745	1.003,017	1.140,367	1.094,293	1.119,468	1.301,911	1.442,240	1.567,889	1.655,447	1.652,858	1.166,609	1.403,057	1.121,175	1.090,115
Total DF	6.024,446	6.135,310	6.543,428	6.517,519	7.218,373	8.038,019	7.834,126	8.439,320	8.713,610	8.858,549	7.886,281	8.190,689	7.768,525	7.377,165
Renováveis	298,000	287,023	394,232	447,006	536,468	456,577	429,689	374,537	458,195	511,552	567,000	508,542	530,729	626,836
Bunker Fuels	53,084	52,799	47,202	57,510	62,662	84,831	154,021	154,752	201,281	253,677	273,248	231,232	160,527	183,904

Em termos de representatividade quando somados todos os setores incluindo LULUCF, o setor Energia apresentou mais de 39% das emissões totais do DF ao longo do período do inventário. Para o ano de 2013, ano da maior participação do setor de Uso da terra, mudança do uso da terra e florestas, este setor apresentou uma participação de 35,7%, maior participação no período. O setor de Resíduos chegou a mais de 9% das emissões em 2012 e 2016, com aumento na representatividade desde 2016. O setor IPPU, ao contrário, chegou em 2012 com mais de 19% do total de emissões, tendo reduzido sua participação desde então.

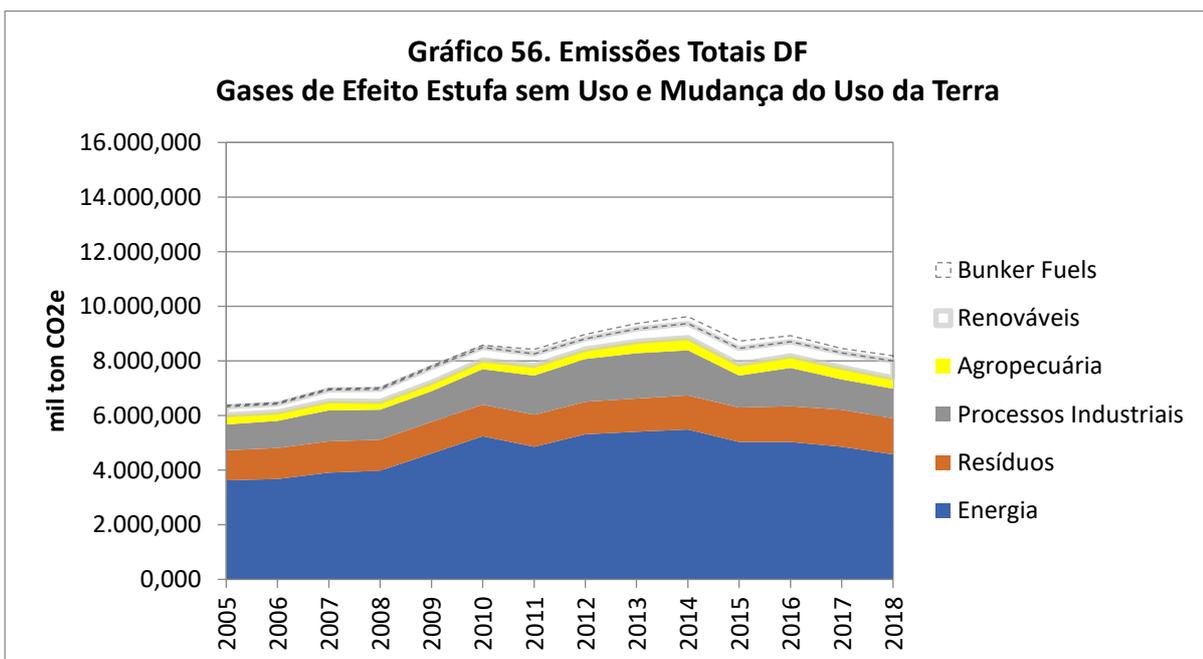
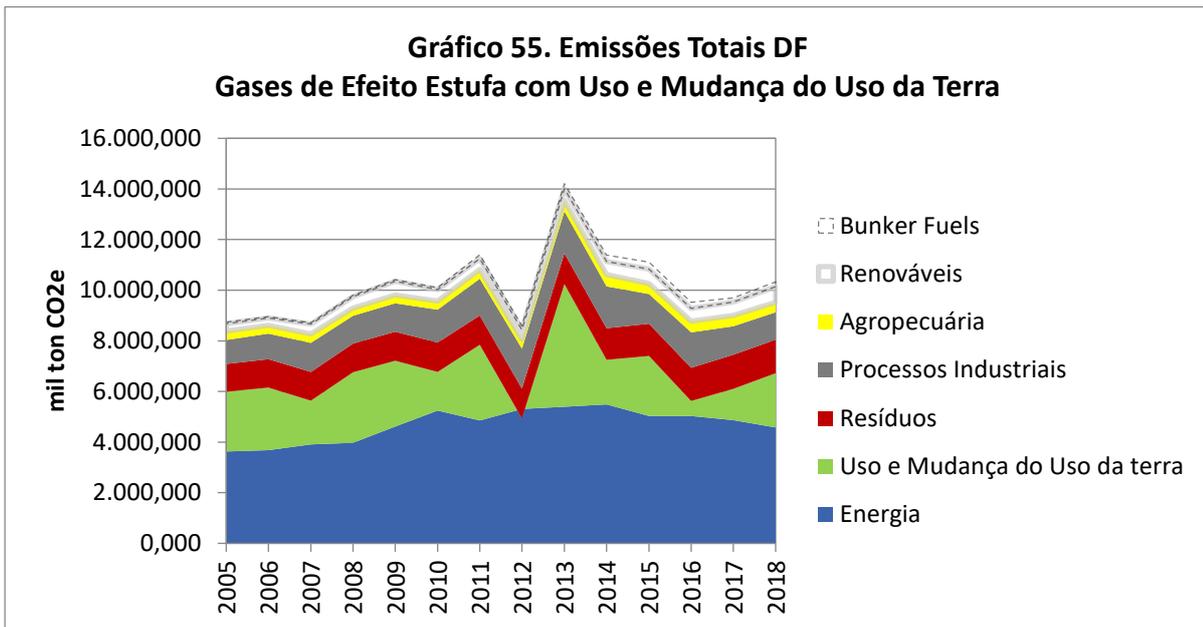
Tabela 42. Emissões de gases de efeito estufa por setor para o DF (percentuais) 2005-2018.

Setor com LULUCF	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Energia	43,27%	42,72%	47,27%	42,77%	46,99%	54,82%	44,84%	65,94%	39,86%	51,68%	48,97%	57,37%	53,96%	48,09%
Agropecuária	4,20%	3,80%	4,26%	3,26%	3,38%	3,52%	3,41%	4,60%	3,20%	4,41%	4,09%	5,01%	4,88%	4,09%
Resíduos	13,16%	13,09%	13,82%	12,30%	11,75%	12,08%	10,82%	14,72%	9,02%	11,75%	12,39%	14,95%	14,95%	13,86%
Processos Industriais	11,23%	11,65%	13,79%	11,77%	11,40%	13,61%	13,33%	19,46%	12,22%	15,56%	11,36%	15,99%	12,45%	11,45%
Uso e Mudança do Uso da terra	28,14%	28,75%	20,86%	29,89%	26,47%	15,97%	27,60%	-4,72%	35,70%	16,60%	23,19%	6,68%	13,77%	22,50%
Total DF	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Renováveis	3,55%	3,33%	4,77%	4,81%	5,46%	4,77%	3,97%	4,65%	3,38%	4,82%	5,52%	5,79%	5,89%	6,59%
Bunker Fuels	0,63%	0,61%	0,57%	0,62%	0,64%	0,89%	1,42%	1,92%	1,49%	2,39%	2,66%	2,63%	1,78%	1,93%

Setor sem LULUCF	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Energia	60,21%	59,95%	59,73%	61,01%	63,91%	65,24%	61,94%	62,97%	61,99%	61,96%	63,75%	61,47%	62,58%	62,06%
Agropecuária	5,84%	5,33%	5,38%	4,66%	4,60%	4,18%	4,71%	4,39%	4,98%	5,29%	5,32%	5,37%	5,66%	5,28%
Resíduos	18,31%	18,37%	17,46%	17,55%	15,98%	14,38%	14,94%	14,06%	14,03%	14,09%	16,13%	16,02%	17,33%	17,89%
Processos Industriais	15,63%	16,35%	17,43%	16,79%	15,51%	16,20%	18,41%	18,58%	19,00%	18,66%	14,79%	17,13%	14,43%	14,78%
Total DF	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Renováveis	4,95%	4,68%	6,02%	6,86%	7,43%	5,68%	5,48%	4,44%	5,26%	5,77%	7,19%	6,21%	6,83%	8,50%
Bunker Fuels	0,88%	0,86%	0,72%	0,88%	0,87%	1,06%	1,97%	1,83%	2,31%	2,86%	3,46%	2,82%	2,07%	2,49%

Retirando-se a volatilidade do setor de florestas, o setor Energia representou mais de 59% das emissões totais do DF ao longo do período do inventário. Finalmente, uma nova visualização dos resultados permite comparar a relevância do setor Energia em relação aos demais setores, exceto para o ano de 2013, considerando-se o aumento de emissões no setor de Florestas neste ano. Também é possível visualizar a semelhança da participação entre o setor de Processos Industriais e Uso de Produtos e o de Resíduos.

