



COMUNICAÇÃO NACIONAL DO
BRASIL À CONVENÇÃO-QUADRO
DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE
MUDANÇA DO CLIMA

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



PROJETO BRA/16/G31

**QUARTA COMUNICAÇÃO NACIONAL E RELATÓRIOS DE ATUALIZAÇÃO
BIENAL DO BRASIL À CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS
SOBRE MUDANÇA DO CLIMA**

**QUARTO INVENTÁRIO NACIONAL DE EMISSÕES E REMOÇÕES
ANTRÓPICAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA**

RELATÓRIO DE REFERÊNCIA

SETOR AGROPECUÁRIA

**SUBSETORES SOLOS MANEJADOS, CALAGEM E APLICAÇÃO
DE UREIA**

Versão de novembro de 2020

QUARTO INVENTÁRIO NACIONAL DE EMISSÕES E REMOÇÕES ANTRÓPICAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA

SETOR AGROPECUÁRIA

SUBSETORES SOLOS MANEJADOS, CALAGEM E APLICAÇÃO DE UREIA

Coordenadora Técnica da Quarta Comunicação Nacional

Danielly Godiva Santana Molleta (PNUD/MCTI)

Supervisor do Quarto Inventário Nacional

Mauro Meirelles de Oliveira Santos (PNUD/MCTI)

Analista Técnica do Setor Agropecuária

Giovanna Lunkmoss de Christo (PNUD/MCTI)

Analista Técnica do Quarto Inventário Nacional

Mayra Braga Rocha (PNUD/MCTI)

Coordenador Técnico-Científico do Quarto Inventário Nacional pela Rede Clima

Eduardo Delgado Assad (Embrapa)

Coordenador Técnico-Científico do Setor Agropecuária pela Rede Clima

Stoécio Malta Ferreira Maia (IFAL)

Coordenador Técnico-Científico dos Subsetores Solos Manejados, Calagem e Aplicação de Ureia

Bruno José Rodrigues Alves (Embrapa Agrobiologia)

Autores

Bruno José Rodrigues Alves (Embrapa Agrobiologia)

Thiago Rezende Lima do Carmo (Consultor)

Ademir Fontana (Embrapa Solos)

Fernando Vieira Cesário (Consultor)

Fabrcio Firmino de Faria (Consultor)

Rodrigo da Silveira Nicoloso (Embrapa Suínos e Aves)

Colaboradores

Carlos Augusto de Miranda Gomide

Claudia de Paula Rezende

Claudia Pozzi Jantalia
Claudinei Caldeira Henn
Daniel Rume Casagrande
Domingos Savio Campos Paciullo
Eduardo Delgado Assad
Fernando Carlos Becker
João Pedro Martins Dias de Oliveira
Marcelo Henrique Otenio
Robert de Oliveira Macedo
Robert Michael Boddey
Segundo Urquiaga

Agradecimentos:

ABCZ – Associação Brasileira de Criadores de Zebu

ABRACAL – Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola

ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos

CEPLAC – Comissão Executiva para o Progresso da Lavoura Cacaueira

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

SOESP – Sementes Oeste Paulista

UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

UFL – Universidade Federal de Lavras

UNICA – União da Indústria de Cana-de-Açúcar

Aviso

Este documento compreende atualizações das estimativas de emissões com base na aplicação das diretrizes metodológicas de 2006 do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC no acrônimo em inglês) que servirão de subsídios para elaboração futura do capítulo do “Inventário Nacional de Emissões Antrópicas e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal”, parte integrante da Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção do Clima. Neste trabalho, foram consideradas informações oficiais públicas para o período de 1990 a 2016, na medida do possível.

Todas as indicações, dados e resultados deste estudo foram compilados e cuidadosamente revisados pelo(s) autor(es). O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações ou o(s) autor(es) não podem ser responsabilizados por qualquer reivindicação, perda ou prejuízo direto ou indireto resultante do uso ou confiança depositada sobre as informações contidas neste estudo, ou direta ou indiretamente resultante dos erros, imprecisões ou omissões de informações neste estudo.

Os resultados, as interpretações, as recomendações, as estimativas e as conclusões expressas neste estudo são de responsabilidade dos autores, não refletindo a opinião do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, nem de outros órgãos do governo participantes e consultados para elaboração deste estudo. O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e outros órgãos governamentais se eximem da responsabilidade de implementar quaisquer dos resultados, interpretações, recomendações, estimativas ou conclusões contidos neste estudo.

Sumário

	Página
1. Introdução _____	16
2. Metodologia _____	19
2.1 Dados de atividade _____	25
2.2 Fatores de emissão e outros parâmetros _____	37
3. Resultados _____	53
3.1. Emissões de N ₂ O de Solos Manejados _____	53
3.2. Emissões de CO ₂ pela Calagem e Aplicação de Ureia _____	57
4. Diferenças em relação ao Terceiro Inventário _____	59
4.1 Atualização metodológica _____	59
5. Avaliação de incertezas e consistência temporal _____	65
5.1 Introdução _____	65
5.2 Metodologias utilizadas para estimar incertezas para os parâmetros e fatores de emissão de Solos Manejados _____	65
5.3 Resultados _____	75
6. Referências _____	81
APÊNDICE A - Detalhamento metodológico _____	103
A.1 FATORES DE EMISSÃO E OUTROS PARÂMETROS _____	104
A.2. RESUMO METODOLÓGICO _____	115
APÊNDICE B - Resultados detalhados _____	117
ANEXOS _____	133

Lista de Tabelas

	Página
<i>Tabela 1. Emissões de N₂O de solos manejados no Brasil, para o período de 1990 a 2016.</i>	13
<i>Tabela 2. Emissões de CO₂ pela Calagem e Aplicação de Ureia nos solos no Brasil, para o período de 1990 a 2016.</i>	15
<i>Tabela 3. Apresentação dos gases e Tiers utilizados para calcular as emissões dos subsetores Solos Manejados (3.D), Calagem (3.H) e Aplicação de Ureia (3.H).....</i>	19
<i>Tabela 4. Subsetores e respectivas categorias e fórmulas utilizadas para estimar as emissões dos gases inventariados.</i>	20
<i>Tabela 5. Subsetor e respectivas categorias e fórmulas usadas para estimar as emissões de CO₂ pela Calagem e Aplicação de Ureia.</i>	24
<i>Tabela 6. Quantidade de N em fertilizantes nitrogenados consumidos no país.</i>	25
<i>Tabela 7. Quantidades de açúcar e álcool produzidos no país.</i>	26
<i>Tabela 8. Dados de área colhida e de produtividade das principais culturas produzidas no país, considerando-se a área cultivada.</i>	29
<i>Tabela 9. Áreas de pastagem que permaneceram como pastagem, áreas convertidas de pastagem e taxas anuais de renovação da pastagem, por bioma, nos anos de 1994, 2002, 2005 e 2010.</i>	30
<i>Tabela 10. Quantidade de C acumulada (número negativo) ou perdida (número positivo) do solo (0-30 cm) para cada UF em função do uso e mudanças de uso do solo entre os anos de 1994, 2002, 2010 e 2016.</i>	31
<i>Tabela 11. Área total de solos orgânicos no Brasil.</i>	32
<i>Tabela 12. Meses que compõem as épocas de chuva de cada estado da Federação para o cálculo do balanço hídrico.</i>	34
<i>Tabela 13. Quantidades de calcário e ureia consumidas no país de 1990 a 2016.</i>	36
<i>Tabela 14. Fatores de perda de N (Frac_{LOSSMS}) que incluem as perdas de N desde o local ocupado pelos animais até o local de manejo dos dejetos.</i>	38
<i>Tabela 15. Parâmetros utilizados para estimar a quantidade de N na vinhaça e na torta de filtro.</i>	39
<i>Tabela 16. Resumo dos parâmetros utilizados para calcular F_{CR} de resíduos de cultura.</i>	44
<i>Tabela 17. Resumo dos parâmetros utilizados para calcular F_{CR} na renovação de pastagens.</i>	45
<i>Tabela 18. Relação C/N do solo para diferentes usos dentro de cada bioma.</i>	46
<i>Tabela 19. Fatores de emissão direta de N₂O de vinhaça e torta de filtro aplicados ao solo plantado com cana-de-açúcar.</i>	50
<i>Tabela 20. Resumo dos fatores de emissão utilizados no cálculo da categoria “Emissões diretas de N₂O”..</i>	51
<i>Tabela 21. Fatores de emissão indireta de N₂O para solos agrícolas manejados.</i>	51
<i>Tabela 22. Fatores utilizados no cálculo de emissão de CO₂ pela Calagem e Aplicação de Ureia.</i>	52
<i>Tabela 23. Emissões de N₂O pelo manejo de solos no Brasil, para o período de 1990 a 2016.</i>	54
<i>Tabela 24. Emissões de CO₂ pelo Uso de Calcário e Aplicação de Ureia em solos no Brasil, para o período de 1990 a 2016.</i>	57
<i>Tabela 25. Fracionamento do rebanho efetivo de bovinos, por categoria animal.</i>	67

<i>Tabela 26. Fracionamento dos Bovinos confinados no Brasil no ano de 2006 segundo o Censo Agropecuário do IBGE 2006</i>	69
<i>Tabela 27. Regressão Linear da série histórica do rebanho leiteiro no Brasil (1990-2016).</i>	71
<i>Tabela 28. Excreção de nitrogênio por quilo de peso vivo de bovinos no Brasil.</i>	72
<i>Tabela 29. Fatores de emissão de N₂O de urina e fezes de bovinos.</i>	74
<i>Tabela 30. Resumo dos fatores de emissão utilizados no cálculo.</i>	104
<i>Tabela 31. Parâmetros aplicados para as estimativas do N mineralizado em associação com a perda de C de solos orgânicos causada pelo manejo ou mudança de uso do solo (F_{OM}).</i>	105
<i>Tabela 32. Parâmetros utilizados para os cálculos de N retornado ao solo devido a renovação de pastagens (F_{CR}).</i>	105
<i>Tabela 33. Parâmetros e referências da parte aérea da cultura do arroz.</i>	105
<i>Tabela 34. Parâmetros e referências da parte abaixo do solo da cultura do arroz.</i>	106
<i>Tabela 35. Parâmetros e referências da parte aérea da cultura da cana-de-açúcar.</i>	106
<i>Tabela 36. Parâmetros e referências da parte abaixo do solo da cultura da cana-de-açúcar.</i>	106
<i>Tabela 37. Parâmetros e referências de biomassa da cultura da cana-de-açúcar.</i>	107
<i>Tabela 38. Parâmetros e referências da cultura do feijão.</i>	107
<i>Tabela 39. Parâmetros e referências da parte aérea da cultura da mandioca.</i>	107
<i>Tabela 40. Teor de matéria seca da raiz de mandioca.</i>	107
<i>Tabela 41. Parâmetros e referências da parte aérea da cultura do milho.</i>	108
<i>Tabela 42. Parâmetros e referências da parte abaixo do solo da cultura do milho.</i>	108
<i>Tabela 43. Parâmetros e referências da parte aérea da cultura da soja.</i>	108
<i>Tabela 44. Parâmetros e referências da parte abaixo do solo da cultura da soja.</i>	109
<i>Tabela 45. Parâmetros e referências da cultura do trigo.</i>	109
<i>Tabela 46. Parâmetros utilizados em outras culturas temporárias.</i>	109
<i>Tabela 47. Áreas de solos manejados nos anos de 1994, 2002 e 2010 classificadas por tipo de uso do solo.</i>	110
<i>Tabela 48. Mudança de usos de solo no bioma da Amazônia.</i>	111
<i>Tabela 49. Mudança de usos de solo no bioma do Cerrado.</i>	112
<i>Tabela 50. Mudança de usos de solo no bioma da Caatinga.</i>	113
<i>Tabela 51. Mudança de usos de solo no bioma da Mata Atlântica.</i>	113
<i>Tabela 52. Mudança de usos de solo no bioma do Pampa.</i>	114
<i>Tabela 53. Mudança de usos de solo no bioma do Pantanal.</i>	114
<i>Tabela 54. Resumo metodológico dos subsetores Emissões de Solos Manejados (3.D), Calagem (3.G) e Aplicação de Ureia (3.H).</i>	115
<i>Tabela 55. Emissões diretas de N₂O de fertilizante sintético (categoria 3.D.1.a), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.</i>	117
<i>Tabela 56. Emissões diretas de N₂O pelo uso de adubos orgânicos (categoria 3.D.1.b), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.</i>	118

<i>Tabela 57. Emissões diretas de N₂O pela deposição de dejetos (categoria 3.D.1.c), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.</i>	119
<i>Tabela 58. Emissões diretas de N₂O de resíduos agrícolas (categoria 3.D.1.d), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.</i>	120
<i>Tabela 59. Emissões diretas de N₂O pela Mineralização de N associada à perda de C do solo (categoria 3.D.1.e), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.</i>	121
<i>Tabela 60. Emissões diretas de N₂O pelo manejo de solos orgânicos (categoria 3.D.1.f), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.</i>	122
<i>Tabela 62. Emissões indiretas de N₂O pela deposição atmosférica - fertilizantes sintéticos (categoria 3.D.2.a.a), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.</i>	123
<i>Tabela 63. Emissões indiretas de N₂O pela deposição atmosférica - adubos orgânicos (categoria 3.D.2.a.b), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.</i>	124
<i>Tabela 64. Emissões indiretas de N₂O pela deposição atmosférica - deposição de dejetos (categoria 3.D.2.a.c), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.</i>	125
<i>Tabela 65. Emissões indiretas de N₂O pela lixiviação - fertilizantes sintéticos (categoria 3.D.2.b.a), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.</i>	126
<i>Tabela 66. Emissões indiretas de N₂O pela lixiviação - adubos orgânicos (categoria 3.D.2.b.b), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.</i>	127
<i>Tabela 67. Emissões indiretas de N₂O pela lixiviação - Deposição de dejetos (categoria 3.D.2.b.c), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.</i>	128
<i>Tabela 68. Emissões indiretas de N₂O pela lixiviação - Resíduos agrícolas (categoria 3.D.2.b.d), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.</i>	129
<i>Tabela 69. Emissões indiretas de N₂O pela Lixiviação da Mineralização de N associada a perda de C do solo (categoria 3.D.2.b.e), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.</i>	130
<i>Tabela 70. Emissão total de CO₂ pelo Uso de Calcário (subsetor 3.G), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.</i>	131
<i>Tabela 71. Emissão total de CO₂ pela Aplicação de Ureia (subsetor 3.H), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.</i>	132
<i>Tabela 72. Produção de açúcar (t).</i>	133
<i>Tabela 73. Produção de etanol (m³).</i>	134
<i>Tabela 74. Quantidade de Nitrogênio-N na forma de fertilizante entregue ao consumidor final no Brasil, de 1990 a 2016.</i>	135
<i>Tabela 75. Distribuição percentual das diferentes fontes sintéticas de N utilizadas no Brasil, no período de 1990 - 2016.</i>	136
<i>Tabela 76. Área colhida de arroz (ha).</i>	136
<i>Tabela 77. Produtividade média do arroz (k/ha).</i>	137
<i>Tabela 78. Produção de cana-de-açúcar (kt).</i>	138
<i>Tabela 79. Área colhida da cultura do feijão (ha).</i>	139

<i>Tabela 80. Produtividade média da cultura do feijão (kg/ha).</i>	140
<i>Tabela 81. Área colhida da cultura da mandioca (ha).</i>	141
<i>Tabela 82. Produtividade média da cultura da mandioca (kg/ha).</i>	142
<i>Tabela 83. Área colhida da cultura do milho (ha).</i>	143
<i>Tabela 84. Produtividade média da cultura do milho (kg/ha).</i>	144
<i>Tabela 85. Área colhida da cultura da soja (ha).</i>	145
<i>Tabela 86. Produtividade média da cultura da soja (kg/ha).</i>	146
<i>Tabela 87. Área colhida da cultura do trigo (ha).</i>	147
<i>Tabela 88. Produtividade média da cultura do trigo (kg/ha).</i>	148

Lista de Figuras

	Página
<i>Figura 1. Evolução das emissões totais de N₂O devido ao manejo de solos agrícolas.....</i>	14
<i>Figura 2. Box plot com os dados de relação C/N agrupados por bioma e usos do solo.</i>	46
<i>Figura 3. Áreas do território brasileiro onde o excedente de chuvas em relação à evapotranspiração potencial excedeu (azul), ou não excedeu (vermelho), a capacidade de armazenamento de água do solo para os anos de 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2016.....</i>	48
<i>Figura 4. Mapa do Brasil com a distribuição de N de fertilizante sintético consumida em 2016 por microrregião.</i>	49
<i>Figura 5. Contribuição das diferentes fontes de N para as emissões nacionais de N₂O pelo manejo de solos agrícolas para as 493,8 mil toneladas de N₂O produzidas em 2016.</i>	53
<i>Figura 6. Produção das culturas e áreas plantadas segundo a série Produção Agrícola Municipal do IBGE e total de fertilizante nitrogenado entregue ao consumidor da série da ANDA.</i>	55
<i>Figura 7. Contribuição das subcategorias para as emissões nacionais de N₂O de Solos Manejados em 2016.</i>	56
<i>Figura 8. Evolução das emissões diretas e indiretas de N₂O devidas ao manejo de solos agrícolas.</i>	57
<i>Figura 9. Consumo de calcário e ureia no manejo de solos agrícolas entre 1990 e 2016.</i>	58
<i>Figura 10. Comparação das emissões de N₂O diretas e indiretas de fertilizantes nitrogenados, estimadas pela metodologia do IPCC de 1996 e de 2006.</i>	60
<i>Figura 11. Emissões de N₂O de adubos orgânicos estimadas pela metodologia do IPCC 1996 e IPCC 2006. ...</i>	61
<i>Figura 12. Emissões de N₂O de resíduos agrícolas e pela renovação de pastagens estimadas pela metodologia do IPCC 1996 e IPCC 2006.</i>	61
<i>Figura 13. Emissões de N₂O de dejetos não manejados estimadas pela metodologia do IPCC 1996 e IPCC 2006.</i>	62
<i>Figura 14. Emissões de N₂O pelo manejo de solos orgânicos estimadas pela metodologia do IPCC de 1996 e de 2006.</i>	63
<i>Figura 15. Emissões de N₂O totais pelo manejo de solos agrícolas estimadas pela metodologia do IPCC 1996 e IPCC 2006.....</i>	63
<i>Figura 16. Curva Peso vivo vs. Idade para estimar o peso vivo animal.</i>	72

Siglas

ABRACAL – Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola

ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos

CAD – Capacidade de Água Disponível

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

EF – *Emission Factor* (Fator de Emissão)

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ETP – Evapotranspiração Potencial

GEE - gases de efeito estufa

Gg - gigagrama

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change* (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)

MCTI – Ministério das Ciências, Tecnologias e Inovações

MCTIC – Ministério das Ciências, Tecnologias, Inovações e Comunicações

N - nitrogênio

N₂O - óxido nitroso

NO_x - óxido de nitrogênio

PAM – Produção Agrícola Municipal

PPM – Pesquisa Pecuária Municipal

SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática

UF – Unidade Federativa

Sumário Executivo

Neste relatório são apresentadas as estimativas de emissões de óxido nitroso (N_2O) do subsetor Solos Manejados e dióxido de carbono (CO_2) dos subsetores Calagem e Aplicação de Ureia, para o período de 1990 a 2016. As estimativas de emissão foram realizadas utilizando a metodologia preconizada nas Diretrizes IPCC 2006 para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; IPCC, 2006; V.4, C.11, N_2O Emissions from Managed Soils, and CO_2 Emissions from Lime and Urea Application).

As emissões de N_2O de solos manejados são decorrentes do aumento da quantidade de nitrogênio (N) no solo em função da utilização de insumos e do manejo das plantas e do solo. No Brasil, a agricultura tem sido cada vez mais intensificada, com crescente utilização de insumos como fertilizantes e adubos orgânicos e operações agrícolas, abrangendo em 2016 uma área acima de 60 milhões de hectares de lavouras e 160 milhões de hectares de pastagens (IBGE, 2017). Para computar as emissões de N_2O pelo manejo do solo com esses usos, são consideradas as aplicações de fertilizantes sintéticos e adubos orgânicos, a deposição e incorporação de resíduos de colheita de cultivos e da renovação de pastagens, a deposição de dejetos não manejados de espécies do rebanho nacional (ex.: em pastagens), a mineralização de nitrogênio resultante da perda de matéria orgânica do solo e o manejo de solos orgânicos.

As emissões totais de N_2O de solos manejados, ou seja, as emissões diretas e indiretas, alcançaram 493,8 Gg em 2016 (Tabela 1), produzidas em grande parte (49%) pelos dejetos (urina e fezes) não manejados, gerados pelas diferentes espécies/categorias do rebanho nacional. A segunda maior fonte de emissão (24%) foi composta pelos resíduos de culturas e de pastagens, esta última contabilizada pelas emissões de N_2O em função do manejo de renovação. As emissões de N_2O de solos orgânicos representaram pouco mais de 1% do total. Considerando todas as categorias, as emissões diretas representaram 77% do total, enquanto as emissões indiretas de N_2O , que ocorrem após a deposição do nitrogênio volatilizado e do nitrogênio lixiviado, corresponderam ao restante, sendo que em 2016 as emissões originadas do nitrogênio lixiviado foram 70% maiores do que as emissões originadas da deposição do nitrogênio volatilizado.

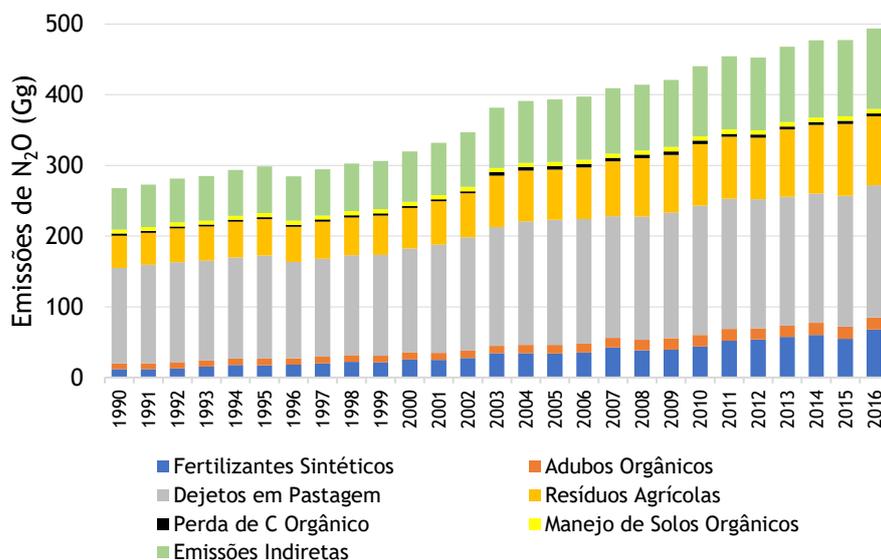
Tabela 1. Emissões de N_2O de solos manejados no Brasil, para o período de 1990 a 2016.

		1990	1995	2000	2005	2010	2016	Varição 2005-2016	Varição 2010-2016
Subsetor/Categoria		----- Gg N_2O -----						----- % -----	----- % -----
3.D.	Solos Manejados	267,8	298,7	319,7	393,7	440,5	493,8	25%	12%
3.D.1	Emissões Diretas	209,0	232,6	248,5	305,1	341,1	380,0	25%	11%
3.D.1.a	Fertilizantes Sintéticos	11,7	17,1	25,5	33,8	44,1	67,8	100%	54%
3.D.1.b	Adubos Orgânicos	8,1	9,5	10,2	12,2	16,2	17,2	41%	6%

3.D.1.c	Dejetos em Pastagem	135,2	146,0	146,9	177,0	182,9	186,8	6%	2%
3.D.1.d	Resíduos Agrícolas	45,7	51,5	57,3	71,1	86,8	97,5	37%	12%
3.D.1.e	Perda de C Orgânico	2,9	2,9	2,9	5,0	5,0	4,2	-17%	-17%
3.D.1.f	Manejo de Solos Orgânicos	5,4	5,6	5,8	6,0	6,1	6,4	7%	5%
3.D.2	Emissões Indiretas	58,8	66,1	71,1	88,7	99,4	113,8	27%	14%
3.D.2.a	Deposição Atmosférica	22,4	25,3	26,8	33,62	36,9	42,9	24%	16%
3.D.2.b	Lixiviação	36,4	40,9	44,3	55,04	62,5	70,9	29%	13%

As emissões de N_2O pelo manejo de solos vem aumentando continuamente desde 1990 (Figura 1), mas com taxas menores, superando em 25% as emissões de 2005, e em 12% as de 2010, último ano contabilizado no Terceiro Inventário Nacional. Observa-se um incremento maior no consumo de fertilizantes nitrogenados sintéticos, representando aumentos aproximados de 100% e 50% em relação a 2005 e 2010, respectivamente. Como as emissões predominantes decorrem em maior parte dos dejetos dos diferentes rebanhos e dos resíduos de culturas e pastagens, essas emissões têm acompanhado o aumento das populações de animais, da área cultivada e dos índices de produtividade.

Figura 1. Evolução das emissões totais de N_2O devido ao manejo de solos agrícolas.



As emissões de CO_2 pela Calagem e Aplicação de Ureia foram crescentes desde 1990, acompanhando a tendência de tecnificação da agricultura (Tabela 2). As emissões aumentam diretamente com o consumo dos respectivos insumos e praticamente dobraram em comparação a 2005 ou aumentaram em 50% em relação a 2010, ano do Terceiro Inventário Nacional.

Tabela 2. Emissões de CO₂ pela Calagem e Aplicação de Ureia nos solos no Brasil, para o período de 1990 a 2016.

Subsetor/Categoria		1990	1995	2000	2005	2010	2016	Varição 2005-2016	Varição 2010-2016
		----- Gg CO ₂ -----						----- % -----	----- % -----
3.G	Calagem	9.141	5.845	9.444	8.097	11.292	15.844	96%	40%
3.H	Aplicação de Ureia	631	920	1.201	1.878	2.406	3.888	107%	62%

1. Introdução

O óxido nitroso (N_2O) é um gás de efeito estufa (GEE) originado dos processos de nitrificação e desnitrificação que atuam sobre o nitrogênio (N) nas formas amoniacais e nítricas do solo. A utilização de fertilizantes nitrogenados aumenta a concentração dessas formas minerais no solo. Da mesma forma, resíduos orgânicos como esterco, compostos, material vegetal e mesmo os dejetos de animais depositados diretamente no solo, após passarem por processos de decomposição, liberam amônio no solo, que pode ser nitrificado até nitrato, produzindo N_2O . O nitrato pode ser utilizado como aceptor de elétrons na cadeia respiratória de alguns microrganismos quando ocorre limitação de O_2 (após as chuvas, por exemplo), processo conhecido como desnitrificação (ALVES *et al.*, 2012). Na desnitrificação, o nitrato é reduzido a N_2 , sendo o N_2O um intermediário. Porém, a partir de níveis elevados de anaerobiose, como ocorre em plantações de arroz inundado, a produção de N_2O reduz-se fortemente, dando lugar à produção de N_2 (LINN; DORAN, 1984).

As diferenças existentes quanto à forma com que o nitrogênio se encontra nos materiais vegetais, adubos e fertilizantes podem resultar em emissões de N_2O com magnitudes contrastantes (ALVES *et al.* 2012), porém ainda não é possível estipular claramente esses limites para muitas dessas fontes para as condições brasileiras em função dos poucos estudos disponíveis (MEURER *et al.*, 2016). Uma exceção a isso é a nítida diferença entre fezes e urina de bovinos quanto às emissões de N_2O , considerando-se os estudos realizados no país (BASTOS *et al.*, 2018), conhecimento que está sendo incorporado neste Inventário.

A liberação de formas minerais de N no solo também ocorre quando o uso agrícola do solo resulta em perda de matéria orgânica ou húmus. A matéria orgânica do solo tem uma relação C/N entre 10 e 15 e é fruto do resultado líquido entre a deposição de resíduos vegetais e a decomposição biológica no solo (SISTI *et al.*, 2004; JANTALIA *et al.*, 2007). A decomposição da matéria orgânica tem como resultado a transformação do carbono (C) orgânico em CO_2 , com consequente liberação de formas minerais de diversos elementos, entre eles o nitrogênio. Assim, quando ocorre predomínio da decomposição, ou seja, perda de C do solo e mineralização de N, ocorre aumento das formas amoniacais e nítricas no solo, aumentando as emissões de N_2O para a atmosfera. A utilização do preparo convencional do solo, com arados e grades, é uma forma de intensificar a decomposição e aumentar as emissões de N_2O do solo (MORAIS *et al.*, 2013). No caso do manejo de solos orgânicos, que são ricos em N, as emissões de N_2O para a atmosfera são ainda mais elevadas, embora essa classe de solos ocorra em uma área relativamente pequena no Brasil.

De modo geral, apenas uma pequena fração do N das diferentes fontes é convertida em N_2O , entre 1 e 2% do total, porém trata-se de um gás com grande potencial de aquecimento global, 263 vezes maior que o CO_2 , além de fazer parte das reações que levam à degradação da camada de ozônio

da atmosfera (MYHRE *et al.* 2013). Por isso, mesmo em pequenas quantidades, as emissões de N_2O causam grande impacto ambiental.

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) classifica as emissões de N_2O de solos agrícolas em emissões diretas e indiretas (IPCC, 2006). As emissões diretas são aquelas que ocorrem no local onde houve um evento que levou ao aumento da concentração de N no solo, desencadeando emissões de N_2O . De acordo com o IPCC 2006, esses eventos podem ser: adição de fertilizantes sintéticos e adubos orgânicos; deposição de resíduos de colheita no solo, incluindo a renovação de pastagens; deposição de dejetos de animais (urina e fezes) sem passar por manejo; mineralização do N associado à perda de matéria orgânica do solo e o manejo de solos orgânicos. Por outro lado, é comum que ocorra volatilização de NH_3/NO_x e lixiviação/escorrimento superficial de N mineral. Esses processos removem certas quantidades de N que vão se depositar em outro local, sendo então transformadas em N_2O e gerando emissões para a atmosfera, as quais são chamadas emissões indiretas. Entre as fontes de N que contribuem para emissões diretas, apenas o manejo de solos orgânicos não contribui para emissões indiretas.

O IPCC fornece uma guia metodológica (IPCC, 2006) com recomendações para a estimativa das quantidades de N nas diferentes fontes de N_2O de solos agrícolas. A metodologia é baseada no produto do dado de atividade, multiplicado por um fator de emissão de N_2O . Os dados de atividade referem-se a informações da agropecuária, como produtividade, área plantada/colhida, população de rebanhos, entre outras, que combinadas com determinados parâmetros permitem estimar a quantidade de N associada a ela, que é passível de se transformar em N_2O . O fator de emissão se refere à proporção do N de determinada fonte que se converte em N_2O ao longo de 1 ano. A Guia do IPCC traz fatores de emissão *default* (IPCC, 2006), no caso de não serem disponíveis no país inventariante.

Além das emissões de N_2O , também deve-se quantificar as emissões de CO_2 pela Calagem e Aplicação de Ureia no manejo de solos agrícolas. O calcário é um mineral que possui carbono em sua constituição, na forma de carbonatos, e é extraído e processado para ser adicionado ao solo com vistas a suprir cálcio (Ca) e magnésio (Mg) para as plantas e principalmente para reduzir a acidez do solo. Após ser adicionado, o calcário libera carbonato que reage no solo, ocorrendo liberação de CO_2 para a atmosfera.

A ureia também possui carbono em sua constituição, originado de fontes fósseis que são utilizadas para produção de energia para síntese de amônia. No solo, a ureia passa por hidrólise que gera amônio para as plantas, e também CO_2 , que vai para a atmosfera. As emissões de CO_2 do calcário e da ureia também são estimadas por fatores de emissão, que são multiplicados pelas respectivas quantidades aplicadas aos solos anualmente.

Computar as emissões de gases de efeito estufa periodicamente na forma de inventário é um compromisso do Brasil assumido junto à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas. Como contribuição para o inventário, este relatório traz as estimativas de emissões de N₂O e CO₂ originadas de solos agrícolas manejados e pela aplicação de calcário e ureia para o período de 1990 a 2016, para o qual se adotou a metodologia do IPCC de 2006.

2. Metodologia

A metodologia utilizada para obtenção das estimativas de emissões de N₂O e CO₂ apresentadas neste relatório é consistente com a metodologia descrita nas Diretrizes IPCC 2006 para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (*2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*; IPCC, 2006). Para o presente relatório, foi utilizado o Volume 4, Capítulo 11 (*N₂O Emissions from Managed Soils, and CO₂ Emissions from Lime and Urea Application*). As emissões são quantificadas a partir do uso de dados de atividade, parâmetros e fatores de emissão, tendo sido utilizadas informações de consultas a especialistas e de trabalhos científicos realizados no Brasil e no exterior, assim como dados *default* indicados pelo IPCC 2006. As categorias e o nível de complexidade dos cálculos, expressos como *Tiers* 1 ou 2, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Apresentação dos gases e *Tiers* utilizados para calcular as emissões dos subsetores Solos Manejados (3.D), Calagem (3.H) e Aplicação de Ureia (3.H).