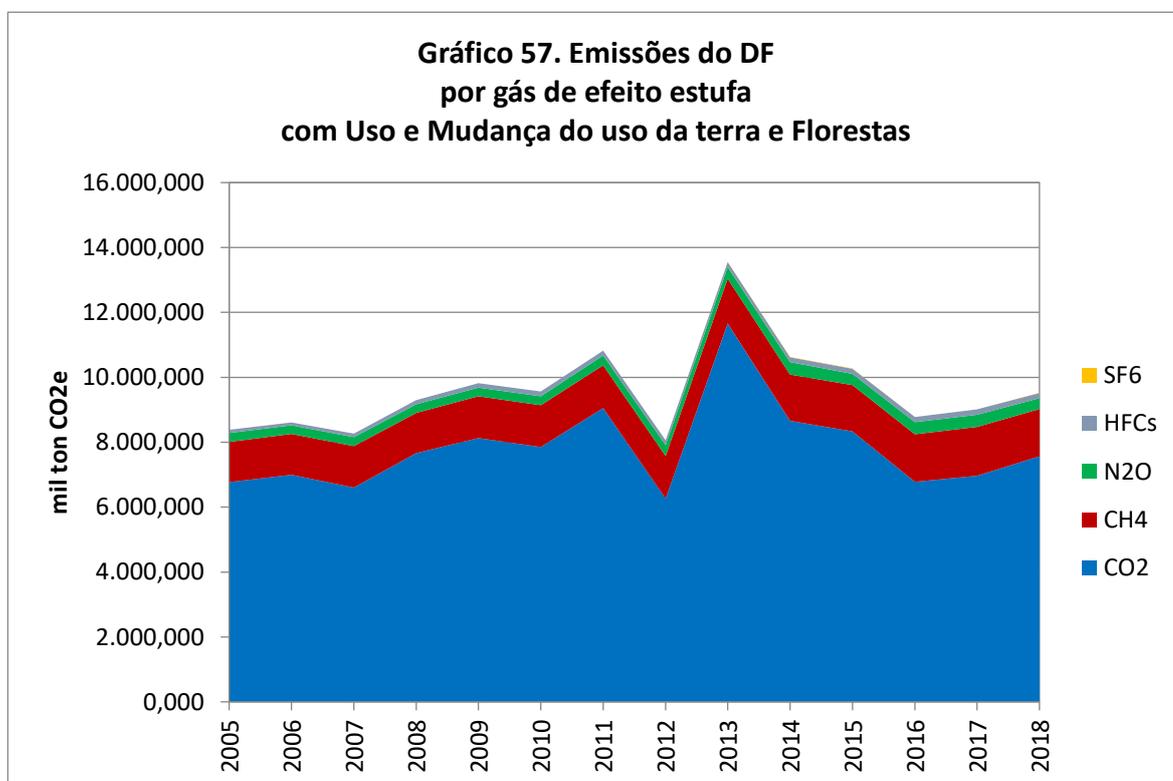
Nos gráficos abaixo, apresenta-se, ainda, a título de ilustração, a redução que foi atingida com o uso de renováveis (transparente) e, ainda, as emissões de aviação internacional (bunker fuels, em tracejado), ambas as emissões não incluídas no inventário de acordo com as diretrizes da Convenção sobre Mudança do Clima das Nações Unidas. Nota-se, ainda, que a volatilidade das emissões aumenta com a introdução de emissões e remoções de florestas, conforme o padrão anual de utilização do solo pelas diversas categorias desse setor.

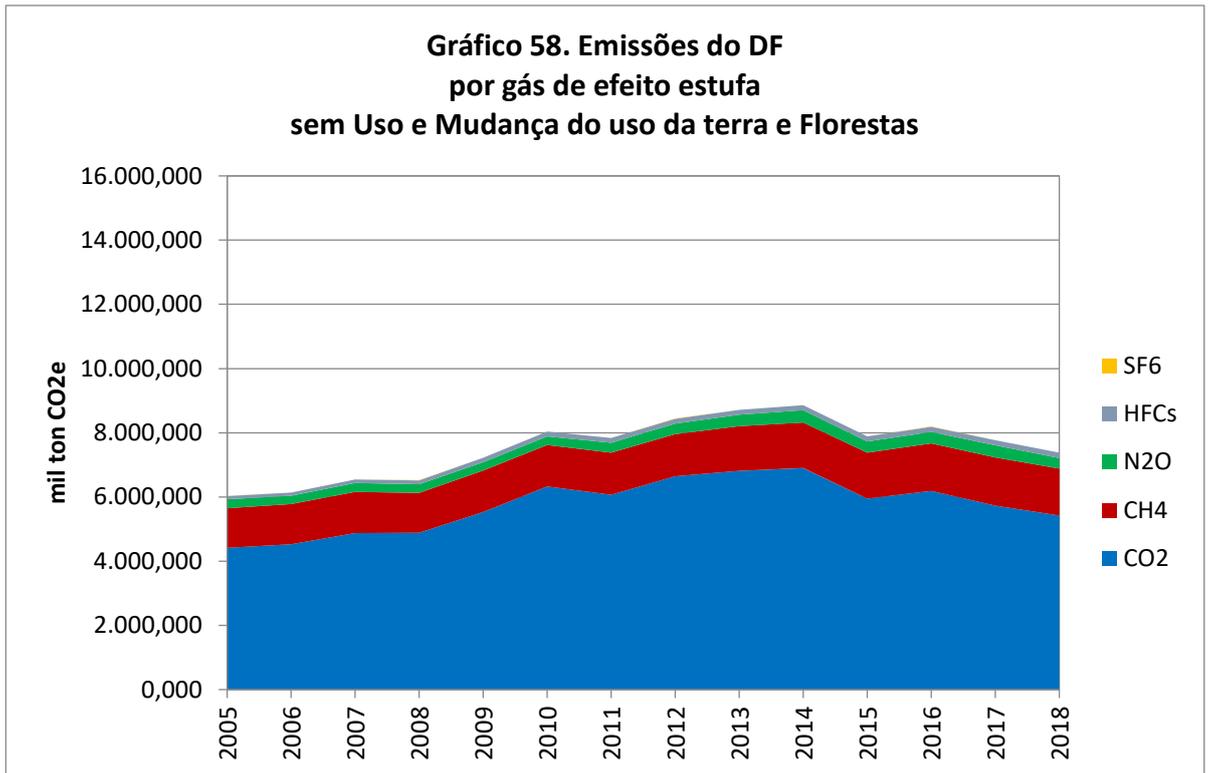


6.3. EMISSÕES COMPARATIVAS POR GÁS E SETOR – GERAL DF

Os gráficos a seguir apresentam a representatividade em 2018 de cada gás de efeito estufa para cada categoria por setord do Inventário do DF. Observa-se a predominância do CO₂ nos setores Energia (categorias *Transporte Rodoviário e Aéreo*), Uso da terra e Mudança do uso da terra (ainda não estimados CH₄ e N₂O, mas de menor importância e para o CO₂ categorias de *Remoção e Gramíneas*), e Processos Industriais e Usos de Produtos (categoria de *Produção de cimento*); do CH₄ no setor Resíduos (categoria de *Tratamento de resíduos sólidos*) e Agropecuária (*Fermentação Entérica*) e de N₂O no setor Agropecuário (*Emissões Diretas de Solos Manejados*).

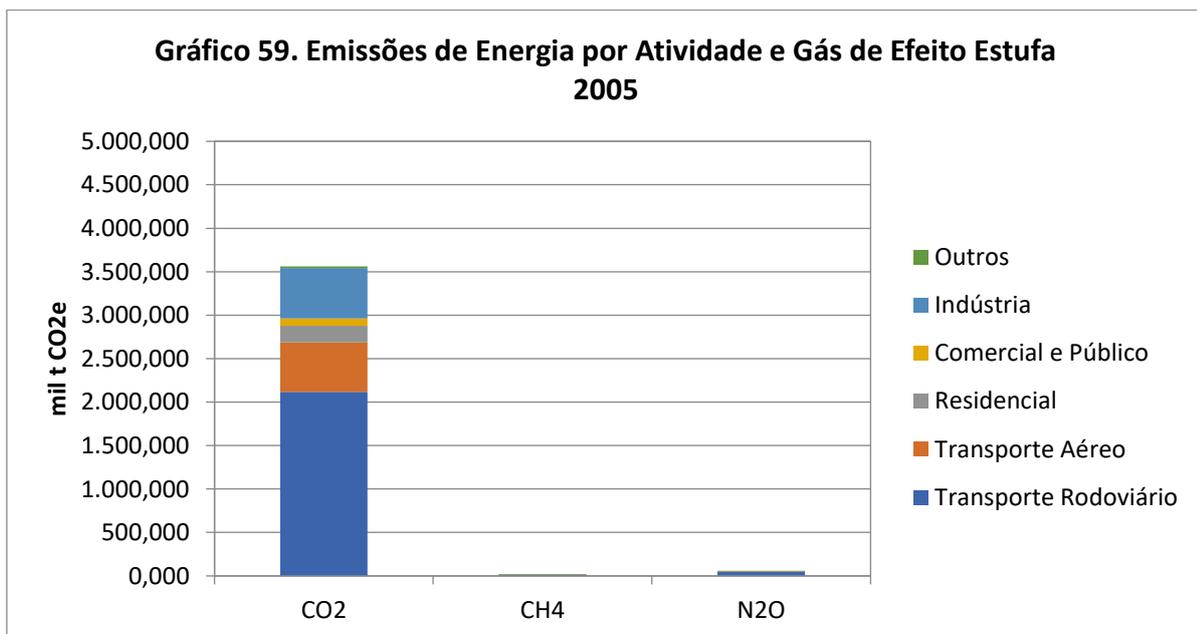
Além disso, as categorias de Transporte Rodoviário (crescimento de 16,14%), Transporte Aéreo (crescimento de 79,92%), Produção de Cimento (crescimento de 8,86%), Emissões Diretas de Solos Manejados (crescimento de 21,02%) e Tratamento de Efluentes Domésticos (crescimento de 32,92%) configuram-se como as que mais contribuíram para o crescimento das emissões em termos absolutos e Remoções (crescimento de 27,16%) compensaram em parte o crescimento das emissões, apresentadas com números negativos.





EMISSÕES POR CATEGORIA DE ATIVIDADE EM CADA SETOR E GÁS DE EFEITO ESTUFA

Ano 2005



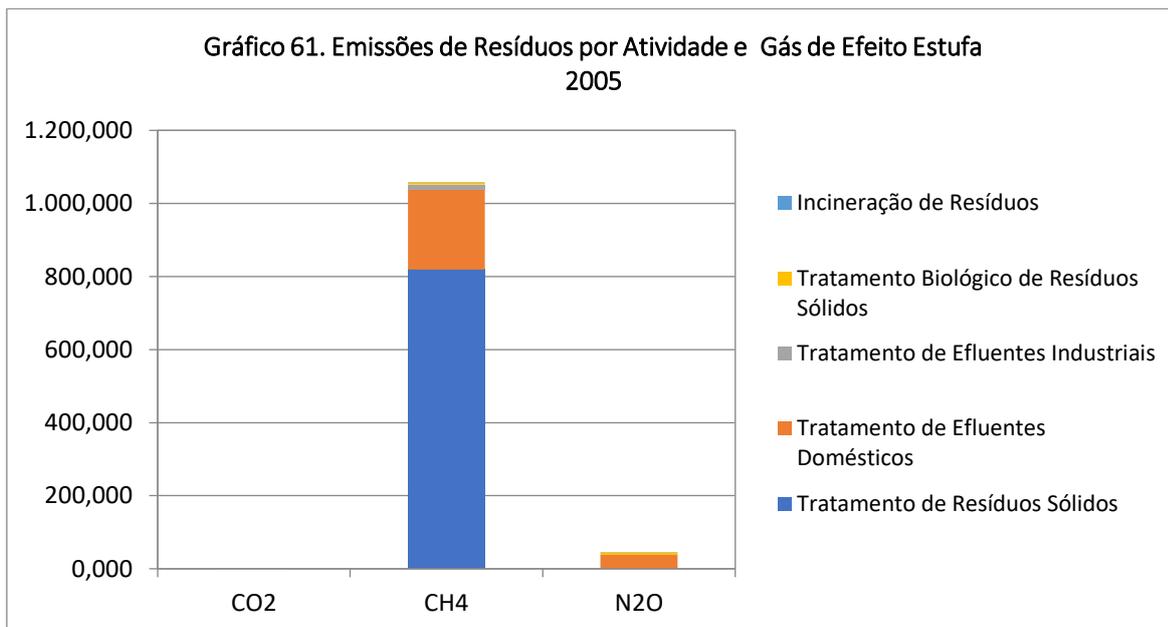
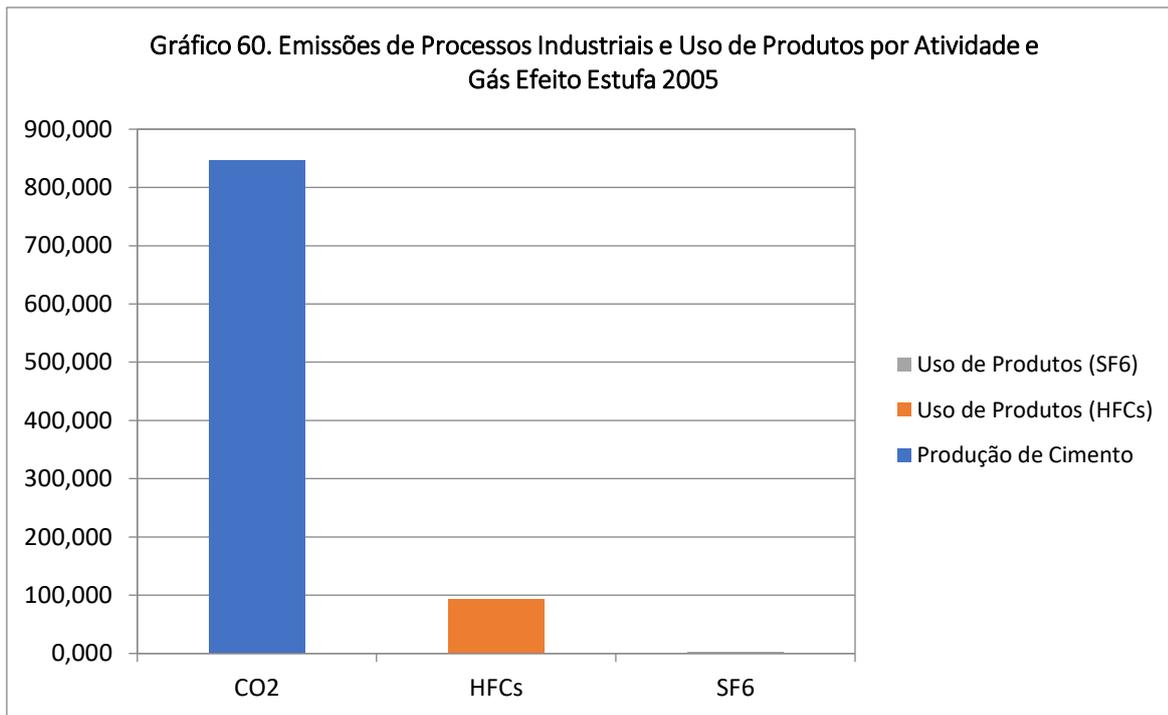