Subsetor/Categoria IPCC ¹		Gases e Tiers inventariados		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
3.D	Solos Manejados			
3.D.1	Emissões Diretas			
3.D.1.a	Fertilizantes Sintéticos			
3.D.1.a.i	Ureia	N.A.	N.A.	2
3.D.1.a.ii	Outros	N.A.	N.A.	2
3.D.1.b	Adbos Orgânicos			
3.D.1.b.i	Estercos	N.A.	N.A.	1 e 2
3.D.1.b.ii	Vinhaça	N.A.	N.A.	N.A.
3.D.1.b.iii	Torta de Filtro	N.A.	N.A.	2
3.D.1.b.iv	Lodo de Esgoto ²	N.A.	N.A.	N.A.
3.D.1.c	Deposição de Dejetos			
3.D.1.c.i	Bovinos	N.A.	N.A.	2
3.D.1.c.ii	Outros	N.A.	N.A.	1
3.D.1.d	Resíduos Agrícolas			
3.D.1.d.i	Soja	N.A.	N.A.	2
3.D.1.d.ii	Milho	N.A.	N.A.	2
3.D.1.d.iii	Cana-de-Açúcar	N.A.	N.A.	2
3.D.1.d.iv	Arroz	N.A.	N.A.	2
3.D.1.d.v	Feijão	N.A.	N.A.	2
3.D.1.d.vi	Mandioca	N.A.	N.A.	2
3.D.1.d.vii	Trigo	N.A.	N.A.	2
3.D.1.d.viii	Pastagens	N.A.	N.A.	2
3.D.1.d.ix	Outras	N.A.	N.A.	1
3.D.1.e	Mineralização de N Associada a Perda de C do Solo	N.A.	N.A.	2
3.D.1.f	Manejo de Solos Orgânicos	N.A.	N.A.	2
3.D.2	Emissões Indiretas			
3.D.2.a	Deposição Atmosférica	N.A.	N.A.	2
3.D.2.a.i	Fertilizantes Sintéticos	N.A.	N.A.	2
3.D.2.a.ii	Adbos Orgânicos	N.A.	N.A.	1 e 2
3.D.2.a.iii	Deposição de Dejetos	N.A.	N.A.	1 e 2
3.D.2.a.iv	Resíduos Agrícolas	N.A.	N.A.	1 e 2
3.D.2.b	Lixiviação/ Escorrimento Superficial	N.A.	N.A.	2
3.D.2.b.i	Fertilizantes Sintéticos	N.A.	N.A.	2
3.D.2.b.ii	Adbos Orgânicos	N.A.	N.A.	1 e 2

¹ A categorização e nomenclatura das categorias de emissão do subsetor Solos Manejados foram baseadas no IPCC 2006, com algumas adequações pontuais para a realidade do país.

² O IPCC 2006 recomenda a contabilização das emissões relacionadas com a aplicação de lodo de esgoto no solo. No Brasil esse uso ainda é incipiente, e desta maneira esta fonte de emissão não foi considerada.

Subsetor/Categoria IPCC ¹		Gases e Tiers inventariados		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
3.D.2.b.iii	Deposição de Dejetos	N.A.	N.A.	1 e 2
3.D.2.b.iv	Resíduos Agrícolas	N.A.	N.A.	1 e 2
3.D.2.b.v	Mineralização de N Associada a Perda de C do Solo	N.A.	N.A.	2
3.D.2.b.vi	Manejo de Solos Orgânicos	N.A.	N.A.	2
3.G.	Calagem	1	N.A.	N.A.
3.H.	Aplicação de Ureia	1	N.A.	N.A.

N.A. - não aplicável (*not applicable*).

Emissões de N₂O de Solos Manejados

A metodologia utilizada está descrita no Volume 4, Capítulo 11, da Guia Metodológica do IPCC de 2006. As emissões diretas de N₂O ($N_2O_{Direct-N}$) foram estimadas pela Equação 1, que se subdivide nas Equações 2, 3 e 4. As emissões indiretas associadas a deposição atmosférica do N volatilizado na forma de NH₃ e NO_x ($N_2O_{(ATD)-N}$) foram estimadas pela Equação 7, e aquelas associadas a lixiviação/escorrimento superficial ($N_2O_{(L)-N}$) foram estimadas pela Equação 8 (Tabela 4).

Tabela 4. Subsetores e respectivas categorias e fórmulas utilizadas para estimar as emissões dos gases inventariados.

Equação	Categoria	Modelo	Referência IPCC 2006
Equação 1	Emissões diretas de N ₂ O	$N_2O_{direct} - N = N_2O - N_{N\ inputs} + N_2O - N_{OS} + N_2O - N_{PRP}$	Equação 11.1, Vol. 4, p. 11.7
Equação 2	Emissões pela adição de N aos solos	$N_2O - N_{N\ inputs} = [(F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) \times EF_1] + [(F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM})_{FR} \times EF_{1FR}]$	Equação 11.1, Vol. 4, p. 11.7
Equação 3	Emissões pelo manejo de solos orgânicos	$N_2O - N_{OS} = (F_{OS,CG,Temp} \times EF_{2CG,Temp}) + (F_{OS,CG,Trop} \times EF_{2CG,Trop}) + (F_{OS,F,Temp,NR} \times EF_{2F,Temp,NR}) + (F_{OS,F,Temp,NP} \times EF_{2F,Temp,NP}) + (F_{OS,F,Trop} \times EF_{2F,Trop})$	Equação 11.1, Vol. 4, p. 11.7
Equação 4	Emissões pela deposição de dejetos não manejados	$N_2O - N_{PRP} = (F_{PRP,CPP} \times EF_{3PRP,CPP}) + (F_{PRP,SO} \times EF_{3PRP,SO})$	Equação 11.1, Vol. 4, p. 11.7
Equação 5	N em resíduos de cultura e pastagens	$FCR = \sum_T \{Frac_{Renew(T)} \times [(Area(T) - Area_{burnt(T)} \times CF) \times AG_{DM(T)} \times 1000 \times N_{AG(T)} \times (1 - Frac_{Remove(T)}) + Area(T) \times (AG_{DM(T)} \times 1000 + Crop(T)) \times R_{BG-BIO(T)} \times N_{BG(T)}]\}$	Equação 11.6, Vol. 4, p. 11.14
Equação 6	Cálculo do N mineralizado pela perda de C do solo	$\Delta C_{mineral} = \frac{(SOC_0 - SOC_{(0-T)})}{D}$ $SOC = \sum_{c,s,i} (SOC_{REFc,s,i} \times F_{LUC,s,i} \times F_{MGC,s,i} \times F_{IC,s,i} \times A_{c,s,i})$	Equação 2.25, Vol. 4, p. 2.30
Equação 7	Emissões indiretas de N ₂ O da deposição atmosférica	$N_2O_{(ATD)} - N = \left\{ \sum_i (F_{SNI} \times Frac_{GASfi}) + [(F_{ON} + F_{PRP}) \times Frac_{GASM}] \right\} \times EF_4$	Equação 11.11, Vol. 4, p. 11.22
Equação 8	Emissões indiretas de N ₂ O originadas de N lixiviado	$N_2O_{(L)} - N = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) \times Frac_{LEACH-(H)} \times EF_5$	Equação 11.10, Vol. 4, p. 11.21

- **Emissões Diretas de N₂O**

Segundo a Equação 1 da Tabela 4, para estimar as emissões diretas de N₂O, foi necessário contabilizar as quantidades de N que entraram no solo anualmente por meio de fertilizantes sintéticos (F_{SN}), adubos orgânicos para fertilização (F_{ON}), urina e fezes de animais do rebanho depositadas diretamente sem manejo (F_{PRP}), resíduos de culturas e renovação de pastagem (F_{CR}) e pela mineralização do N decorrente da perda de C do solo pela mudança de uso e manejo de solos minerais (F_{SOM}). A área de solos orgânicos que passou por drenagem/manejo (F_{OS}) também foi contabilizada. Em todos os casos, as emissões foram estimadas em nível estadual, e a descrição do cálculo de cada variável é feita a seguir.

- **Fertilizantes Sintéticos (F_{SN})**

A emissão de N₂O pela utilização de fertilizantes sintéticos é calculada pelo produto da quantidade de N no fertilizante (F_{SN}), em kg de N, pelo fator de emissão direta de N₂O (EF_1), em kg de N-N₂O kg⁻¹ N do fertilizante, tal como parte da Equação 2 da Tabela 4. Pela equação, calcula-se também a emissão de N₂O pelo uso de fertilizante nitrogenado na cultura do arroz inundado ($F_{SN,FR}$), que possui fator de emissão diferenciado (EF_{1FR}).

- **Adubos orgânicos utilizados como fertilizantes (F_{ON})**

As emissões de N₂O foram calculadas pelo produto da quantidade de N nos adubos orgânicos (F_{ON}) pelo fator de emissão direta de N₂O (EF_1), tal como parte da Equação 2 da Tabela 4.

Foram contabilizados como adubos orgânicos (F_{ON}) os dejetos de animais do rebanho que passaram por manejo, denominados de esterco, e a vinhaça e a torta de filtro produzidas pelas usinas de álcool e açúcar. As quantidades de vinhaça e torta de filtro foram estimadas a partir dos dados de produção de etanol e açúcar, considerando-se parâmetros dos processos de produção que permitem estimar os respectivos subprodutos em apreço e as respectivas quantidades de N. Não foram consideradas as quantidades de N em lodo de esgoto e em compostos, a primeira fonte por ainda ter uso agrícola incipiente. No caso dos compostos orgânicos, não existe informação sistematizada sobre as quantidades de resíduos destinadas à compostagem. Porém, parcialmente, algumas matérias-primas comuns como a torta de filtro e os esterco foram consideradas.

Considerando-se a falta de informação sistematizada sobre tipos e quantidades de fontes orgânicas utilizadas no cultivo de arroz inundado ($F_{ON,FR}$), as emissões decorrentes dessas fontes não foram consideradas de forma desagregada para as condições de cultivo da cultura.

- **Entrada de N no solo por resíduos de lavouras e na renovação de pastagens (F_{CR})**

Essas estimativas compreenderam a biomassa de pastagens na ocasião da renovação e resíduos de culturas de importância agrícola. Neste último caso, foram consideradas apenas as culturas anuais,

pois existe pouca informação acerca da produção de resíduos de culturas permanentes, e elas representam pequena parcela da área agrícola nacional. Em todos os casos, foi necessário estimar a quantidade de N de resíduos aéreos e das raízes. Segundo a Equação 5 da Tabela 4, a entrada anual de N via material vegetal (F_{CR}) é estimada considerando-se a fração da área da cultura “T” que é renovada anualmente ($Frac_{Renew(T)}$), e também que $Frac_{Renew(T)}$ é igual a 1 para culturas anuais; a área total anual renovada da cultura ($Area_{(T)}$); a área anual da cultura “T” queimada ($Area_{burnt(T)}$); o fator de combustão da biomassa (CF); produção de matéria seca da parte aérea ($AG_{DM(T)}$) e respectivo teor de N ($N_{AG(T)}$) da cultura “T”; a fração dos resíduos aéreos removida para forragem, construção e camas de granjas ($Frac_{Remove(T)}$); matéria seca do produto colhido da cultura “T” ($Crop_{(T)}$); razão entre a matéria seca vegetal residual subterrânea e a matéria seca do produto colhido da cultura “T” ($R_{BG(T)}$); e teor de N da matéria seca vegetal residual subterrânea.

A Equação 2 (Tabela 4) foi utilizada para as estimativas de emissão de N_2O , ou seja, são o produto da quantidade de N no material vegetal (F_{CR}) pelo fator de emissão de N_2O (EF_1). Para a estimativa das emissões de N_2O dos resíduos de arroz inundado, considerou-se que a colheita dos grãos ocorre após a drenagem do solo, e os resíduos se decompõem em um ambiente aeróbico, similar à condição de sequeiro.

- ***Entrada de N no solo pela mineralização resultante da perda de C do solo pelo manejo e mudança de uso de solos minerais (F_{SOM})***

As emissões de N_2O são calculadas pelo produto da quantidade de N mineralizada no solo (F_{SOM}) pelo fator de emissão direta de N_2O (EF_1), tal como consta na Equação 2 da Tabela 4. A mineralização de N ocorre quando a mudança de uso e o uso do solo ocasionam perdas de carbono do solo (matéria orgânica), tendo como referência o uso anterior. Segundo a metodologia, as mudanças nos estoques de C do solo são calculadas durante o período de inventário segundo a Equação 6 (Tabela 4). Para cada período de inventário (D), os estoques de C do solo foram estimados para o final (SOC_{0-T}) e o começo de cada período (SOC_0), com base na multiplicação dos estoques de C do solo de referência (SOC_{REF}), estimados para a profundidade de 0-30 cm, por fatores de mudança de estoque (F_{LU} , F_{MG} e F_i ; fator de uso, fator de manejo e fator de entrada de matéria orgânica, respectivamente) e pela área (A) em avaliação (todos estratificados em função da zona climática (c), tipo de solo (s) e manejo (i)). O estoque de C do solo de referência é aquele existente sob vegetação nativa de cada local avaliado. Os fatores de mudança de estoques de C do solo significam o percentual de redução, ou aumento, do estoque de C de referência após um período de 20 anos, tempo necessário para que os estoques de C atinjam novo equilíbrio após uma mudança de uso. Quando DC indica perda de C, a quantidade de N mineralizada (F_{SOM}) é estimada pela multiplicação do total de C perdido pelo inverso da relação C/N da matéria orgânica do solo sob o uso anterior.

A perda de carbono é estimada apenas para solos minerais, ou seja, não inclui os solos orgânicos, e foi contabilizada no Relatório de Referência do setor “Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e

Florestas”, do Quarto Inventário Nacional. Essa fonte não foi considerada de forma desagregada para o arroz inundado ($F_{SOM,FR}$), pois a área ocupada por esse cultivo não pode ser identificada nos mapas de uso do solo.

- **Drenagem/Manejo de solos orgânicos (F_{OS})**

Ao contrário dos processos anteriores, a estimativa de emissões de N_2O de solos orgânicos é feita pela multiplicação da área manejada, ou drenada, por um fator de emissão de N_2O (EF_2), em $kg\ N\ ha^{-1}$ (Equação 3, Tabela 4). Tanto a área (F_{OS}) quanto o fator de emissão vão variar em função de uma combinação de fatores, tais como o uso, ou seja, cultivos e pastagens (CG) e florestas (F); clima, ou seja, temperado ($Temp$) e tropical ($Trop$); e da condição dos terrenos, ou seja, ricos em nutrientes (NR) e fracos em nutrientes (NP).

- **Deposição de urina e fezes de animais diretamente no solo (F_{PRP})**

A quantidade de N nos dejetos é calculada segundo a Equação 2 da Tabela 4, da qual se obtém a quantidade de N em dejetos manejados para se estimar F_{PRP} . As emissões de N_2O são calculadas pelo produto da quantidade de N nos dejetos não manejados pelo fator de emissão direta de N_2O (EF_3), tal como parte da Equação 4 da Tabela 4. A quantidade de N nos dejetos é separada entre aquela proveniente de Bovinos, Suínos e Aves (F_{CPP}) e aquela das demais espécies (F_{SO}), sobre as quais se aplicam fatores de emissão também desagregados para cada uma das duas categorias ($EF_{3PRP,CPP}$ e $EF_{3PRP,SO}$).

- **Emissões indiretas de N_2O**

- **Emissões indiretas de N_2O decorrentes da deposição atmosférica do N volatilizado**

A estimativa das emissões indiretas de N_2O decorrentes da deposição atmosférica considera as quantidades de N volatilizadas de fertilizantes sintéticos (F_{SN}), adubos orgânicos para fertilização (F_{ON}) e da urina e fezes de animais do rebanho depositadas diretamente no solo, sem manejo (F_{PRP}), segundo a Equação 7 (Tabela 4). Sobre a quantidade de N de fertilizantes sintéticos, aplica-se um fator de volatilização ($Frac_{GASF}$), e sobre as quantidades de N de adubos orgânicos e dejetos não manejados aplica-se outro fator de volatilização ($Frac_{GASM}$) para se estimar a quantidade de N volatilizada.

O fator *default* de emissão indireta de N_2O do N volatilizado que se deposita em solos e corpos d'água (EF_4) é aplicado sobre a quantidade de N volatilizada para estimar a emissão de N_2O .