Gráfico 62. Emissões de Agropecuária por Atividade e Gás de Efeito Estufa 2005

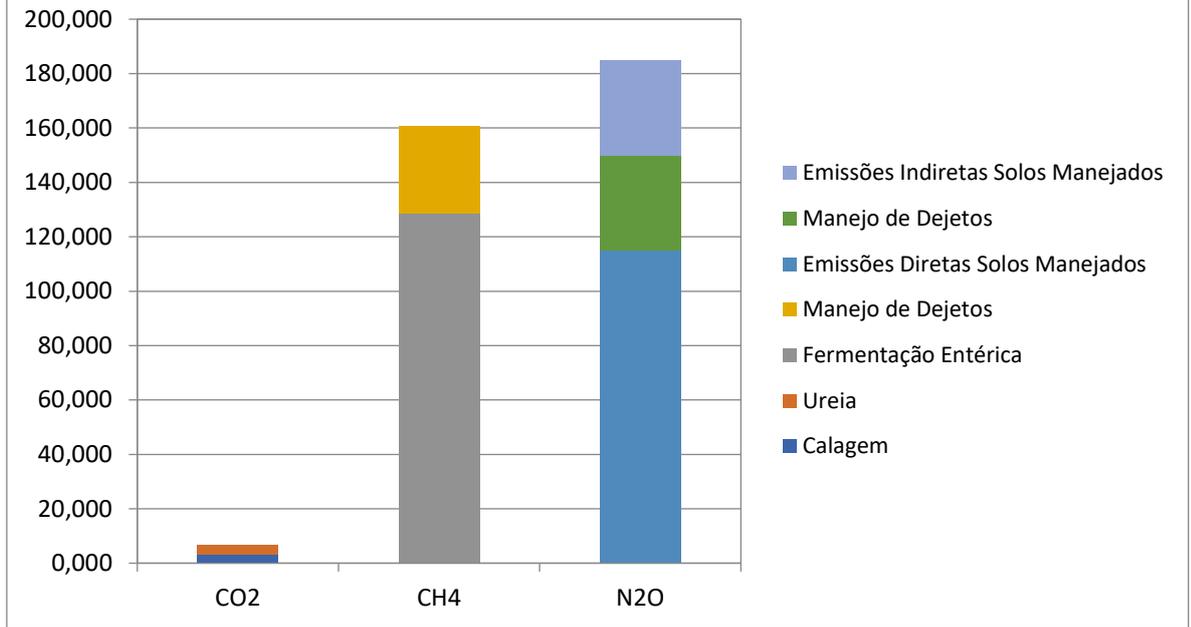
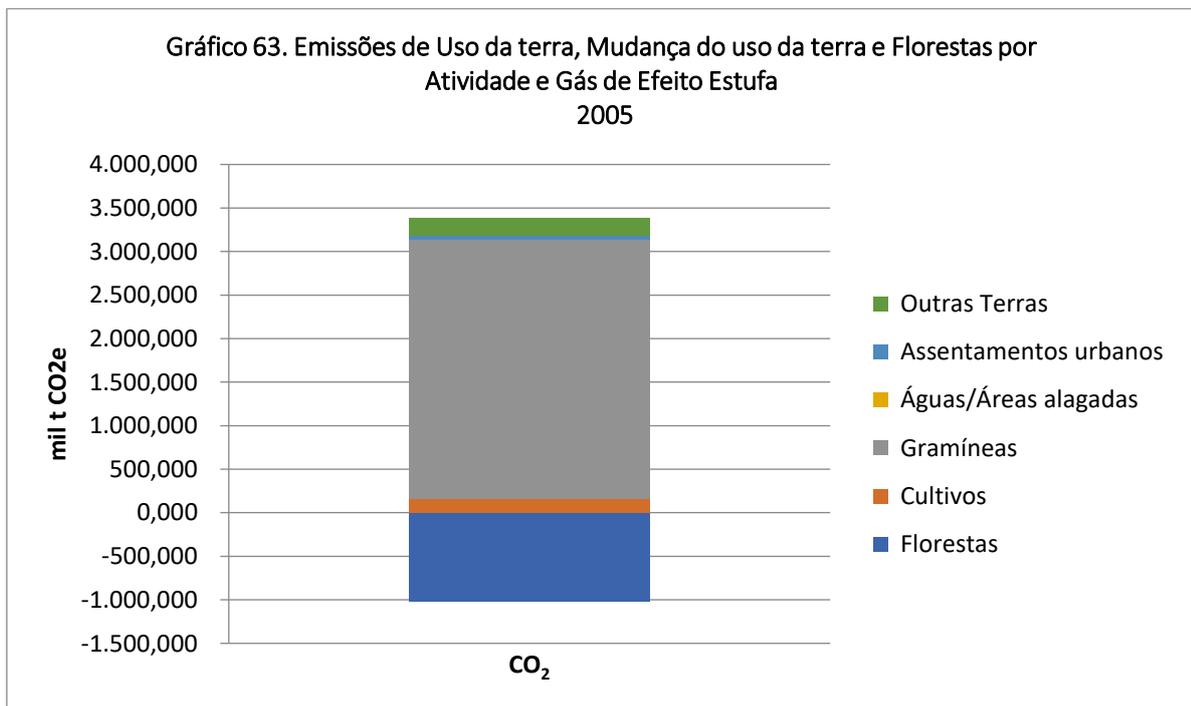
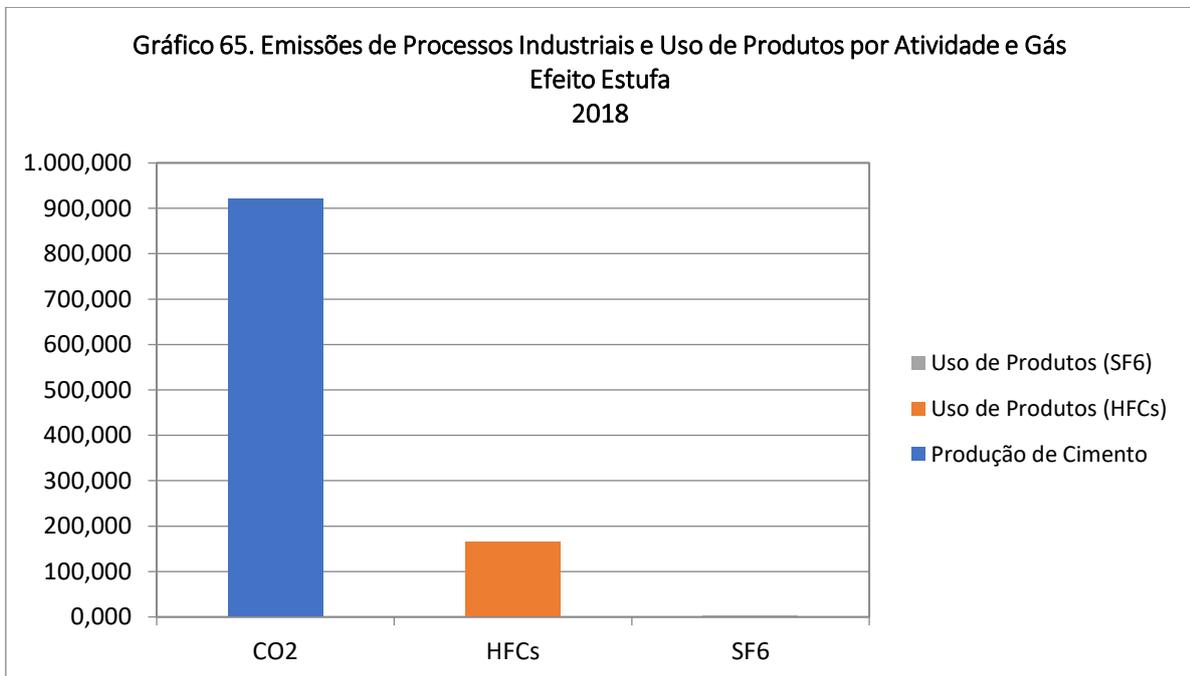
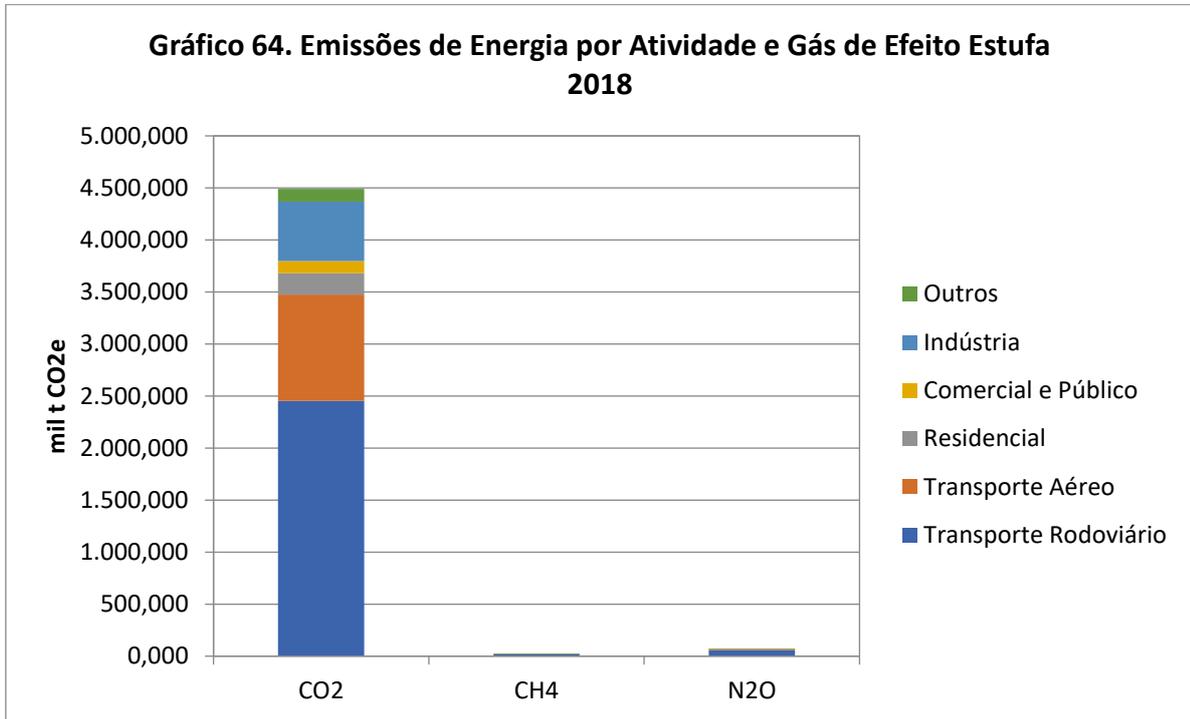