Emissões indiretas de N₂O originadas do N lixiviado

Além das fontes listadas no item anterior, as emissões indiretas de N₂O originadas do N lixiviado também contabilizaram o N disponibilizado de resíduos de culturas (F_{CR}) e pela mineralização do N decorrente da perda de C do solo com mudança de uso e manejo de solos minerais (F_{SOM}), tal como indicado na Equação 8 (Tabela 4). Sobre essas quantidades de N se aplica um fator de lixiviação, denominado $Frac_{LEACH(H)}$, para se calcular a quantidade de N lixiviado.

O fator *default* de emissão indireta de N₂O do N lixiviado (EF_5) foi aplicado sobre a quantidade de N volatilizada para se estimar a emissão de N₂O (ver seção 2.2).

Emissões de CO₂ pela Calagem e Aplicação de Ureia

A quantidade de CO₂ emitida pela utilização de calcário como corretivo ou fertilizante agrícola e pela fertilização com ureia foi estimada adotando-se o Tier 1, segundo as Equações 9 e 10, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Subsetor e respectivas categorias e fórmulas usadas para estimar as emissões de CO₂ pela Calagem e Aplicação de Ureia.

	Categoria	Modelo	Referência IPCC 2006
Equação 9	Emissões de CO ₂ pela Calagem	$CO_2 - C \text{ Emission} = (M_{Limestone} \times EF_{Limestone}) + (M_{dolomite} \times EF_{dolomite})$	Equação 11.2, Vol. 4, p. 11.10
Equação 10	Emissões de CO ₂ pela Aplicação de Ureia	$CO_2 - C = M \times EF$	Equação 11.11, Vol. 4, p. 11.22

- **Emissões de CO₂ pela Calagem**

A Equação 9 considera as quantidades de calcário calcítico ($M_{Limestone}$) e dolomítico ($M_{dolomite}$) e os respectivos fatores de emissão para estimar as emissões de CO₂ (Tabela 5).

- **Emissões de CO₂ pelo Aplicação de Ureia**

As emissões de CO₂ pela Aplicação de Ureia são quantificadas pelo produto da quantidade de ureia (M) pelo fator de emissão (EF), tal como indica a Equação 10 (Tabela 5).

2.1 Dados de atividade

2.1.1. Emissões de N₂O de Solos Manejados

2.1.1.1 Emissões Diretas

Fertilizantes Sintéticos (F_{SN})

A quantidade de N na forma de fertilizante aplicada aos solos (F_{SN}), em kg N ano⁻¹, foi obtida do anuário estatístico da Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2016), com dados desagregados ao nível estadual. Os anuários da ANDA informam a quantidade de fertilizantes entregues ao consumidor final, o que foi considerado como fertilizante utilizado no respectivo estado. De 1990 a 2012, a ANDA relatava a quantidade de N total entregue na região Norte, sem desagregação por Unidade Federativa, exceto Tocantins, que tinha informação individualizada, tal como as Unidades Federativas das demais regiões do país. Para que a série das Unidades Federativas fosse completada, considerou-se que as proporções por UF do total de N em fertilizantes da região Norte em 2013, excetuando-se Tocantins, corresponderam aos anos anteriores até 1990, permitindo a distribuição dos totais da região entre as UFs (Tabela 6).

Tabela 6. Quantidade de N em fertilizantes nitrogenados consumidos no país.

Ano	Quantidade de N (x 1000 kg)		
	Total	Ureia	Outras fontes
1990	779.315	387.022	392.293
1991	781.526	401.956	379.570
1992	865.466	413.610	451.856
1993	1.014.779	583.201	431.578
1994	1.176.940	606.545	570.395
1995	1.134.645	564.621	570.024
1996	1.197.356	620.956	576.400
1997	1.302.164	694.234	607.930
1998	1.455.429	804.370	651.059
1999	1.393.049	810.283	582.766
2000	1.668.195	737.144	931.051
2001	1.639.915	792.417	847.498
2002	1.815.741	823.786	991.955
2003	2.223.075	1.109.571	1.113.504
2004	2.244.710	1.094.747	1.149.963
2005	2.201.404	1.152.406	1.048.998
2006	2.296.871	1.161.962	1.134.909
2007	2.757.178	1.386.954	1.370.224
2008	2.502.245	1.292.271	1.209.974
2009	2.555.885	1.285.010	1.270.875
2010	2.854.819	1.476.134	1.378.685
2011	3.366.341	1.739.881	1.626.460
2012	3.467.486	1.689.209	1.778.277
2013	3.698.486	1.938.580	1.759.906
2014	3.871.997	2.091.104	1.780.893
2015	3.532.721	1.798.998	1.733.723
2016	4.366.345	2.386.086	1.980.259

Fonte: Adaptado de ANDA (2016). Os dados totais de N foram retirados dos anuários da ANDA. A desagregação por tipo de fertilizante foi feita pelo autor com dados dos mesmos anuários.

Os anuários da ANDA também trazem informações que permitiram desagregar a quantidade de ureia do total, sendo a diferença considerada como outras fontes (Tabela 6). Essa separação foi feita considerando-se que a quantidade de ureia consumida em dado ano corresponde à diferença de estoques do final e do início do ano, somada com a quantidade fabricada e a quantidade importada, subtraindo-se a quantidade exportada. Esses números não estavam desagregados em nível estadual, por isso assumiu-se que a porcentagem de ureia em relação ao consumo total de fertilizantes no país foi a mesma para cada UF.

- Adubos Orgânicos (FON)

O total de N de adubos orgânicos correspondeu àquele presente nos esterco ou dejetos manejados (F_{AM}) e a vinhaça e a torta de filtro (F_{OOA}) produzidas na indústria sucroalcooleira que retornam anualmente aos solos agrícolas.

- Esterco (F_{AM})

Foram consideradas como dados de atividade as populações das espécies do rebanho nacional com seus níveis de desagregação, tal como relatado nos Relatórios de Referência dos subsetores “Fermentação Entérica” e “Manejo de Dejetos” do Quarto Inventário Nacional.

- Vinhaça e Torta de Filtro (F_{OOA})

Foram considerados os dados de produção de etanol e açúcar obtidos da União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA), compreendendo todos os anos do inventário (Tabela 7).

Tabela 7. Quantidades de açúcar e álcool produzidos no país.

Ano	Açúcar	Álcool
	----- t -----	----- m ³ -----
1990	7.214.050	11.920.335
1991	7.365.341	11.515.151
1992	8.530.462	12.722.233
1993	9.264.149	11.729.491
1994	9.162.135	11.292.185
1995	12.651.628	12.751.811
1996	13.512.814	12.610.704
1997	14.828.085	14.395.002
1998	14.887.229	15.415.177
1999	18.023.591	13.876.470
2000	19.387.603	12.983.108
2001	16.197.708	10.591.582
2002	19.217.998	11.536.254
2003	22.567.260	12.623.225
2004	24.918.603	14.736.463
2005	26.685.095	15.388.567
2006	25.823.024	15.820.759
2007	29.987.840	17.844.067

Ano	Açúcar	Álcool
	----- t -----	----- m ³ -----
2008	31.026.170	22.526.824
2009	31.049.206	27.525.962
2010	32.956.359	25.690.918
2011	38.005.720	27.376.489
2012	35.924.976	22.681.510
2013	38.245.676	23.226.316
2014	37.593.652	27.475.828
2015	35.571.119	28.480.378
2016	33.837.339	30.232.435

Fonte: UNICA (2018).

Os dados estão desagregados em nível estadual, e assumiu-se que a utilização de vinhaça e torta de filtro, subprodutos do processo de produção de álcool e açúcar, ocorre majoritariamente no estado em que se registrou a produção de álcool e açúcar. Sobre os totais de etanol e açúcar foram aplicados parâmetros obtidos da literatura que permitiram calcular o volume de vinhaça e a massa de torta de filtro, e as respectivas quantidades de N.

Dejetos depositados diretamente no solo (F_{PRP})

Os dados de atividade para se calcular a quantidade de N em dejetos depositados diretamente no solo, sem passar por manejo, são os mesmos descritos nos relatórios de referência do subsetor “Manejo de Dejetos”, ou seja, as populações das espécies do rebanho que depositam seus dejetos diretamente no solo (considerou-se que os dejetos das categorias animais: bovinos não confinados, ovinos, bubalinos, equinos, muares e asininos são depositados diretamente em pastagens).

Resíduos de culturas e renovação de pastagens (F_{CR})

Os dados de atividade para o cálculo da quantidade de N em resíduos de culturas (F_{CR}) foram os de produtividade e área colhida, tal como mostra a Tabela 8 para as principais culturas, assim consideradas por representarem mais de 90% da área cultivada com espécies anuais no país. Para as estimativas relacionadas a cultura do arroz inundado, os dados de atividade foram provenientes do Relatório de Referência do subsetor “Cultivo de Arroz”.

Além das culturas anuais, também foram utilizadas como dados de atividade as áreas de pastagens que permaneceram como pastagens e áreas de pastagens convertidas para outros usos consideradas no setor “Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas” (Tabela 9). As informações de pastagens foram provenientes de imagens digitalizadas dos anos 1994, 2002 e 2010, sendo que as áreas presentes na Amazônia também contaram com imagens de 2005. Considerou-se que a conversão pastagem para outro uso, de 1994 para 2002, por exemplo, ocorreu de forma linear, ou seja, porções iguais ano após ano. Para as pastagens que permaneceram como pastagens, sugere-se como *default* (IPCC, 2006) considerar que as áreas se renovam a cada 10 anos, ou seja, um décimo da área que permanece como pastagem se renova a cada ano. Essa informação do intervalo

de tempo de renovação não está disponível na literatura, porém uma consulta feita a especialistas em pastagens, sem referência a esse tempo *default*, resultou em opiniões convergentes sobre o tempo, que variou de 10 a 20 anos, mais frequentemente 10 anos. Além disso, considerando-se o total de produção estimada de sementes de *Brachiaria* spp. e de *Panicum* spp. de campos de produção registrados no MAPA (2019) de 2014 a 2016, e também a utilização de 15 kg ha⁻¹ de sementes para plantio, o total de área anual que poderia ser plantada seria similar ao da área renovada, assumindo-se 10 anos de intervalo de renovação, o que indica que o tempo *default* (IPCC, 2006) pode estar próximo de uma média para a realidade brasileira.

Sobre as quantidades de N dos resíduos, aplicou-se o fator *default* de emissão direta de N₂O (EF_1) (ver detalhamento na seção 2.2).

Tabela 8. Dados de área colhida e de produtividade das principais culturas produzidas no país, considerando-se a área cultivada.

Ano	Arroz		Cana-de-açúcar		Feijão		Mandioca		Milho		Soja		Trigo	
	ha	kg ha ⁻¹	ha	kg ha ⁻¹	ha	kg ha ⁻¹	ha	kg ha ⁻¹	ha	kg ha ⁻¹	ha	kg ha ⁻¹	ha	kg ha ⁻¹
1990	3.946.691	1.880	4.272.602	61.478	4.680.094	477	1.937.567	12.552	11.394.307	1.873	11.487.303	1.732	2.680.989	1.153
1991	4.121.597	2.302	4.210.954	61.954	5.433.642	505	1.944.895	12.616	13.063.701	1.808	9.616.648	1.553	2.049.461	1.423
1992	4.687.022	2.134	4.202.604	64.596	5.148.698	543	1.826.262	12.001	13.363.609	2.282	9.441.391	2.035	1.955.621	1.429
1993	4.411.315	2.291	3.863.702	63.289	3.884.341	638	1.811.830	12.062	11.869.663	2.532	10.635.330	2.124	1.482.231	1.482
1994	4.414.803	2.387	4.345.260	67.223	5.471.322	615	1.850.932	13.217	13.748.813	2.362	11.525.410	2.163	1.348.853	1.554
1995	4.373.538	2.566	4.559.062	66.614	5.006.403	588	1.946.163	13.063	13.946.320	2.600	11.675.005	2.199	994.734	1.541
1996	3.255.477	2.657	4.750.296	66.754	4.300.513	570	1.508.918	11.757	11.975.811	2.476	10.299.470	2.249	1.796.005	1.833
1997	3.058.127	2.730	4.814.084	68.883	4.401.770	645	1.551.971	12.819	12.562.130	2.622	11.486.478	2.297	1.521.545	1.635
1998	3.062.195	2.519	4.985.819	69.247	3.313.621	661	1.578.879	12.352	10.585.498	2.796	13.303.656	2.353	1.408.852	1.611
1999	3.813.266	3.070	4.898.844	68.148	4.154.194	681	1.571.167	13.279	11.611.483	2.776	13.061.410	2.372	1.249.764	1.969
2000	3.664.804	3.038	4.804.511	67.878	4.332.545	705	1.709.315	13.481	11.890.376	2.718	13.656.771	2.403	1.138.687	1.515
2001	3.142.826	3.240	4.957.897	69.443	3.450.347	711	1.667.453	13.541	12.335.175	3.401	13.985.099	2.710	1.728.492	1.947
2002	3.142.051	3.324	5.100.405	71.443	4.140.528	740	1.678.029	13.794	11.760.965	3.055	16.359.441	2.573	2.104.902	1.475
2003	3.180.859	3.248	5.371.020	73.731	4.090.568	807	1.633.568	13.443	12.965.678	3.727	18.524.769	2.802	2.560.231	2.403
2004	3.733.148	3.556	5.631.741	73.726	3.978.660	745	1.754.875	13.634	12.410.677	3.367	21.538.990	2.300	2.807.224	2.072
2005	3.915.855	3.369	5.805.518	72.854	3.748.656	806	1.901.535	13.605	11.549.425	3.040	22.948.874	2.230	2.360.696	1.973
2006	2.970.918	3.879	6.355.498	75.117	4.034.383	857	1.896.509	14.046	12.613.094	3.382	22.047.349	2.379	1.560.175	1.592
2007	2.890.926	3.826	7.080.920	77.632	3.788.279	836	1.894.458	14.009	13.767.431	3.785	20.565.279	2.813	1.853.224	2.219
2008	2.850.678	4.231	8.140.089	79.274	3.781.908	915	1.888.859	14.137	14.444.582	4.079	21.246.302	2.816	2.363.893	2.549
2009	2.872.036	4.404	8.617.555	80.255	4.099.991	850	1.760.578	13.861	13.654.715	3.714	21.750.468	2.636	2.430.253	2.080
2010	2.722.459	4.127	9.076.706	79.044	3.423.646	922	1.789.769	13.949	12.678.875	4.366	23.327.296	2.947	2.181.567	2.828
2011	2.752.891	4.896	9.601.316	76.448	3.673.162	935	1.733.541	14.623	13.218.892	4.211	23.968.663	3.121	2.138.916	2.660
2012	2.413.288	4.786	9.705.388	74.297	2.709.485	1.032	1.692.986	13.612	14.198.496	5.006	24.975.258	2.637	1.912.711	2.310
2013	2.353.152	5.007	10.195.166	75.339	2.813.506	1.028	1.525.918	14.080	15.279.652	5.254	27.906.675	2.928	2.087.395	2.749
2014	2.340.878	5.201	10.419.678	70.646	3.185.745	1.034	1.568.253	14.828	15.432.909	5.176	30.273.763	2.866	2.834.945	2.209
2015	2.138.397	5.753	10.111.376	74.203	2.865.396	1.078	1.512.660	15.244	15.407.143	5.535	32.181.243	3.029	2.472.628	2.228
2016	1.943.938	5.464	10.222.915	75.180	2.584.170	1.012	1.406.512	14.991	14.958.862	4.288	33.183.119	2.905	2.166.170	3.155

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2018).

Tabela 9. Áreas de pastagem que permaneceram como pastagem, áreas convertidas de pastagem e taxas anuais de renovação da pastagem, por bioma, nos anos de 1994, 2002, 2005 e 2010.