Gráfico 63. Emissões de Uso da terra, Mudança do uso da terra e Florestas por Atividade e Gás de Efeito Estufa 2005





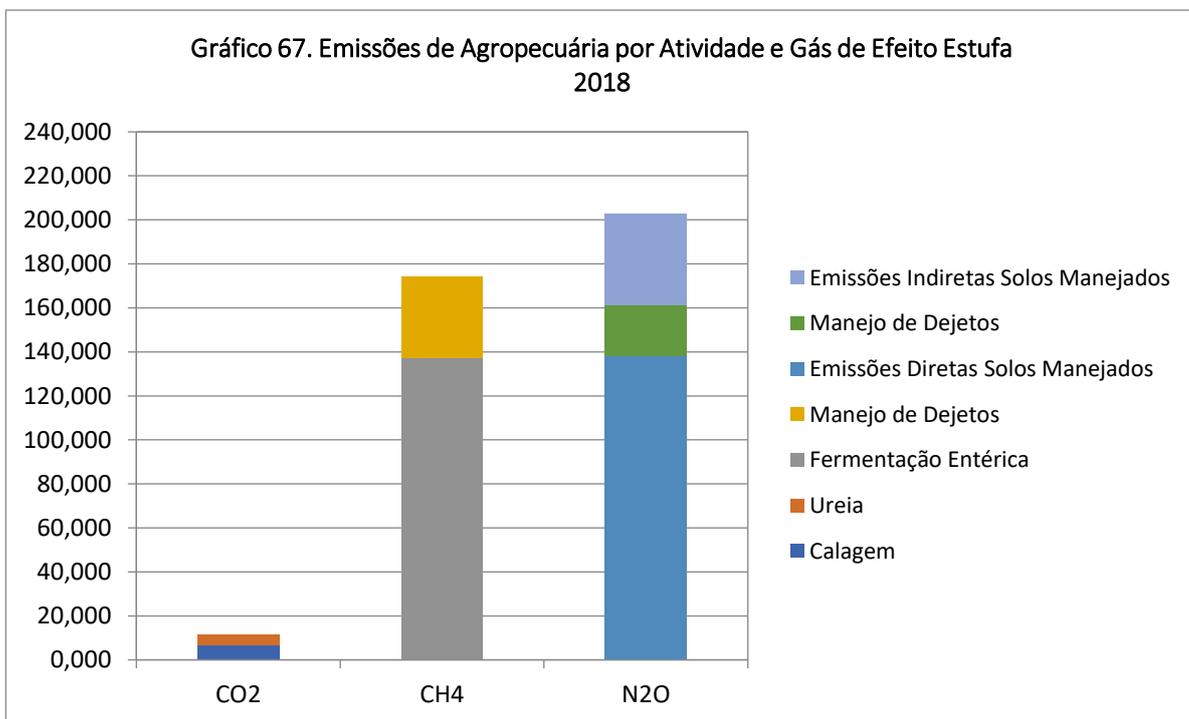
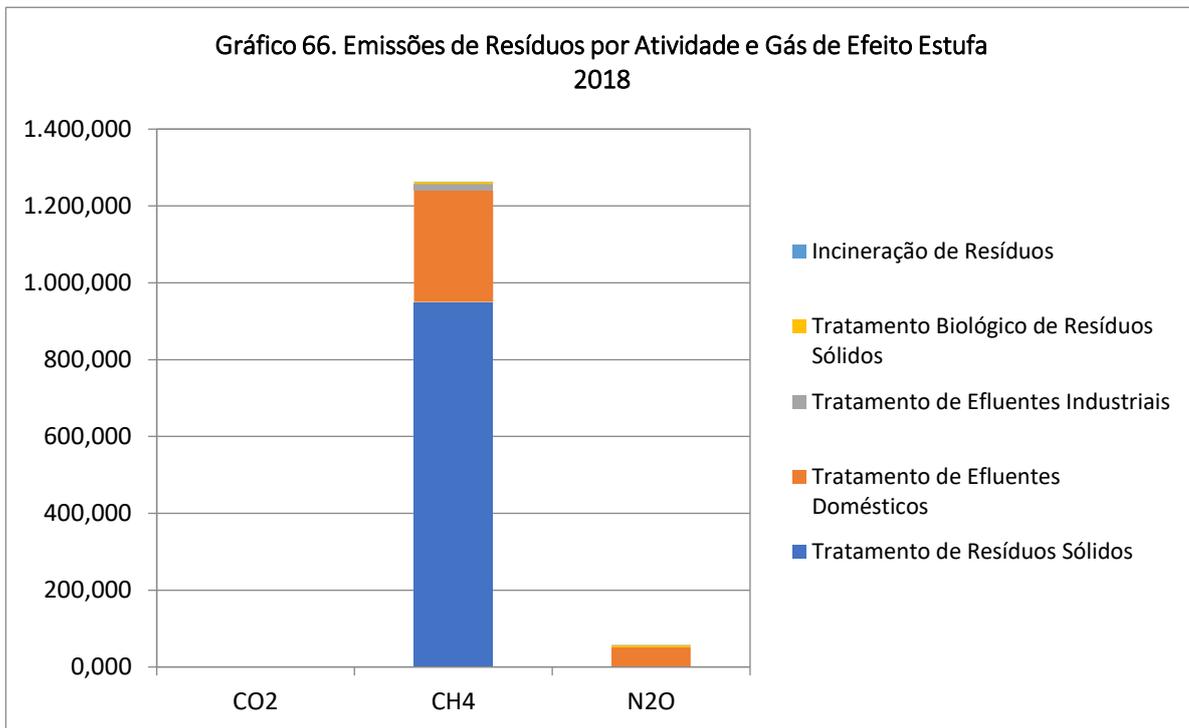
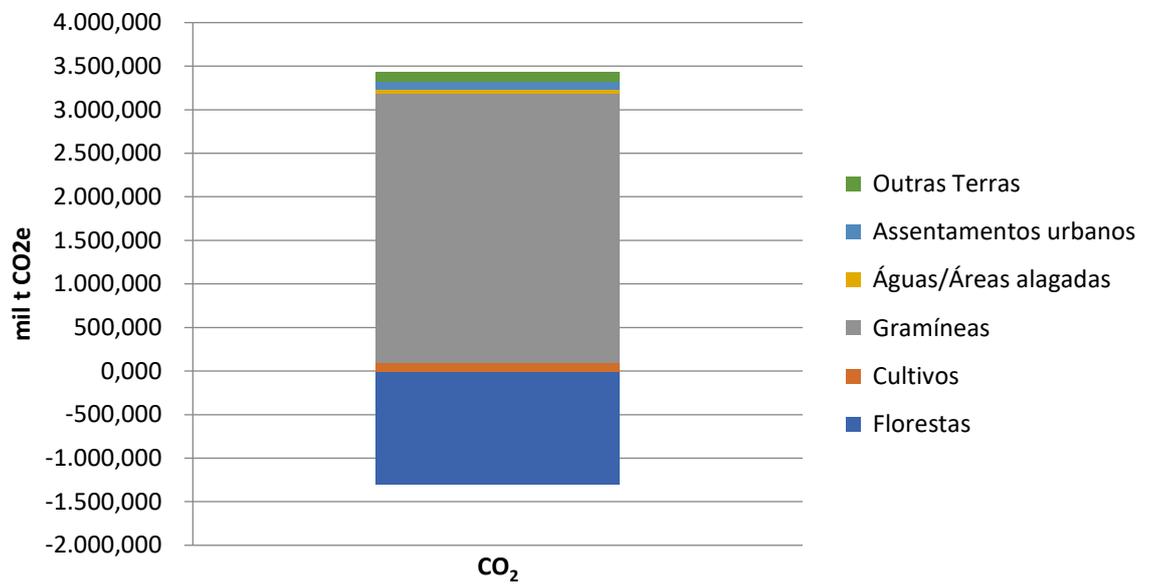