Bioma	Área quantificada no ano da imagem				Taxa de renovação		
	1994	2002	2005	2010	2002-1994	2005-2002	2010-2005
	----- ha -----				----- ha ano ⁻¹ -----		
Amazônia							
Pastagem	28.353.961	42.670.445	46.234.664	49.941.425			
Permanece como pastagem		26.517.359	36.853.445	41.356.678	2.651.736	3.685.344	4.135.668
Convertida de pastagem		1.836.603	5.817.001	4.877.986	229.575	1.939.000	975.597
Cerrado							
Pastagem	43.950.696	51.996.444		58.336.003			
Permanece como pastagem		41.221.789		44.618.908	4.122.179		4.461.891
Convertida de pastagem		2.728.907		7.377.537	341.113		922.192
Caatinga							
Pastagem	20.682.580	23.468.805		17.099.137			
Permanece como pastagem		19.853.803		13.852.973	1.985.380		1.385.297
Convertida de pastagem		828.777		9.615.833	103.597		1.201.979
Mata Atlântica							
Pastagem	49.065.006	49.988.145		39.969.104			
Permanece como pastagem		46.459.350		34.439.259	4.645.935		3.443.926
Convertida de pastagem		2.605.656		15.548.886	325.707		1.943.611
Pampa							
Pastagem	4.666.447	4.500.260		4.623.104			
Permanece como pastagem		4.292.013		3.287.776	429.201		328.778
Convertida de pastagem		374.434		1.212.484	46.804		151.561
Pantanal							
Pastagem	990.139,7	1.793.450		2.510.698			
Permanece como pastagem		945.770		1.673.448	94.577		167.345
Convertida de pastagem		847.680		837.250	5.546		15.000
		44.369		120.002			

Obs.: Conversões em relação ao ano anterior, medidas por imagens de satélites obtidas nos anos de 1994, 2002, 2005 e 2010.

Fonte: Terceiro Inventário Nacional (MCTI, 2016).

Mineralização de N pela perda de C do solo (F_{SOM})

Para o cálculo do N mineralizado (F_{SOM}), quando ocorre perda de carbono do solo em função do uso, foram utilizadas as áreas dos diferentes biomas sob diferentes usos provenientes de mapeamento digital realizado no relatório de referência do setor “Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas” para os anos de 1994, 2002, 2010 e 2016, considerando-se os usos “Vegetação nativa”, “Reflorestamento”, “Pastagens” e “Lavouras” e respectivas subcategorias. As variações dos

estoques de C do solo, calculadas a partir dos polígonos definidos pelo mapeamento digital e somadas para expressar o resultado por Unidade da Federação, são mostradas na

Tabela 10.

Tabela 10. Quantidade de C acumulada (número negativo) ou perdida (número positivo) do solo (0-30 cm) para cada UF em função do uso e mudanças de uso do solo entre os anos de 1994, 2002, 2010 e 2016.

Estado (UF)	Variação nos estoques de C (t C)		
	1994-2002	2002-2010	2010-2016
Rondônia	85.801	45.416	33.833
Acre	-517.200	-104.009	-139.197
Amazonas	-244.659	-67.325	76.800
Roraima	2.069.163	2.557.451	1.001.403
Pará	-476.234	-178.452	573.094
Amapá	-2.958.809	6.044	1.930.468
Tocantins	-432.232	-330.071	-86.619
Maranhão	137.509	203.374	109.927
Piauí	224.985	-299.113	373.050
Ceará	-109.036	-15.156	26.316
Rio Grande do Norte	1.016.369	1.757.042	1.094.213
Paraíba	212.861	275.082	209.169
Pernambuco	325.409	496.033	378.829
Alagoas	-238.907	-12.952	-109.110
Sergipe	1.205.938	3.112.538	1.350.364
Bahia	-5.519.411	-1.886.615	758.457
Minas Gerais	188.936	476.358	126.916
Espírito Santo	261.823	386.634	-75.391
Rio de Janeiro	59.727	179.191	97.134
São Paulo	544.871	1.530.459	953.780
Paraná	563.896	836.190	133.444
Santa Catarina	1.181.783	1.773.286	447.033
Rio Grande do Sul	172.501	274.826	237.944
Mato Grosso do Sul	-79.217	238.675	1.346.833
Mato Grosso	78.079	-279.798	2.817.948
Goiás	163.838	836.340	147.076
Distrito Federal	3.341	29.525	10.173

Fonte: Relatório de Referência do setor "Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas".

Manejo de solos orgânicos (F_{os})

O manejo de solos orgânicos utilizou como dados de atividade as áreas de solos orgânicos no Brasil, tal como apresentado na Tabela 11. Os solos orgânicos reuniram os tipos de solo segundo a classificação brasileira, considerando-se que apresentam espessura do horizonte orgânico de 10 cm ou mais, sendo que nos casos em que possuam menos de 20 cm de espessura devem apresentar 12% de C orgânico ou mais quando o horizonte for misturado até 20 cm de profundidade, e quando apresentam mais de 20% de C orgânico nos casos de passarem por raros episódios de saturação. Nos casos em que a saturação for frequente, devem apresentar pelo menos 12% de C orgânico quando apresentarem uma fração de argila desprezível; ou pelo menos 18% de C orgânico se apresentarem 60% de argila ou mais; sendo válida qualquer outra relação intermediária.

Para o presente Inventário, a área compilada de solos orgânicos no país foi quantificada no relatório de referência do setor “Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas”, a partir do mapa de solos do Brasil e refinado com mapas estaduais com maior detalhamento.

Tabela 11. Área total de solos orgânicos no Brasil.

Estado	Área
	----- ha -----
Tocantins	95.664,60
Norte	95.664,60
Maranhão	10.575,47
Piauí	11.944,06
Rio Grande do Norte	2.184,25
Paraíba	1.298,84
Pernambuco	2.905,17
Alagoas	68,52
Sergipe	2.275,83
Bahia	63.134,50
Nordeste	94.386,64
Minas Gerais	23.417,14
Espírito Santo	11.134,13
Rio de Janeiro	44.419,15
São Paulo	166.666,57
Sudeste	245.636,99
Paraná	118.478,07
Santa Catarina	64.080,48
Rio Grande do Sul	106.418,66
Sul	288.977,21
Mato Grosso do Sul	45.053,03
Mato Grosso	175.685,25
Goiás	13.189,29
Distrito Federal	
Centro-Oeste	233.927,57
Brasil	958.593,01

Fonte: Mapa de solos do Brasil (IBGE, 2018).

O mapa de solos foi cruzado com o mapa de uso do solo, gerado no mesmo relatório do setor “Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas”, e com isso conseguiu-se estimar as áreas de solos orgânicos manejadas anualmente. Sobre a área manejada, aplicaram-se fatores de emissão *default* para os ambientes tropical ($EF_{2CG,Trop}$) e temperado ($EF_{2CG,Temp}$). As áreas manejadas em ambiente tropical foram separadas da área em ambiente temperado, utilizando-se o trópico de capricórnio (latitude 23,43721° sul) como delimitador.

2.1.1.2 Emissões Indiretas de N₂O

As emissões indiretas são decorrentes da deposição do N volatilizado e do N lixiviado das fontes de N descritas para as emissões diretas, para as quais foram apresentados os dados de atividade no item 2.1.1.1. No entanto, as emissões indiretas decorrentes da lixiviação dependem do balanço entre chuvas/irrigação e evapotranspiração durante a estação de chuvas (definida como o período em que as chuvas foram maiores do que 0,5 x evaporação³ pan no mesmo período). Para a avaliação da ocorrência de lixiviação em nível de microrregião, foi preciso analisar anualmente os locais onde a chuva deduzida da evapotranspiração potencial (ETP) superou a capacidade do solo de reter água.

Para realizar esta avaliação no país, foram necessárias algumas adaptações e considerações. A definição das épocas de chuva foi feita utilizando os dados de normal climatológica de 1981 a 2010, numa abordagem estadual, isto é, um estado tem a mesma época de chuva para toda sua extensão com base nos dados médios de chuvas mensais desse estado. Os dados de normal climatológica foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Como não existiam dados de evaporação pan, foram utilizados dados das mesmas estações de onde se acessaram os dados de Normais Climatológicas, porém de evaporímetro de Piché. Ao todo, foram utilizados dados mensais de normal climatológica de todas as estações disponíveis, sendo 319 com dados de evaporímetro de Piché e 325 com dados de precipitação. O estado de Rondônia não possuía dados disponíveis na base de dados do INMET, sendo considerada a mesma época de chuva do Acre, tendo em conta a Estação de Rio Branco, a mais próxima de Rondônia.

Assim, foi possível definir os meses do ano cujas chuvas superavam 0,5 vez a evaporação de Piché. Entretanto, se fosse respeitada apenas esta condição, os meses em que o volume de chuvas foi baixo, às vezes inferior a ETP, ainda deveriam ser considerados nos cálculos, diluindo o efeito de meses em que o volume de chuvas foi grande o suficiente para provocar lixiviação. Um novo critério, não previsto na metodologia do IPCC 2006, foi incluído visando selecionar apenas os meses em que as chuvas foram mais intensas. O mês foi classificado como chuvoso somente quando o volume de chuvas foi maior do que 0,5 vez a evaporação de Piché (IPCC, 2006) e maior do que 6% da chuva anual do estado. Dos 338 meses analisados (12 por Unidade de Federação, com exceção

³A evaporação pan (evaporação da panela em inglês) é comumente medida no Brasil utilizando-se um recipiente-padrão chamado tanque classe A, o qual é preenchido com um volume conhecido de água. A evaporação da água é medida diariamente conforme a profundidade da água do tanque reduz. É uma medida que combina ou integra os efeitos dos elementos climáticos temperatura, umidade, chuva, radiação solar e vento.

de Rondônia), somente 7 apresentaram meses com acumulados superiores a 0,5x evaporação de Piché e média mensal acima de 6% da média anual do estado, todos no Nordeste. Com isso, o número de locais onde a lixiviação ocorreu aumentou em relação ao que seria obtido somente com a regra do IPCC 2006, conforme Tabela 12.

Tabela 12. Meses que compõem as épocas de chuva de cada estado da Federação para o cálculo do balanço hídrico.

Região	UF	Meses que compõem época de chuva											
N	AM	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Out	Nov	Dez			
	AP	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Dez				
	RR	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set						
	RO	Jan	Fev	Mar	Abr	Out	Nov	Dez					
	TO	Jan	Fev	Mar	Abr	Out	Nov	Dez					
	AC	Jan	Fev	Mar	Abr	Out	Nov	Dez					
	PA	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Dez						
NE	MA	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Dez						
	CE	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai							
	PI	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai							
	BA	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Nov	Dez				
	RN	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun							
	PB	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul						
	PE	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul						
	AL	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago						
	SE	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago						
C-O	GO	Jan	Fev	Mar	Abr	Out	Nov	Dez					
	DF	Jan	Fev	Mar	Abr	Out	Nov	Dez					
	MT	Jan	Fev	Mar	Abr	Out	Nov	Dez					
	MS	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Out	Nov	Dez				
SE	RJ	Jan	Fev	Mar	Abr	Set	Out	Nov	Dez				
	MG	Jan	Fev	Mar	Out	Nov	Dez						
	ES	Jan	Fev	Mar	abr	Out	Nov	Dez					
	SP	Jan	Fev	Mar	abr	Out	Nov	Dez					
S	PR	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Set	Out	Nov	Dez			
	RS	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	SC	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez

Fonte: Elaborado com base nos dados do INMET (2019).

Para a realização do balanço entre chuvas e ETP, utilizaram-se os dados de Xavier (2019), que correspondem a dados diários de precipitação e ETP (calculada pelo método de *Penman-Monteith*) interpolados para todo o país (a grade regular que cobre todo o país com os dados extraídos de diversas estações meteorológicas está disponibilizada em Xavier, 2019).

Os dados diários das estações foram agrupados em dados mensais. Com os dados mensais foram gerados mapas de ETP e de precipitação para o país, os quais utilizaram a grade regular fornecida e o interpolador IDW (inverso da distância) com pixel de 0,155 grau no sistema de coordenadas geográficas SIRGAS 2000. Com os mapas nacionais mensais foram recortados os estados para serem

tratados de maneira individual devido às diferentes épocas de chuva, sendo somados os volumes de chuva para cada um dos meses indicados na Tabela 12, o mesmo sendo feito com dados de ETP. Em seguida foi feita uma álgebra de mapas, realizando a operação Chuvas - ETP para cada ano do inventário. A capacidade de água disponível no solo (CAD) foi estimada considerando-se o mapa com classes de solo utilizado na elaboração dos Zoneamentos Agroclimatológicos oficiais (consulta a especialista da Embrapa Informática). Para as classes 0 e 1, com menores teores de argila, adotou-se CAD = 50 mm; solos tipo 2, CAD = 75 mm; e solos tipo 3, CAD = 100 mm. A região Norte (com exceção de Tocantins) não está presente no mapa de solos, por isso considerou-se um valor baixo de CAD, igual a 50 mm, para toda a região. De fato, devido ao grande volume de chuvas que ocorre na região, o CAD faz pouca diferença.

Os mapas anuais de excedente hídrico foram obtidos a partir do cruzamento dos mapas anuais de excedente de chuvas (resultantes da operação chuvas - ETP) com o mapa de capacidade de armazenamento de água do solo. Devido ao grande volume de dados e análises, a abordagem foi simplificada considerando-se que se a microrregião possuía área superior a 20% com excedente hídrico, o fator de lixiviação ($Frac_{LEACH}$) deveria ser aplicado, assumindo-se uma posição conservadora para as estimativas.

2.1.2 Emissões de CO₂ pela Calagem e Aplicação de Ureia

2.1.2.1 Emissões de CO₂ pela Calagem

Os dados do calcário fabricado e o consumo aparente no Brasil foram obtidos da Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola (ABRACAL), cuja série do consumo aparente inicia-se em 1992 e a de produção de calcário em 1987. O consumo aparente é relatado por estado ou total nacional e considera a produção própria, subtraído do volume exportado e acrescentado o volume importado. A série possui dados do consumo aparente para os principais estados produtores agrícolas do país, entretanto não fornece esses dados para todos os estados.

Desde que a ABRACAL iniciou a série em 1992, mais de 90% do calcário consumido anualmente foi declarado para Tocantins, Maranhão, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás. As quantidades de calcário consumidas pelos demais estados foram agrupadas em “outros estados”. Esse montante de calcário descrito em “outros estados” pela ABRACAL foi distribuído pelos estados que não possuem seus dados individualmente publicados. Essa divisão foi feita, proporcionalmente, considerando a área plantada dos estados, utilizando-se uma média ponderada, com pesos diferenciados por uso do solo⁴.

⁴ Para cada estado, utilizou-se o peso 3 para áreas plantadas com culturas temporárias, excluindo a área de cana-de-açúcar que recebeu peso 2. O peso 1,5 foi dado para áreas “plantadas” (destinadas a colheita) com

A ABRACAL não possui informações sobre as porcentagens de calcário dolomítico e calcítico em relação ao total de calcário consumido, entretanto, pode-se assumir⁵ que a totalidade do calcário agrícola consumido no Brasil é dolomítico, pois, além de ser fonte de Ca e Mg, tem menor valor comercial, sendo o calcítico reservado para a produção de cimento. Os dados de consumo de calcário e ureia utilizados no cálculo de emissões são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13. Quantidades de calcário e ureia consumidas no país de 1990 a 2016.

Ano	Calcário	Ureia
	----- toneladas -----	
1990	19.176.307	860.050
1991	18.194.375	893.235
1992	15.408.000	919.133
1993	19.659.000	1.296.002
1994	20.435.000	1.347.879
1995	12.262.200	1.254.713
1996	15.617.000	1.379.902
1997	17.059.400	1.542.742
1998	16.135.900	1.787.490
1999	15.304.400	1.800.629
2000	19.812.200	1.638.097
2001	18.077.600	1.760.927
2002	22.286.400	1.830.635
2003	26.462.900	2.465.713
2004	26.319.800	2.432.772
2005	16.987.300	2.560.902
2006	16.849.800	2.582.137
2007	22.160.700	3.082.120
2008	23.972.000	2.871.713
2009	19.078.600	2.855.578
2010	23.690.100	3.280.297
2011	29.352.900	3.866.403
2012	33.943.000	3.753.797
2013	33.471.000	4.307.956
2014	35.377.700	4.646.897
2015	30.641.900	3.997.773
2016	33.238.900	5.302.413

Fonte: ABRACAL (2018) e ANDA (2016).

2.1.2.2 Emissões de CO₂ pela Aplicação de Ureia

culturas permanentes. Esses pesos também foram utilizados nas estimativas de consumo aparente nos anos de 1990 e 1991.

⁵ Consulta feita a especialista da ABRACAL.

Para o cálculo das emissões de CO₂ pelo uso de ureia, utilizam-se os dados de quantidade de ureia consumida no país ao longo dos anos do inventário, sendo obtida para a estimativa de F_{SN} , expressa em quantidade de N na seção 2.1.1.1, mas listada como quantidade do fertilizante na Tabela 6.

2.2 Fatores de emissão e outros parâmetros

2.2.1 Solos Manejados

Estimativa das quantidades de nitrogênio de cada fonte

Fertilizantes sintéticos (F_{SN})

Conforme realizado para o Terceiro Inventário Nacional, a quantidade de N aplicada como ureia foi desagregada do total de N de fertilizantes sintéticos utilizando-se os dados anuais quantitativos de estoques, produção, importação e exportação por tipo de fertilizante divulgados nos anuários da ANDA (1990 a 2016), em nível nacional, cujos valores são apresentados na Tabela 6 deste relatório (item 2.1.1.1).

Além dessa desagregação, também foi necessário estimar a quantidade de N fertilizante aplicada na cultura do arroz inundado. Para isso, utilizou-se a área total ocupada pela cultura relatada pelo IBGE e a proporção da área total de arroz utilizada como arroz inundado (irrigado, terras baixas) proveniente do Relatório de Referência “Cultivo de Arroz” do Quarto Inventário Nacional. A quantidade de N utilizada nessas áreas foi estimada pela multiplicação da área de arroz inundado por 70 kg N ha⁻¹, assumida como uma média da recomendação de fertilização para solos com teores médios de matéria orgânica e para uma expectativa de média produção (Embrapa Clima Temperado, 2018)⁶.

Adbos orgânicos (F_{ON})

Para a estimativa do total de N em adubos orgânicos, considerou-se o total de N presente em dejetos dos animais do rebanho nacional que passaram por manejo e as quantidades de N na vinhaça e torta de filtro, originados do processo de produção de álcool e açúcar.

Parte do total de N nos dejetos é perdida por volatilização, processo que se inicia no local onde estão os animais e continua durante o manejo dos dejetos, onde a quantidade que realmente é utilizada como fertilizante deve ser deduzida dessas perdas. O IPCC 2006 possui fatores *default* para se estimar as perdas por volatilização (Tabela 14), os quais são aplicados sobre as quantidades totais de N de dejetos que passam por manejo.

⁶ Reunião técnica da cultura do arroz irrigado (Embrapa Clima Temperado, 2018).

Tabela 14. Fatores de perda de N ($Frac_{LossMS}$) que incluem as perdas de N desde o local ocupado pelos animais até o local de manejo dos dejetos.

Categoria de animal do rebanho	Sistema de manejo ⁷	$Frac_{LossMS}$
Bovinos de corte	Piso de confinamento (<i>Dry Lot</i>)	0,40
	Pilha/amontoa (<i>Solid storage</i>)	0,50
Bovinos de leite	Lagoa anaeróbica (<i>Anaerobic lagoon</i>)	0,77
	Pilha/amontoa (<i>Solid storage</i>)	0,40
Suíno	Lagoa anaeróbica (<i>Anaerobic lagoon</i>)	0,78
	Armazenamento abaixo do piso (<i>Pit storage</i>)	0,25
	Lagoa com pouca adição de água (<i>Liquid/slurry</i>)	0,48
Aves	Acumulação no piso da granja (<i>Poultry without litter</i>)	0,55
	Acumulação sobre cama (<i>Poultry with litter</i>)	0,50

Fonte: IPCC 2006; $Frac_{LossMS}$ é a fração do N em determinado sistema de manejo que é perdido e não contabilizado como adubo orgânico.

A vinhaça é um resíduo líquido gerado na produção de etanol rico em potássio, porém apresenta matéria orgânica dissolvida e particulada e também nitrogênio em sua composição. A concentração de N na vinhaça varia de 90 a 885 mg N L⁻¹ vinhaça (ELIANETO; NAKAHODO, 1995).

Diversos estudos mostram que há contribuição nas emissões de N₂O pela utilização de vinhaça como adubo orgânico (CARMO *et al.*, 2013; PAREDES *et al.*, 2014; Siqueira Neto *et al.*, 2016; ZOTELLI, 2012). Por outro lado, a volatilização de NH₃ parece não ocorrer de forma significativa na vinhaça (Paredes *et al.*, 2014), tendo contribuição apenas nas emissões diretas de N₂O.

Os totais de N na vinhaça e na torta de filtro foram estimados a partir de consultas realizadas à literatura especializada (ELIANETO; NAKAHODO, 1995; SIQUEIRA NETO *et al.* 2016; ZOTELLI, 2012; CHRISTOFOLETTI *et al.* 2013; ELLIA NETO 2016). Foram utilizados os valores encontrados por Ellia Neto (2016) para estimativa de produção de vinhaça, isto é, para cada litro de etanol produzido é gerada uma média de 11,5 litros de vinhaça, com uma concentração média de 0,433 kg N m⁻³.

A torta de filtro é um resíduo produzido em larga escala no setor sucroalcooleiro nacional. Trata-se de um material que apresenta em torno de 70% a 75% de umidade, 25% a 30% de matéria orgânica e 1% a 2% de minerais, e sua aplicação pode complementar as adubações minerais, por isso tem sido utilizada em larga escala no país (GURGEL, 2012). Oriunda dos procedimentos industriais da cana-de-açúcar devido ao processo de filtração do caldo extraído no filtro rotativo a vácuo, cada tonelada de cana-de-açúcar filtrada resulta em cerca de 40 kg de torta de filtro (GURGEL, 2012; BERNARDINHO *et al.*, 2018; BONASSA *et al.*, 2015).

Gurgel (2012) relata o teor de nitrogênio na torta de filtro como cerca de 0,4%. Por outro lado, segundo EMBRAPA (2019a), apenas 0,28% da torta e filtro é composta por nitrogênio. Tellechea (2015) informa valores encontrados entre 1 e 1,4%, já Bernardinho *et al.* (2018) relata valores encontrados na literatura que vão de 0,95% a 1,87%. De modo conservador, para o cálculo da

⁷ Considera-se que, no manejo de dejetos em biodigestores e em sistema de compostagem, as perdas de N por volatilização são desprezíveis.

quantidade de N presente na torta de filtro, foi considerado o valor médio de teor de N relatado por Bernardinho *et al.* (2018), que é de 1,5% (15 g N kg⁻¹ de torta de filtro).

De acordo com Cortez *et al.* (1992), cada tonelada de cana-de-açúcar produz aproximadamente 70 litros de etanol, ou seja, para cada m³ de etanol produzido, são filtradas 14,3 toneladas de cana-de-açúcar. Com relação à produção de açúcar, segundo Pinto (2009), usinas refinadoras de açúcar eficientes produzem em média 107 quilos de açúcar por tonelada de cana-de-açúcar processada.

Para a estimativa do total de torta de filtro produzida para a presente estimativa de emissões, foram utilizadas as informações de EMBRAPA (2019b), que relata que para cada tonelada de cana-de-açúcar utilizada na produção de açúcar há um rendimento de, em média, 118 quilos de açúcar e 10 litros de álcool, produzidos a partir do mel residual. Ou seja, para a produção de uma tonelada de açúcar são necessárias, em média, 8,5 toneladas de cana-de-açúcar como matéria-prima e há uma geração de 85 litros de etanol com o mel residual. Assim, para a estimativa do total de torta de filtro gerado pela produção de etanol, deve-se subtrair a quantidade produzida de etanol como resíduo da produção de açúcar para que não se superestime o volume de torta de filtro gerada.

Tabela 15. Parâmetros utilizados para estimar a quantidade de N na vinhaça e na torta de filtro.

Nome do parâmetro	Valor	Unidade de Medida
Toneladas de cana filtrada para cada 1 t de produção de açúcar	8,5	tonelada
Toneladas de cana filtrada por m ³ de etanol produzido	14,3	tonelada
Etanol "residual" produzido com 1 t de produção de açúcar	0,085	m ³
Torta de filtro produzida para cada tonelada de cana filtrada	0,040	tonelada
Teor de N da torta de filtro	0,015	kg N/kg
Produção de vinhaça para cada 1 m ³ de etanol produzido	11,5	m ³
Teor de N na Vinhaça	0,433	kg N/m ³

Fonte: Elia Neto (2016), Gurgel (2012); Bernardinho *et al.* (2018); Bonassa *et al.* (2015); EMBRAPA (2019 b).

Resíduos de culturas e renovação de pastagens (F_{CR})

A estimativa da quantidade de N proveniente dos resíduos de colheita é realizada por meio da utilização de alguns parâmetros como a relação entre matéria seca do produto colhido e a matéria seca dos resíduos deixados no campo, a área plantada e o conteúdo de N nos resíduos. É necessário calcular a contribuição dos resíduos aéreos e subterrâneos (N_{bg}), ou seja, a quantidade de N existente nas raízes também é fonte de N₂O, tal como os resíduos aéreos mencionados anteriormente.

As culturas de arroz, cana-de-açúcar, feijão, mandioca, milho, soja e trigo são responsáveis pela maior parte da área plantada e colhida entre as culturas temporárias no país, para as quais foram desenvolvidos parâmetros específicos com base na informação existente na literatura nacional.

Fração de matéria seca nos grãos (DRY)

A partir de dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) via Portarias nº 262, de 23 de novembro de 1983; nº 845, de 8 de novembro de 1976; nº 269, de 17 de novembro de 1988, para soja, milho e arroz, respectivamente, e a Instrução Normativa nº 12, de 28 de março de 2008, para feijão; foram estabelecidos padrões para umidade de grãos comercializados. Para soja, milho e feijão, os limites máximos são de 14%, enquanto que para arroz e trigo são de 13%. Em geral, a umidade dos grãos, considerada em estudos com essas culturas, é de 13%. Assim, considerou-se uma fração de 0,87 de matéria seca dos grãos (DRY), para essas culturas.

Razão entre resíduo seco e produto colhido seco (Rag) e frações de N nos resíduos de parte aérea e raízes (Nag)

Para a definição do valor de resíduo de parte aérea depositado no solo em razão da produção colhida, foram utilizados os dados existentes no Terceiro Inventário Nacional (MCTI, 2016), com complementação da literatura nacional. Da mesma forma, definiram-se os conteúdos de N na matéria seca dos resíduos de parte aérea.

Além disso, foram utilizados estudos nacionais para definição da fração de N na matéria seca das raízes e a relação de matéria seca das raízes produzidas em relação à massa seca total de parte aérea, incluindo os produtos a serem colhidos.

Soja: a razão entre resíduos aéreos e produção de grãos, em base seca, é de 1,98, e a fração de N dos resíduos aéreos de soja é 0,009. Esses dados são coerentes com o alto índice de colheita de N da cultura, que pode chegar a 80% (ALVES *et al.*, 2003; ALVES *et al.*, 2006). Para a concentração de N na matéria seca das raízes de soja, adotou-se um *Nbg default* de 0,009 (IPCC, 2006), levando em consideração a falta de dados nacionais. Custódio *et al.* (2002) analisaram o peso seco das raízes e parte aérea de quatro cultivares de soja (MT/BR 49, MG/BR 46, MT/BRS 63, MT/BR 51) submetidos a diferentes concentrações de alumínio e variações de pH no solo, no município de Sapezal (MT), e com os dados do tratamento controle, sem problemas de alumínio no solo, obteve-se uma relação média de matéria seca produzida em relação a biomassa acima do solo (*Rbg-bio*) de 0,11, valor que foi adotado neste Inventário, mas neste caso a relação é exclusiva entre raízes e parte aérea, sem incluir os grãos, portanto o fator deve ser aplicado somente sobre a quantidade de matéria seca de parte aérea deduzida da massa seca dos grãos.

Milho: Os dados para o cálculo da razão de resíduos aéreos e produção de grãos de milho são bem relatados na literatura científica nacional e resultam em um valor médio de 1,49. A média da fração do N nos resíduos da parte aérea é de 0,007, próxima de 0,006, que é o valor *default* do IPCC 2006. Carvalho *et al.* (2012) realizaram várias medições de peso de matéria seca das raízes e parte aérea em 10 cultivares diferentes de milho para duas diferentes doses de N fertilizante e encontraram uma relação média entre massa seca das raízes e massa seca da parte aérea (*Rbg-bio*) de 0,208,

mas neste caso a relação é exclusiva entre raízes e parte aérea, sem incluir os grãos, tal como ocorre com a soja. De acordo com dados da literatura, a fração de N na matéria seca das raízes (N_{bg}) de milho é de 0,014.

Arroz: Existem diversos estudos que avaliaram o índice de colheita da cultura, que pode ser considerado como boa aproximação para a estimativa de resíduos aéreos deixados após a colheita. O valor médio da razão entre resíduos aéreos e produção de grãos para o arroz foi de 0,99. Com relação à fração do N dos resíduos aéreos de cultura (N_{ag}), utilizaram-se dois estudos, de Fageria (1984) e de Cunha *et al.* (2006), possibilitando a obtenção de um valor médio de 0,009. Não existe um valor *default* (IPCC, 2006) para o teor de N de raízes (N_{bg}) de arroz, sendo utilizado aquele obtido por Cunha *et al.* (2006) em seu estudo com quatro cultivares de arroz, que resultou em N_{bg} médio igual a 0,007. Como *default* (IPCC, 2006), a cultura do arroz tem um R_{bg-bio} de 0,16. No entanto, examinando-se dados nacionais, obtidos por Medeiros *et al.* (2005) e Faria Júnior *et al.* (2008), encontrou-se uma relação igual a 0,26.

Feijão: Assim como ocorre com a cultura da soja, durante a maturação de grãos as folhas entram em senescência e se destacam da planta. A maioria dos estudos publicados apenas considera a massa de resíduos existentes na colheita, subestimando a quantidade de resíduos deixada pela cultura. Apenas o estudo de Perin *et al.* (2002) permitiu obter os parâmetros necessários para cálculo de N em resíduos, dados obtidos de 3 variedades de feijoeiro, resultando em R_{ag} para o feijão de 1,49, e um N_{ag} de 0,018. O teor de N na raiz (N_{bg}) é de 0,011, o qual se originou de estudos que também permitiram obter médias de massa da parte aérea e raízes das plantas aos 70 dias após a semeadura, podendo-se estimar um R_{bg-bio} de 0,206, mas neste caso a relação é exclusiva entre raízes e parte aérea, sem incluir os grãos.

Trigo: As pesquisas com relação à cultura do trigo não são muito abundantes no Brasil. Para definição da fração de matéria seca dos resíduos aéreos depositados no solo com relação à produção de matéria seca dos grãos, foi utilizado o trabalho de Didonet *et al.* (2000). Esses autores realizaram experimentos com o cultivar de trigo Embrapa 16, com inoculação de diferentes bactérias. Os dados obtidos do tratamento fertilizado com N, sem inoculação, foram extraídos para obter o fator R_{ag} . Além disso, esse trabalho também quantificou o teor de N na parte aérea das plantas, permitindo-se estimar um valor de R_{ag} de 1,74. Os dados sobre teor de N da parte aérea foram juntados aos do trabalho de Araújo *et al.* (2005), obtendo-se um N_{ag} de 0,004. Para a definição dos fatores R_{bg-bio} e N_{bg} , utilizou-se o trabalho de Araújo *et al.* (2005), que avaliou a parte aérea e raízes do trigo (cultivar IAC-24) com diferentes quantidades e fontes de adubos nitrogenados. Em média, obteve-se um N_{bg} de 0,011. O valor obtido para R_{bg-bio} , com esse trabalho, foi de 0,21, que foi mantido considerando-se a inexistência de outro dado na literatura, mas neste caso a relação é exclusiva entre raízes e parte aérea, sem incluir os grãos.

Mandioca: Fernandes *et al.* (2016) realizaram estudos com oito cultivares de mandioca e obtiveram a porcentagem de matéria seca das raízes de todos eles, cujo teor médio foi de 38%. Dados utilizados no Terceiro Inventário Nacional (MCTI, 2016) indicam uma relação entre os resíduos aéreos da mandioca e a produção de raízes (Rag) de 0,485, enquanto que o Nag é 0,014. Com relação a resíduos abaixo do solo, não há em literatura nacional um trabalho que quantifique isso. No caso mandioca, como o próprio produto colhido é a raiz, considerou-se que apenas a parte aérea gera resíduos, portanto não havendo contribuição para depósito de nitrogênio no solo com relação a raízes das plantações de mandioca.

Cana-de-açúcar: A maioria dos trabalhos publicados sobre cana-de-açúcar foi desenvolvida em São Paulo, que concentra a produção nacional. A produção de resíduos foi estimada pelo relatório de Queima de Resíduos Agrícolas, cujos valores já tinham descontadas a quantidade queimada na colheita. A massa seca de resíduos aéreos apresentou Nag de 0,006. Para a estimativa dos resíduos subterrâneos, utilizou-se um $Rbg-bio$ 0,1, considerando-se que os colmos têm 28% de matéria seca, ou um $Frac_{dm}$ de 0,28, para se estimar a biomassa aérea total. Sobre os resíduos de raízes aplicou-se um Nbg de 0,006.