Gráfico 68. Emissões de Uso da terra, Mudança do uso da terra e Florestas por Gás e Atividade 2018



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SETOR ENERGIA

AEROPORTO DE BRASÍLIA. Aeroporto de Brasília – Institucional, 2014. Disponível em: <<https://www.bsb.aero.br/o-aeroporto/dados-operacionais/estatisticas/>>. Acesso em 03 de novembro 2019;

ANP. Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - 2019. Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2019. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/5237-anuario-estatistico-2019>> Acesso em: 03 de novembro 2019;

BRASIL. Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nos 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 14 janeiro 2005. Disponível em: < www.planalto.gov.br >. Acesso em: 03 de novembro 2019;

BRASIL. Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014. Dispõe sobre a adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel comercializado com o consumidor final e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 setembro 2014. Disponível em: < www.planalto.gov.br >. Acesso em: 03 de novembro 2019;

BRASIL. Lei nº 13.203 de 08 de dezembro de 2015. Dispõe sobre a repactuação do risco hidrológico. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 dezembro 2015. Disponível em: < www.planalto.gov.br >. Acesso em: 03 de novembro 2019;

BRASIL. Lei nº 13.263, de 23 de março de 2016. Altera a Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014, para dispor sobre os percentuais de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado no território nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 março 2016. Disponível em: < www.planalto.gov.br >. Acesso em: 03 de novembro 2019;

BRASIL. Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília: MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010. Disponível em: <https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/Comunicacao_Nacional/Comunicacoes_Nacionais.html>. Acesso em: 03 de novembro 2019;

BRASIL; MME; EPE. Balanço Energético Nacional: Séries Históricas Completas. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENSeriesCompletas.aspx>>. Acesso em: 03 de novembro 2019;

BRT BRASIL. BRT Expresso DF. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.brtbrasil.org.br/index.php/brt-brasil/cidades-com-sistema-brt/menubrasilia#.Xcs1N5JKjIU>>. Acesso em: 03 de novembro 2019;

CNPE - Conselho Nacional de Política Energética. Resolução nº 2, de 13 de março de 2008. Estabelece em três por cento, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, nos termos do art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 14 março 2008. Disponível em < www.mme.gov.br >. Acesso em: 04 de novembro 2019;

CNPE - Conselho Nacional de Política Energética. Resolução nº 2, de 27 de abril de 2009a. Estabelece em quatro por cento, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, de acordo com o disposto no art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 maio 2009. Disponível em < www.mme.gov.br >. Acesso em: 04 de novembro 2019;

CNPE - Conselho Nacional de Política Energética. Resolução nº 6, de 16 de setembro de 2009b. Estabelece em cinco por cento, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, de acordo com o disposto no art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de

2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 de outubro 2009. Disponível em: www.mme.gov.br>. Acesso em: 04 de novembro 2019;

CODEPLAN. PESQUISA DISTRITAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIOS PDAD 2018. Disponível em: <http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/03/PDAD_DF-Grupo-de-Renda-compactado.pdf>. Acesso em: 03 de novembro 2019;

DENATRAN. Frota de Veículos Ministério da Infraestrutura Departamento Nacional de Trânsito, 2014. Disponível em: <<https://infraestrutura.gov.br/component/content/article/115-portal-denatran/8552-estat%C3%ADsticas-frota-de-ve%C3%ADculos-denatran.html> >. Acesso em: 03 de novembro 2019;

EPE. Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2011. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2011. Disponível em: <<http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202011.pdf>> Acesso em: 03 de novembro 2019;

EPE. Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2013. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2013. Disponível em: < <http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202013.pdf>> Acesso em: 03 de novembro 2019;

EPE. Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2018 Ano Base 2017. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2018. Disponível em: < <http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2018vf.pdf> >. Acesso em: 03 de novembro 2019;

EPE. Renovabio Biocombustíveis 2030. Rio de Janeiro Empresa de Pesquisa Energética, 2017. Disponível em: < <http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-155/EPE%20-%20NT4%20-%20REGRAS%20DE%20COMERCIALIZA%C3%87%C3%83O%20-%20ARQUIVO%204.pdf>>. Acesso em: 03 de novembro 2019;

GDF. Decreto 34.926/2013. Dispõe sobre o Sistema de Bicicletas Públicas no âmbito do Distrito Federal. [s.l.] Diário Oficial do Distrito Federal, número 258, 2013;

GDF, SERTTEL. Mobilicidade. Bike Brasília., 2014. Disponível em: <<http://www.mobilicidade.com.br/bikebrasil/mapestacao.asp>>;

IPCC. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Bracknell: Intergovernmental Panel on Climate Change, 1997;

IPCC. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. [s.l.] Intergovernmental Panel on Climate Change, 2000;

IPCC. The Good Practice Guidance for Land Use, Land-use Change and Forestry. [s.l.] Intergovernmental Panel on Climate Change, 2003;

IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Japão: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006a;

IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Japão: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006b;

MAPA. Cronologia da Mistura carburante (Etanol Anidro - Gasolina). MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 11/3/2015. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/arquivos/cronologia-da-mistura-carburante-etanol-anidro-gasolina-no-brasil.pdf>>. Acesso em: 03 de novembro 2019;

PETROBRAS. Principais Operações: Conheça nossas Operações. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/principais-operacoes/>>. Acesso em: 05 de novembro 2019;

SEGOV/GDF. Centro Administrativo, 2014. Disponível em: <<http://www.governo.df.gov.br/home-ppp/395-projetos-centro-admin.html>>;

STDF. Plano Diretor de Transporte Urbano e Mobilidade do Distrito Federal e Entorno (PDTU). Relatório Técnico no 1: Análise das Informações Levantadas. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://editais.st.df.gov.br/pdtu/tecnico/relatorio_tecnico_01.pdf>. Acesso em: 05 de novembro 2019;

STDF. Plano Diretor de Transporte Urbano e Mobilidade do Distrito Federal e Entorno (PDTU/DF) - Relatório final. [s.l.] Secretaria de Estado de Transportes do Distrito Federal, 2010. Disponível em: <http://editais.st.df.gov.br/pdtu/final/relatorio_final.pdf>.

SETOR IPPU

ABAL. Capacidade de Produção Instalada de Alumínio Primário. Disponível em: <<http://abal.org.br/estatisticas/nacionais/aluminio-primario/capacidade-instalada-de-producao/>>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

ABIQUIM. Anuário da Indústria Química Brasileira. São Paulo: ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química, 2018;

ABIVIDRO. ABIVIDRO - Associação Técnica Brasileira das Indústrias das Indústrias Automáticas de Vidro: Indústria do Vidro - Associados. Disponível em: <<https://abividro.org.br/>> Acesso em: 08 de novembro 2019;

ANICER. ANICER - Associação Nacional da Indústria Nacional da Indústria Cerâmica: Sindicatos e Associações. Disponível em: <<https://www.anicer.com.br/anicer/setor/>>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

ANP. ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis: Anuário e Dados Estatísticos: Dados Estatísticos Mensais. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/component/content/article/2-uncategorised/5258-anuario-estatistico-2019-dados-abertos>>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

BRASIL. Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília: MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010. Disponível em: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/VOLUME%20II_0.pdf>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

BRASIL; MDIC. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial>>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

CETESB. 1o Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo: Comunicação Estadual. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Meio Ambiente, CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2011. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp-content/uploads/sites/34/2014/01/Primeiro_Inventario_GEE_WEB_Segunda-Edicao-v1.pdf>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

CNI. Perfil da indústria nos estados. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2019;

CODEPLAN; SEPLAN. DISTRITO FEDERAL EM SÍNTESE - INFORMAÇÕES SOCIOECONÔMICAS E GEOGRÁFICAS – 2012. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/S%C3%ADntese-de-Infoma%C3%A7%C3%B5es-Socioecon%C3%B4micas-e-Geogr%C3%A1ficas-2012.pdf>>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

CODEPLAN; SEPLAN. PRODUTO INTERNO BRUTO DO DISTRITO FEDERAL

Disponível em <http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/Produto_Interno_Bruto_do_Distrito_Federal_2015_divulgado_em_16.11.2017.pdf>
Acesso: em 30 de outubro de 2019;

DIEESE Mercado de Trabalho no Distrito Federal em 2018 Disponível em:<<https://www.dieese.org.br/analiseped/2018/2018pedbsb.pdf>> . Acesso em 30 de outubro de 2019;

FEPAM. Inventário das emissões de gases de efeito estufa do Rio Grande do Sul - 2005. Porto Alegre: Esquema Regional Clima Ar Energia do Rio Grande do Sul, FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler, 2010. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/Documentos_e_PDFs/Inventario_GEE_RS_2005_PACE_RS_2010.pdf>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

IBGE. Participação das atividades econômicas no valor adicionado bruto a preços básicos - por Unidade de Federação. Série 2002-2017. Contas Regionais do Brasil - 2005-2017, 2017. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9054-contas-regionais-do-brasil.html?edicao=17236&t=publicacoes>>. Acesso em: 07 de novembro 2019;

IBGE. Produção e vendas dos produtos e/ou serviços industriais, segundo código prodlist e a descrição dos produtos - Distrito Federal - 2011 a 2005. Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013a;

IBGE. População residente enviada ao Tribunal de Contas da União. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação - 2001-2017, 2013b. Disponível em: <www.ibge.gov.br>;

IBGE. Contas Nacionais. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9052-sistema-de-contas-nacionais-brasil.html?=&t=resultados>>;

INSTITUTO AÇO BRASIL. Parque Siderúrgico. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/site2015/parque.asp>>. Acesso em: 09 de novembro 2019;

IPCC. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Bracknell: Intergovernmental Panel on Climate Change, 1997.

IPCC. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. [s.l.] Intergovernmental Panel on Climate Change, 2000.

IPCC. The Good Practice Guidance for Land Use, Land-use Change and Forestry. [s.l.] Intergovernmental Panel on Climate Change, 2003.

IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Japão: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006.

MCTI. Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em: <<https://sirene.mctic.gov.br/portal/opencms/publicacao/index.html>>. Acesso em: 04 de novembro 2019.

RIMA. RIMA: Divisão Magnésio. Disponível em: <http://www.rima.com.br/esp/htmls/div_magnesio.html>. Acesso em: 04 de novembro 2019.

SINDIFER. Anuário 2012. Belo Horizonte: SINDIFER - Sindicato da Indústria do Ferro Gusa no Estado de Minas Gerais, 2013. Disponível em: <http://www.sindifer.com.br/institucional/anuario/anuario_2012.pdf>. Acesso em: 03 de novembro 2019.

SNIC. Relatório Anual do Sindicato Nacional da Indústria do Cimento 2019. Rio de Janeiro: Sindicato Nacional da Indústria do Cimento, 2019. <<http://snic.org.br/numeros-industria.php>> Acesso em: 30 de outubro de 2019.

SETOR RESÍDUOS E EFLUENTES

- ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil-2005. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm>. Acesso em: 03 de novembro 2019;
- ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil-2007. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_apresentacao.cfm>. Acesso em: 03 de novembro 2019;
- ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil-2008. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm>. Acesso em: 03 de novembro 2019;
- ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil-2009. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm>. Acesso em: 03 de novembro 2019;
- ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil-2010. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm>. Acesso em: 03 de novembro 2019;
- ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil-2011. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm>. Acesso em: 03 de novembro 2019;
- ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil-2012. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm>. Acesso em: 03 de novembro 2019;
- ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil-2013. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm>. Acesso em: 03 de novembro 2019;
- ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil-2014. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm>. Acesso em: 03 de novembro 2019;
- ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil-2015. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm>. Acesso em: 03 de novembro 2019;
- ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil-2016. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm>. Acesso em: 03 de novembro 2019;
- ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil-2017. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm>. Acesso em: 03 de novembro 2019;
- BRASIL. 2o Inventário Brasileiro de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010. Disponível em: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/VOLUME%20II_0.pdf>. Acesso em: 03 de novembro 2019;
- CAESB. DADOS DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO – ETEs. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.caesb.df.gov.br/images/idades/ete.pdf>>. Acesso em: 03 de novembro 2019;
- CETESB; MCT. Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa: Relatórios de Referência: Emissões de Gases de Efeito Estufa no Tratamento e Disposição de Resíduos. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/index.php/pt/publicacoes/documentos-publicos/item/segunda-comunicacao-nacional-do-brasil?category_id=7>. Acesso em: 03 de novembro 2019;
- FAO. FAO Statistical Yearbook 2013. World food and agriculture. Rome: [s.n.];
- GDF. Zoneamento Ecológico-Econômico do DF. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<http://zee.df.gov.br/>>. Acesso em: 03 de novembro 2019a;
- GDF. Zoneamento Ecológico-Econômico do DF. Subproduto 3.2 - Relatório de Diagnóstico. Volume I. Infraestrutura e Equipamentos Regionais. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <http://www.zee.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/ZEEEDF_CT03_Pre-Zoneamento_00-PreZoneamento-do-Territorio.pdf>. Acesso em: 03 de novembro 2019b;

IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2008. Rio de Janeiro/RJ: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2010. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>>.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/default.asp?z=t&o=3>>. Acesso em: 03 de novembro 2019;

IPCC. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Bracknell: Intergovernmental Panel on Climate Change, 1997.

IPCC. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. [s.l.] Intergovernmental Panel on Climate Change, 2000.

IPCC. The Good Practice Guidance for Land Use, Land-use Change and Forestry. [s.l.] Intergovernmental Panel on Climate Change, 2003.

IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Japão: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Agricultura: Quantidade de Abate Estadual por Ano/Espécie. Disponível em: <http://sigsif.agricultura.gov.br/sigsif_cons/!ap_abate_estaduais_cons?p_select=SIM>. Acesso em: 05 de novembro 2019; SNIS. Agrupamento dinâmico de indicadores e informações agregadas por ano de referência Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2019. Disponível em: <<http://app4.cidades.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: 03 de novembro 2019.

SETOR AGROPECUÁRIA

ABRACAL. Calcário Agrícola Brasil Consumo Aparente 1992 a 2018 e Produção por estado 1987 a 2018, 2018. Disponível em:

<<http://www.abracal.com.br/arquivos/documentos/CONSUMO%20APARENTE%20POR%20ESTADO%20%20-%20%20PER%3%8DODO%201992-2018.pdf>>. Acesso em: 07 de novembro 2019;

ABRACAL. Calcário Agrícola Brasil Produção, Entrega e Consumo Aparente por estado, 2018. Disponível em: <<http://www.abracal.com.br/arquivos/documentos/MAPA%20-%20MINIST%3%89RIO%20DA%20AGRICULTURA%2C%20PECU%3%81RIA%20E%20ABASTECIMENTO%20-%202018.pdf>> . Acesso em: 07 de novembro 2019;

ANDA. Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2013. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2013;

ANDA. Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2014. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2014;

ANDA. Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2016. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2016;

BRASIL. Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa - Parte II. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/index.php/pt/publicacoes/documentos-publicos/item/segunda-comunicacao-nacional-do-brasil-parte02?category_id=7>. Acesso em: 8 de nov. 2019;

CODEPLAN, SEPLAN. Companhia de Planejamento do Distrito Federal Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios - PDAD 2018. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/pdad-2018/>>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

CODEPLAN, SEPLAN. Companhia de Planejamento do Distrito Federal Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios Ceilândia - PDAD 2018. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/03/Ceil%C3%A2ndia.pdf>>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

CODEPLAN, SEPLAN. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. Agricultura Familiar no Distrito Federal - Dimensões e Desafios, Brasília, 2015. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/Agricultura-Familiar-no-DF-Dimens%C3%B5es-e-Desafios.pdf>>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

CODEPLAN, SEPLAN. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. Distrito Federal em Síntese - Informações Socioeconômicas e Geográficas, 2014. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/S%C3%ADntese-de-Inforna%C3%A7%C3%B5es-Socioecon%C3%B4micas-e-Geogr%C3%A1ficas-2014.pdf>>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

EMATER – DF. Informações Agropecuárias do Distrito Federal. Relatórios de 2005 a 2018. SEAGRI/DF.