Outras culturas temporárias: Outras culturas temporárias abrangem uma grande variedade de culturas, cujo somatório da área colhida no ano de 2016 é inferior a 5% do total de área colhida no Brasil. Portanto, são de menor importância quanto ao aporte de N aos solos por meio de seus resíduos aéreos e subterrâneos. Para essas culturas, foram utilizados valores *default* do IPCC 2006. No entanto, muitas dessas culturas não têm dados *default* específicos, tampouco se enquadram nos grandes grupos de culturas (IPCC, 2006). Algumas também não possuem dados em literatura nacional, por isso utilizaram-se valores de outras culturas consideradas com fenótipo próximo.

Amendoim, aveia, centeio, cevada e sorgo têm valores para os parâmetros de parte aérea e raiz definidos individualmente, assim como a batata, que não se diferencia entre batata-doce e batata-inglesa. Todas as outras culturas não têm valores individuais descritos e foram classificadas dentro de uma das quatro classes com valores *default* definidos no IPCC 2006, quer sejam culturas de grãos, leguminosas, tubérculos, raízes e outros.

Algodão, fumo, mamona, tomate, assim como abacaxi, melancia e melão, utilizaram valores da classe cultura de raízes e outras. Foram utilizados fatores de tubérculos para alho e cebola, fatores de grãos para girassol e de leguminosas para ervilha e fava.

Os valores usados nos parâmetros para cálculo dos resíduos aéreos encontram-se na Tabela 16. Na coluna identificada como Rag , onde o valor se encontra *default*, significa que o cálculo de resíduo sobre o solo (AG_{dm}) foi feito utilizando valores *default* do IPCC 2006, a partir da regressão linear cujo valor de AG_{dm} é obtido diretamente com relação a produtividade e fração de matéria seca do produto.

Em todos os casos, $Frac_{New}$, que é fração da área que é renovada anualmente, é igual a 1. Mesmo considerando-se que apenas uma parte da área ocupada com a cultura da cana-de-açúcar é totalmente renovada anualmente, assumiu-se que, após a colheita, as raízes se renovam. O parâmetro $Frac_{New}$ foi utilizado de forma fracionada apenas para a renovação das pastagens.

Pastagens: A produção de resíduos foi estimada em função da área de pastagem renovada a cada ano, tal como descrito no item 2.1. A quantidade de C na massa seca de biomassa aérea das pastagens foi desagregada por bioma, tendo sido determinada no relatório de referência do setor “Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas”. Considerou-se que a biomassa seca tem 40% de C, gerando-se um fator de 2,5 para ser multiplicado pelas quantidades de C para se estimar a biomassa seca aérea das pastagens. A partir de resultados da literatura nacional, verificou-se que a massa seca subterrânea é semelhante à massa seca aérea, gerando-se um $Rbg-bio$ igual a 1. O teor de N da parte aérea (Nag) foi estimado em 0,006. Para a estimativa dos resíduos subterrâneos, utilizou-se um $Rbg-bio$ 0,1, considerando-se que os colmos têm 28% de matéria seca, ou um $Frac_{dm}$ de 0,28, para se estimar a biomassa aérea total. Sobre os resíduos de raízes aplicou-se um Nbg de 0,006. Os parâmetros estão descritos na Tabela 17.

Tabela 16. Resumo dos parâmetros utilizados para calcular F_{CR} de resíduos de cultura.

Parâmetro	Rag	Nag	Nbg	Rbg-bio	Frac dm	Rbg-bio*	AGdm intercept	AGdm slope	Referência
	kgMS/kgMS	kgN/kgMS	kgN/kgMS	kgMS/kgMS	kgMS/kgMF	kgMS/kgMS			
Arroz	0,9901	0,0092	0,0073	0,263					Tabela 33, Tabela 34 e Tabela 35 - Apêndice A.2
Cana-de-açúcar		0,006	0,006	0,1	0,28				Tabela 35, Tabela 36 e Tabela 37 - Apêndice A.2
Feijão	1,49	0,018	0,011			0,206			Tabela 38 - Apêndice A.2
Mandioca	0,49	0,014		0	0,38				Tabela 39 e Tabela 40 - Apêndice A.2
Milho	1,492	0,007	0,014			0,208			Tabela 41 e Tabela 42 - Apêndice A.2
Soja	1,977	0,009	0,015			0,11			Tabela 43 e Tabela 44 - Apêndice A.2
Trigo	1,74	0,004	0,011			0,207			Tabela 45 - Apêndice A.2
Abacaxi	2,75	0,012	0,014	0,18	0,13				
Algodão	0,025		0,014	0,2	0,92		1,54	1,07	
Alho	0,31	0,05	0,014	0,05	0,62				
Amendoim		0,04		NA	0,93		1,54	1,07	
Aveia		0,009	0,014	0,25	0,85		0,89	0,91	
Batata-doce		0,023	0,014	0,2	0,17		1,06	0,1	
Batata-inglesa		0,016	0,014	0,2	0,15		1,06	0,1	
Cebola	0,23	0,05	0,014	0,05	0,2				
Centeio		0,005	0,011	NA	0,87		0,88	1,09	
Cevada		0,014	0,014	0,22	0,087		0,59	0,98	
Ervilha		0,026	0,008	0,19	0,87		0,85	1,13	
Fava		0,027	0,008	0,19	0,87		0,85	1,13	
Fumo	0,38				0,83				
Girassol		0,012	0,009	0,22	0,88		0,88	1,09	
Juta	0,24	0,021	0,016	0,56	0,87				
Linho	0,24	0,021	0,016	0,56	0,87				
Malva	0,89	0,016	0,016	0,18	0,84				
Mamona	4,18	0,015	0,033	0,2	0,91				
Melancia	1,23	0,029	0,014	0,01	0,1				
Melão	1,23	0,021	0,014	0,01	0,09				
Rami	1,56	0,016	0,016	0,12	0,93				
Sorgo		0,008	0,006	NA	0,87		1,33	0,88	
Tomate	0,81	0,025	0,014	0,02	0,1				
Triticale	1,74	0,016	0,007	0,065	0,86				

Rag: Relação entre matéria seca de parte aérea e matéria seca de produto; **Nag:** Teor de N nos resíduos aéreos; **Nbg:** Teor de N em resíduos subterrâneos; **Rbg-bio:** Relação entre matéria seca de resíduos subterrâneos e matéria seca da biomassa de parte aérea; **Rbg-bio*:** Relação entre matéria seca de raízes e matéria seca da biomassa aérea deduzida da matéria seca do produto colhido; **Fracdm:** Fração de matéria seca do produto colhido; **AGdm intercept** e **AGdm slope** correspondem aos parâmetros das funções lineares para estimativa da quantidade de matéria seca da parte aérea do cultivo.

Tabela 17. Resumo dos parâmetros utilizados para calcular F_{CR} na renovação de pastagens.

Bioma	C na biomassa total da pastagem	Rbg-bio	Nag	Nbg	AG _{DM}	BG _{DM}
	----- tonC/ha -----	-- kgMS/kgMS--	--kgN/kg--	--kgN/kg--	--kg/ha--	--kg/ha--
Amazônia	6,84	1	0,010	0,006	8,54	8,54
Cerrado	7,57	1	0,007	0,006	9,46	9,46
Caatinga	1,19	1	0,007	0,006	1,49	1,49
Pantanal	7,57	1	0,010	0,006	9,46	9,46
Pampa	7,57	1	0,010	0,006	9,46	9,46
Mata Atlântica	7,57	1	0,010	0,006	9,46	9,46

Rbg-bio: Relação entre matéria seca de resíduos subterrâneos e matéria seca da biomassa de parte aérea; **Nag:** teor de N nos resíduos aéreos; **Nbg:** teor de N em resíduos subterrâneos; **AG_{DM}:** matéria seca da biomassa aérea; **BG_{DM}:** matéria seca resíduos subterrâneos.

Fonte: Relatório de Referência “Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas” (MCTI, 2016); Carvalho *et al.* (1991); Oliveira *et al.* (2004); Piccolo *et al.* (2005); Santos *et al.* (2007); Fabrice *et al.* (2014).

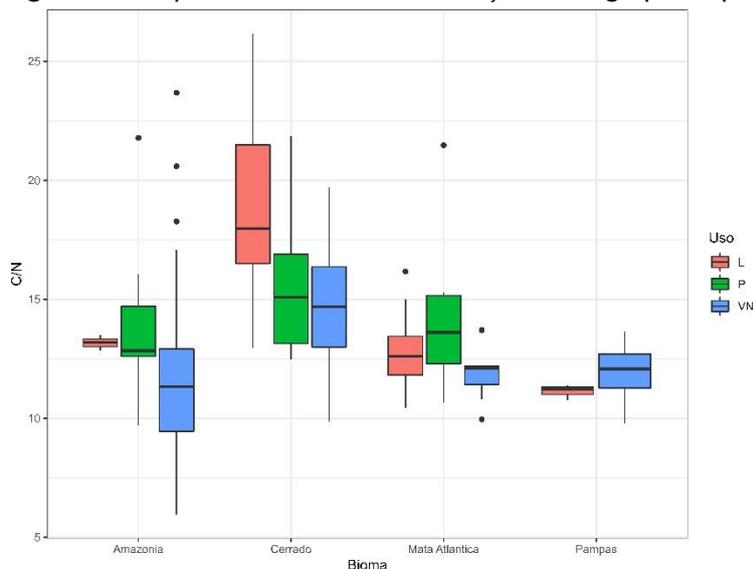
Tal como discutido no item 2.1., $Frac_{New}$ é igual a 0,1, o que significa que 10% da área da pastagem são renovados anualmente, ou seja, toda a área de pastagem do país se renova a cada 10 anos, em média.

Mineralização do N pela perda de C do solo (F_{SOM})

As áreas que passaram por mudança de uso ou seguem em mesmo uso do solo foram estimadas no Relatório de Referência do setor “Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas”, assim como os estoques de C de referência. Sobre os estoques de referência se aplicam os índices de mudança de estoque de C do solo dependendo dos usos do solo usados no Terceiro Inventário Nacional (MCTI, 2016). Nos casos em que a variação dos estoques de C do solo implicou perda, a quantidade de N mineralizada foi estimada pela multiplicação do fator R, que é o inverso da relação C/N do solo.

Com a análise de dados da literatura que relataram conteúdos de C e N do solo para a camada de 0-30 cm, as relações C/N foram agrupadas por bioma, e em subgrupos de usos denominados “vegetação nativa (VN)”, “pastagens (P)” e “lavouras (L)” (Figura 2). A análise estatística mostrou existirem diferenças entre biomas, sendo o Cerrado significativamente diferente dos demais ($p < 0,05$). A provável explicação para essa diferença é a ocorrência das queimadas naturais, e até mesmo antrópicas, históricas para o bioma na estação de secas, deixando um conteúdo relativamente alto de fragmentos de carvão (alta relação C/N).

Figura 2. Box plot com os dados de relação C/N agrupados por bioma e usos do solo.



Com base nos resultados da análise estatística, definiu-se a relação C/N = 12 para todos os biomas, independentemente do uso do solo, exceto para o bioma Cerrado, no qual o uso com pastagens ou lavouras resulta em relação C/N = 15; e a vegetação nativa tem relação C/N = 14, tal como mostra a Tabela 18.

Tabela 18. Relação C/N do solo para diferentes usos dentro de cada bioma.

Bioma/Usos	Vegetação nativa	Pastagem	Lavoura
Amazônia	12	12	12
Cerrado	14	15	15
Mata Atlântica	12	12	12
Pampa	12	12	12
Pantanal	12	12	12
Caatinga	12	12	12

Entrada de N pelos dejetos de animais não manejados (F_{PRP})

O total de N de F_{PRP} corresponde à fração não manejada dos dejetos cujos parâmetros para as estimativas são apresentados no Relatório de Referência do subsetor “Manejo de Dejetos”.

Manejo de solos orgânicos (F_{OS})

As estimativas de emissão de N_2O de solos orgânicos são feitas diretamente em função da área desses solos e não em função da quantidade de N.

Perdas de N durante o manejo de solos agrícolas

Volatilização: As perdas de N por volatilização são estimadas pela aplicação do fator de volatilização $Frac_{GASF}$ às quantidades de N de fertilizantes (F_{SN}), fator que não foi modificado em

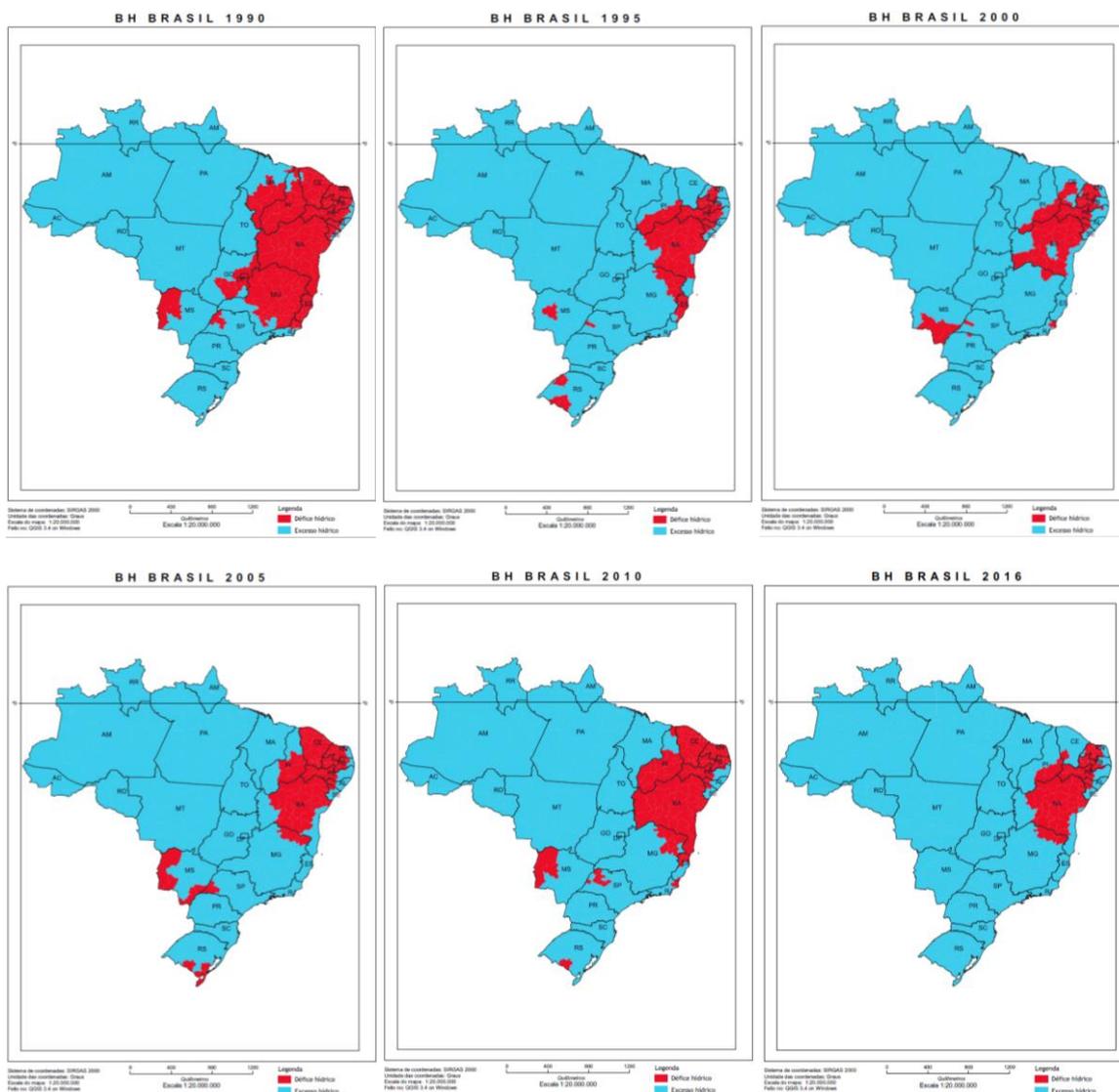
relação ao Terceiro Inventário Nacional (MCTI, 2016), assumindo o valor de 0,30 para o N utilizado na forma de ureia, e 0,10 para os demais fertilizantes nitrogenados. O fator $Frac_{GASM}$ é utilizado para estimar a volatilização de N de adubos orgânicos (F_{ON}) e de dejetos não manejados (F_{PRP}). Tal como para o Terceiro Inventário Nacional, a fração de volatilização da vinhaça foi desagregada, sendo considerada igual a zero. Para os demais adubos, $Frac_{GASM}$ foi mantido igual a 0,20.