EMBRAPA; CNPMA; MCT. Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa: Relatórios de Referência: Emissões de Gases de Efeito Estufa na Queima de Resíduos Agrícolas. Brasília: MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia, 2002;

EMBRAPA; MCT. Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa: Relatórios de Referência: Emissões de Metano por Fermentação Entérica e Manejo de Dejetos Animais. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/921485/1/2011MZ02.pdf>> . Acesso em: 08 de novembro 2019;

FARIAS, Pedro Igor V. Aspectos técnico e econômicos da indústria de fertilizantes da indústria de fertilizantes NPK no Brasil. Dissertação de Mestrado, UFRJ, Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. Rio de Janeiro, 2015.

GDF. Zoneamento Ecológico-Econômico do DF. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.zee-df.com.br/>>. Acesso em: 30 de outubro 2019;

GDF. Zoneamento Ecológico-Econômico do DF. Matriz Ecológica, Brasília: Governo do Distrito Federal, 2017. Disponível em: <http://www.zee.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/ZEEDF_CT01_Matriz-Ecologica.pdf>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

IBGE. Efetivo de Rebanhos, série histórica 1974 - 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=series-historicas>>. Acesso em: 25 de outubro 2019;

IBGE. Censo Agropecuário, Florestal e Aquícola 2017: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pdf/df.pdf>. Acesso em: 30 de outubro 2019;

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA: Agricultura: Produção: Quantidade Produzida: Distrito Federal: Série histórica. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588#resultado>>. Acesso em: 30 de outubro 2019;

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA: Agricultura: Produção: Quantidade Produzida: Distrito Federal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=2&z=t&o=11&u1=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u2=37>>. Acesso em: 30 de outubro 2019a;

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA: Agricultura: Produção: Quantidade Produzida Calagem: Distrito Federal. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6653#resultado>>. Acesso em: 30 de outubro 2019b;

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em:
<<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3939#resultado>>. Acesso em: 30 de outubro 2019c;
<<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/94#resultado>>. Acesso em: 30 de outubro 2019d;

IPNI. Evolução do consumo aparente de N, P, K e Total de NPK no Brasil. <http://brasil.ipni.net/article/BRS-3132#evolucao> acesso em 10 de janeiro de 2020.

Moschini, Bruno P. Manejo de Adubação Nitrogenada com misturas de ureia revestida com NBPT e ureia revestida com enxofre e polímeros em sistemas de produção de milho. USP Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2019.

Parahyba, Ricardo E. Calcário Agrícola. DNPM-CE.

Saab, Ali A., Paula Ricardo A. O mercado de fertilizantes no Brasil, diagnóstico e proposta de políticas. Revista de Políticas Agrícolas, Ano XVII, nº 2, Abr/Mai/Jun 2008.

Silva, Adriane A., Silva, Tales S., Vasconcelos, Ana Carolina P., Lana, Regina Maria Q. Aplicação de diferentes fontes de ureia de liberação gradual na cultura de milho. Bioscience Journal, Uberlândia, v 28, supplement 1, pp 104-111, Mar 2012.

SETOR FLORESTAS, USO DA TERRA E MUDANÇA DO USO DA TERRA

ABRACAL. Calcário Agrícola Brasil Consumo Aparente 1992 a 2018 e Produção por estado 1987 a 2018, 2018. Disponível em:

<<http://www.abracal.com.br/arquivos/documentos/CONSUMO%20APARENTE%20POR%20ESTADO%20%20-%20%20PER%20C3%8DODO%201992-2018.pdf>>. Acesso em: 07 de novembro 2019;

ABRACAL. Calcário Agrícola Brasil Produção, Entrega e Consumo Aparente por estado, 2018. Disponível em:
<<http://www.abracal.com.br/arquivos/documentos/MAPA%20-%20MINIST%20C3%89RIO%20DA%20AGRICULTURA%20C%20PECU%20C3%81RIA%20E%20ABASTECIMENTO%20-%202018.pdf>> . Acesso em: 07 de novembro 2019;

ANDA. Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2013. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2013;

ANDA. Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2014. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2014;

ANDA. Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2016. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2016;

BRASIL. Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa - Parte II. [s.l.: s.n.]. Disponível em:
<http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/index.php/pt/publicacoes/documentos-publicos/item/segunda-comunicacao-nacional-do-brasil-parte02?category_id=7>. Acesso em: 8 de nov. 2019;

CODEPLAN, SEPLAN. Companhia de Planejamento do Distrito Federal Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios - PDAD 2018. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/pdad-2018/>>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

CODEPLAN, SEPLAN. Companhia de Planejamento do Distrito Federal Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios Ceilândia - PDAD 2018. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/03/Ceil%C3%A2ndia.pdf>>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

CODEPLAN, SEPLAN. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. Agricultura Familiar no Distrito Federal - Dimensões e Desafios, Brasília, 2015. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/Agricultura-Familiar-no-DF-Dimens%C3%B5es-e-Desafios.pdf>>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

CODEPLAN, SEPLAN. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. Distrito Federal em Síntese - Informações Socioeconômicas e Geográficas, 2014. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/S%C3%ADntese-de-Infoma%C3%A7%C3%B5es-Socioecon%C3%B4micas-e-Geogr%C3%A1ficas-2014.pdf>>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

CBMDF . Corpo de Bombeiros Militares do Distrito Federal. Relatório Estatístico de Ocorrências 2013. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.cbm.df.gov.br/institucional/relat%C3%B3rio-de-ocorr%C3%AAncias?view=category&id=278>>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

CBMDF . Corpo de Bombeiros Militares do Distrito Federal . Relatório Estatístico de Ocorrências 2014. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.cbm.df.gov.br/institucional/relat%C3%B3rio-de-ocorr%C3%AAncias?view=category&id=279>>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

CBMDF. Corpo de Bombeiros Militares do Distrito Federal . Relatório Estatístico de Ocorrências. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.cbm.df.gov.br/2016-06-24-19-34-08/anuario-estatistico-ocorrencias-cbmdf?view=category&id=163>> Acesso em 08 de novembro 2019;

EMBRAPA; CNPMA; MCT. Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa: Relatórios de Referência: Emissões de Gases de Efeito Estufa na Queima de Resíduos Agrícolas. Brasília: MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia, 2002;

EMBRAPA; MCT. Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa: Relatórios de Referência: Emissões de Metano por Fermentação Entérica e Manejo de Dejetos Animais. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/921485/1/2011MZ02.pdf>>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

GDF. Zoneamento Ecológico-Econômico do DF. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.zee-df.com.br/>>. Acesso em: 30 de outubro 2019;

GDF. Zoneamento Ecológico-Econômico do DF. Matriz Ecológica, Brasília: Governo do Distrito Federal, 2017. Disponível em: <http://www.zee.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/ZEEEDF_CT01_Matriz-Ecologica.pdf>. Acesso em: 08 de novembro 2019;

IBGE. Efetivo de Rebanhos, série histórica 1974 - 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=series-historicas>>. Acesso em: 25 de outubro 2019;

IBGE. Censo Agropecuário, Florestal e Aquícola 2017: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pdf/df.pdf>. Acesso em: 30 de outubro 2019;

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA: Agricultura: Produção: Quantidade Produzida: Distrito Federal: Série histórica. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588#resultado>>. Acesso em: 30 de outubro 2019;

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA: Agricultura: Produção: Quantidade Produzida: Distrito Federal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=2&z=t&o=11&u1=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u2=37>>. Acesso em: 30 de outubro 2019a;

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA: Agricultura: Produção: Quantidade Produzida Calagem: Distrito Federal. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6653#resultado>>. Acesso em: 30 de outubro 2019b;

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3939#resultado>>. Acesso em: 30 de outubro 2019c;

<<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/94#resultado>>. Acesso em: 30 de outubro 2019d;

IPCC. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Bracknell: Intergovernmental Panel on Climate Change, 1997;

IPCC. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. [s.l.] Intergovernmental Panel on Climate Change, 2000;

IPCC. The Good Practice Guidance for Land Use, Land-use Change and Forestry. [s.l.] Intergovernmental Panel on Climate Change, 2003;

IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Japan: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006;

MAP BIOMAS. <https://storage.googleapis.com/mapbiomas/mapbiomas-br/v4/ATBDs/Cerrado%20Appendix%20-%20ATBD%20Collection%204.pdf>

MapBiomas General "Handbook". Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) Collection 4. Version 1.0. August, 2019;

Moschini, B. P. Manejo da adubação nitrogenada com misturas de ureia revestida com NBPT e ureia revestida com enxofre e polímero em sistemas de produção de milho. ESALQ/USP. Piracicaba, 2019.

UNFCCC. Glossary of climate change acronyms. Disponível em: <<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/glossary-of-climate-change-acronyms-and-terms>>. Acesso em: 05 de novembro 2019.