Lixiviação: As perdas de N por lixiviação são estimadas pela aplicação do fator $Frac_{LEACH(H)}$, que por *default* é igual a 0,30 (IPCC, 2006) para os locais onde o balanço hídrico favorece o processo e igual a zero na condição em que o balanço indica não ocorrer lixiviação. Para a análise de existência ou não de lixiviação, utilizou-se o mapa de microrregiões do Brasil, tornando necessário estimar também as quantidades de N susceptíveis a esse processo na escala de microrregião. A Figura 3 mostra, para alguns dos anos, áreas onde o fator 0,30 foi aplicado e áreas onde não foi aplicado.

No caso dos adubos orgânicos e da deposição direta de dejetos de animais do rebanho, essa desagregação foi feita a partir dos dados de rebanhos da Pesquisa Pecuária Municipal e de produção de cana-de-açúcar da Produção Agrícola Municipal (PAM), ambos do IBGE (IBGE, 2016), que são informados ao nível de microrregião. Os demais parâmetros usados para calcular os totais de N não foram alterados. Da mesma forma, os dados de atividade para estimativa de N dos resíduos de lavouras também foram obtidos da PAM-IBGE ao nível de microrregião. Os dados de N mineralizado pela perda de C do solo em função do uso e mudança de uso foram gerados em mapas, e sua desagregação foi feita pelo cruzamento com o mapa de microrregião.

A ANDA não possui dados de N de fertilizantes sintéticos desagregados por microrregião. Para essa desagregação, considerou-se a recomendação de N para as diferentes culturas de cada estado, disponibilizada em Manuais de Recomendação. No entanto, verificou-se que em vários casos a quantidade de N teoricamente utilizada no estado superava o que efetivamente havia sido reportado nos anuários da ANDA. Dessa forma, as recomendações serviram como referência para se estabelecerem fatores de proporcionalidade. O fator foi construído pela recomendação de cada lavoura ponderada pela área da respectiva lavoura no estado em relação à quantidade total que teoricamente seria consumida no estado se as recomendações fossem seguidas. A quantidade de N efetivamente aplicada na lavoura foi obtida pelo produto desse fator pela quantidade de N relatada pela ANDA para o estado. Esse resultado foi dividido pela área da lavoura no estado para se estimar a dose de N efetivamente aplicada, em $kg\ N\ ha^{-1}$, a qual foi considerada para a área da lavoura em cada microrregião.

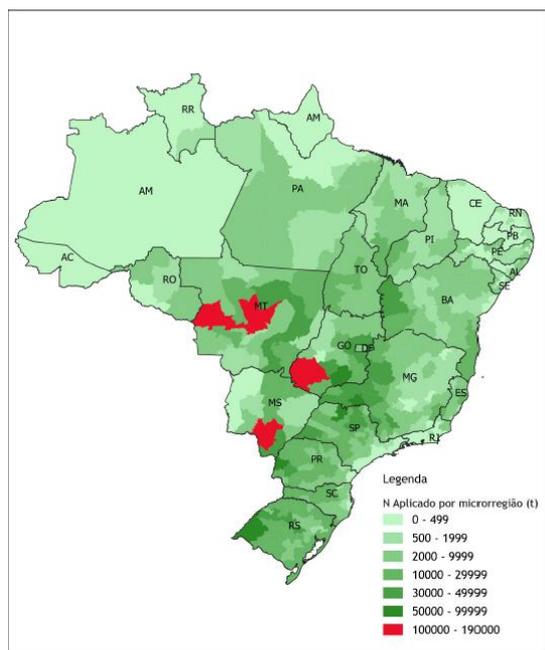
Figura 3. Áreas do território brasileiro onde o excedente de chuvas em relação à evapotranspiração potencial excedeu (azul), ou não excedeu (vermelho), a capacidade de armazenamento de água do solo para os anos de 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2016.



Fonte: elaborado pelo autor a partir de dados do INMET e Xavier (2019).

Para os cálculos das emissões indiretas pela lixiviação de N, foi necessário distribuir as quantidades de N das diversas fontes por microrregião. A título de exemplo, a partir da Figura 4 pode-se observar o mapa da distribuição de fertilizantes nitrogenados por microrregiões brasileiras.

Figura 4. Mapa do Brasil com a distribuição de N de fertilizante sintético consumida em 2016 por microrregião.



Quantidade em toneladas de Nitrogênio na forma de fertilizante sintético aplicado ao solo em cada microrregião geográfica no ano de 2016.

0 400 800 1200 km

Escala 1:20.000.000

Sistema de coordenadas: SIRGAS 2000.
Feito no: QGIS 3.4 on windows.

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados de ANDA (2018), INMET (2019) e Xavier (2019).

Fatores de Emissão de N₂O

Exceto as emissões de solos orgânicos e de dejetos não manejados depositados diretamente ao solo, as emissões diretas de N₂O são estimadas pela aplicação do fator de emissão EF_1 sobre a quantidade de N das demais fontes (IPCC, 2006). O fator EF_1 foi mantido como 0,01, tal como no Terceiro Inventário Nacional (Tabela 20), com exceção da emissão pelo uso de vinhaça, para a qual se fez uma nova revisão de literatura e se decidiu utilizar um fator de emissão específico, igual a 0,0052 kg N/kg N na vinhaça. A Tabela 19 apresenta um compilado de trabalhos nacionais que efetuaram a medição dos fatores de emissão direta de N₂O da vinhaça.

Os fatores de emissão de N₂O pelo manejo de solos orgânicos foram mantidos conforme *default* da metodologia do IPCC 2006.

Tabela 19. Fatores de emissão direta de N₂O de vinhaça e torta de filtro aplicados ao solo plantado com cana-de-açúcar.

Uso do solo	Duração (dias)	Fertilizante Fonte	Tipo de solo	FE (%)	Referência
Cana-de-açúcar (RB 855156) - área queimada	15	Vinhaça (46 kg N ha ⁻¹)	Latossolo vermelho	0,68	Oliveira <i>et al.</i> (2013)
Cana-de-açúcar (RB 855156) - área não queimada	15	Vinhaça (46 kg N ha ⁻¹)	Latossolo vermelho	0,44	
Cana-de-açúcar soca (RB 86-7515)	30	Vinhaça (85 kg N ha ⁻¹)		0,77	Siqueira Neto <i>et al.</i> (2016)
Cana-de-açúcar soca (RB 86-7515)	30	Vinhaça (171 kg N ha ⁻¹)		0,54	
Cana-de-açúcar (IACSP95-5000)	330	Vinhaça (27 kg N ha ⁻¹)	Latossolo Vermelho	0,4	Sousa Neto (2012)
Cana-de-açúcar	320	Vinhaça (51 kg N ha ⁻¹)	Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico	0,21	Silva (2014)
Cana-de-açúcar	320	Vinhaça concentrada (23 kg N ha ⁻¹)		0,59	
Cana-de-açúcar	Não informado	Vinhaça (12 kg N ha ⁻¹)	Argissolo Distrófico	2,5	Paredes <i>et al.</i> (2014)
Cana-de-açúcar (RB-758540)	31	Vinhaça (27 kg N ha ⁻¹)	Cambissolo flúvico	0,02	Zuchello (2010)
Cana-de-açúcar (RB-758540)	29	Vinhaça (48 kg N ha ⁻¹)		0,09	
Média (desvio-padrão)				0,52	0,19

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Com base na metanálise realizada por Bastos (2018), confirmou-se que os dejetos de bovinos não manejados poderiam ser desagregados em urina e fezes como fonte direta de N₂O, sendo as emissões de N₂O das fezes a metade daquela da urina. Dessa forma, o fator de emissão direta de N₂O de dejetos de bovino foi definido como 0,015. Por outro lado, o fator de emissão direta de N₂O para dejetos de outros animais foi mantido tal como *default* (IPCC, 2006).

A Tabela 20 traz os fatores de emissão direta de N₂O considerados para as estimativas de emissões de N₂O pelo manejo de solos agrícolas.

As emissões indiretas foram estimadas com fatores de emissão *default* do IPCC, tal como apresentados na Tabela 21.

Tabela 20. Resumo dos fatores de emissão utilizados no cálculo da categoria “Emissões diretas de N₂O”.

Subcategoria		Fator ou Parâmetro	Valor	Referência	Observações
3.D.1	Fert. Sint., Fert. Org., Res. Cultura, mineralização do N.	EF_1	0,01	IPCC 2006	Utilizado para FSN, FON, FCR e FSOM.
3.D.1.b	Fertilizantes Orgânicos	$EF_{1Vinhaça}$	0,0052	Literatura	Utilizado para FON Vinhaça.
3.D.1.d.iv	Resíduo de cultura de arroz irrigado	EF_{1FR}	0,003	IPCC 2006	FCR do arroz irrigado.
3.D.1.f	Solos Orgânicos	$EF_{2CG,Temp}$	8	IPCC 2006	Utilizado para FOS, CG, Temp.
3.D.1.f	Solos Orgânicos	$EF_{2CG,Trop}$	16	IPCC 2006	Utilizado para FOS, CG, Trop.
3.D.1.f	Solos Orgânicos	$EF_{2F,Temp,NR}$	0,6	IPCC 2006	Utilizado para FOS, F, Temp, NR.
3.D.1.f	Solos Orgânicos	$EF_{2F,Temp,NP}$	0,1	IPCC 2006	Utilizado para FOS, F, Temp, NP.
3.D.1.f	Solos Orgânicos	$EF_{2F,Trop}$	8	IPCC 2006	Utilizado para FOS, F, Trop.
3.D.1.c	Dejetos animais depositados diretamente no solo	$EF_{3PRP, CPP}$	0,02	IPCC 2006	Utilizado para FPRP, CPP de galináceos, suínos, bubalinos.
3.D.1.c	Dejetos animais depositados diretamente no solo	$EF_{3PRP, CPP\ bov}$	0,015	(BASTOS, 2018)	Utilizado para FPRP, CPP desagregado aplicado a fezes bovina.
3.D.1.c	Dejetos animais depositados diretamente no solo	$EF_{3PRP, SO}$	0,01	IPCC 2006	Utilizado para FPRP, SO.

Tabela 21. Fatores de emissão indireta de N₂O para solos agrícolas manejados.

Categoria de emissão		Subcategoria	Fator	Valor	Referência	Observações
3.D.1	Emissões Indiretas de N ₂ O	Fertilizantes Sintéticos e Fertilizantes Orgânicos	EF_4	0,01	IPCC 2006	Utilizado para as emissões indiretas por lixiviação do N das fontes FSN e FON.
3.D.1	Emissões Indiretas de N ₂ O	Fertilizantes Sintéticos; Fertilizantes Orgânicos; Dejetos animais depositados diretamente no solo; Resíduos de Cultura; Mineralização de N associada a perda de C do solo.	EF_5	0,0075	IPCC 2006	Utilizado para as emissões indiretas por lixiviação do N das fontes FSN, FON, FPRP, FCR e FSOM.

2.2.2 Calagem e Aplicação Ureia no Solo

As emissões de CO₂ de calcário e ureia são estimadas pela aplicação dos fatores de emissão de CO₂ sobre os dados de atividade (quantidades de calcário e ureia). Os fatores são *default*, informados na metodologia do IPCC 2006, tal como listado na Tabela 22.

Tabela 22. Fatores utilizados no cálculo de emissão de CO₂ pela Calagem e Aplicação de Ureia.

	Parâmetro	Sigla IPCC	Valor	Referência	Observações
3.G	Fator de emissão - dolomite	<i>EF</i>	0,13	IPCC 2006	Utilizado para emissões de calcário
3.H	Fator de emissão - ureia	<i>EF</i>	0,20	IPCC 2006	Utilizado para emissões de ureia

3. Resultados

3.1. Emissões de N₂O de Solos Manejados

As emissões de N₂O do subsetor Solos Manejados totalizaram 493,8 Gg em 2016, um aumento de 12% e 25%, se comparado com as emissões de 2010 e 2005, respectivamente (Tabela 23). As emissões diretas totalizaram 380 Gg em 2016, sendo os dejetos não manejados referidos como dejetos depositados diretamente em pastagem, a maior fonte de N₂O, contribuindo com 49% dessas emissões (segundo a tendência histórica dos inventários anteriores). A segunda maior fonte de emissão foram os resíduos de colheita e a renovação de pastagens, com 26% das emissões, seguidos pelos fertilizantes sintéticos com contribuição de 18%. As demais fontes diretas contribuíram com pouco mais de 7%. As emissões indiretas, decorrentes da deposição do N volatilizado e do N lixiviado, oriundos das fontes de N, representaram 23% do total, sendo a deposição de dejetos a principal fonte, como mostra a Figura 5, que traz as proporções de cada fonte de emissão direta e as emissões indiretas, em relação ao total das emissões de N₂O.

As emissões de N₂O pelo manejo de solos agrícolas vêm aumentando continuamente a uma taxa aproximada de 10 mil toneladas de N₂O ao ano, decorrente do aumento do rebanho, da área plantada e do uso de insumos como fertilizantes e adubos. A maior utilização de insumos, a exemplo dos fertilizantes nitrogenados (Figura 6), associado à melhoria no manejo, tem proporcionado aumento na produção sem um aumento proporcional na área plantada, ou seja, reduzindo a pressão para desmatamento. É importante considerar que nem todo fertilizante nitrogenado se destina a cultivos, sendo uma parte utilizada em pastagens, embora esse percentual não esteja disponível nas séries estatísticas.

Figura 5. Contribuição das diferentes fontes de N para as emissões nacionais de N₂O pelo manejo de solos agrícolas para as 493,8 mil toneladas de N₂O produzidas em 2016.

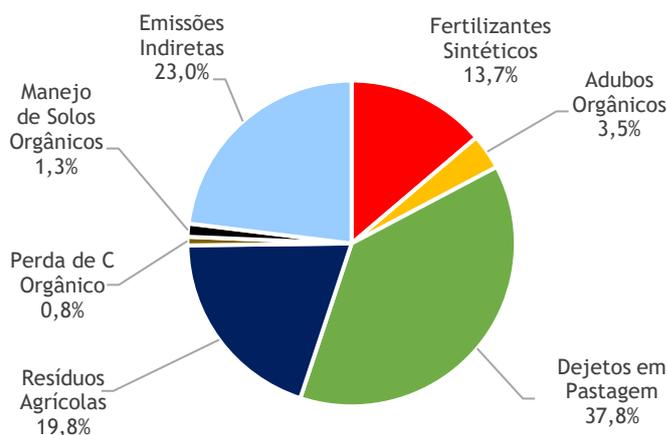


Tabela 23. Emissões de N₂O pelo manejo de solos no Brasil, para o período de 1990 a 2016⁸.

Subsetor/Categoria		1990	1995	2000	2005	2010	2016	Varição 2005-2016	Varição 2010-2016
		----- Gg N ₂ O -----						----- % -----	----- % -----
3.D	Solos Manejados	267,8	298,7	319,7	393,3	440,5	493,8	26%	12%
3.D.1	Emissões Diretas	209,0	232,6	248,5	305,1	341,1	380,0	12%	11%
3.D.1.a	Fertilizantes Sintéticos	11,7	17,1	25,5	33,8	44,1	67,8	100%	54%
3.D.1.a.i	Ureia	5,6	8,1	10,9	17,3	22,4	36,7	112%	64%
3.D.1.a.ii	Outros	6,2	9,0	14,6	16,5	21,7	31,1	89%	44%
3.D.1.b	Adbuos Orgânicos	8,1	9,5	10,2	12,2	16,2	17,2	41%	6%
3.D.1.b.i	Estercos	5,5	6,4	6,5	7,7	9,4	9,6	25%	2%
3.D.1.b.ii	Vinhaça	0,5	0,5	0,5	0,6	1,0	1,2	96%	18%
3.D.1.b.iii	Torta de Filtro	2,1	2,6	3,1	3,9	5,7	6,4	64%	12%
3.D.1.b.iv	Lodo de Esgoto ⁹	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
3.D.1.c	Deposição de Dejetos	135,2	146,0	146,9	177,0	182,9	186,8	6%	2%
3.D.1.c.i	Bovinos	121,2	132,0	135,6	165,5	171,8	175,7	6%	2%
3.D.1.c.ii	Outros	14,0	14,0	11,2	11,5	11,1	11,1	-3%	0%
3.D.1.d	Resíduos Agrícolas	45,7	51,5	57,3	71,1	86,8	97,5	37%	12%
3.D.1.d.i	Soja	5,7	7,4	9,4	14,7	19,8	27,7	88%	40%
3.D.1.d.ii	Milho	4,3	7,3	6,5	7,1	11,2	13,0	83%	16%
3.D.1.d.iii	Cana-de-Açúcar	2,1	2,4	3,4	4,4	11,4	15,6	258%	37%
3.D.1.d.iv	Arroz	1,3	1,9	1,9	2,3	1,9	1,8	-19%	-5%
3.D.1.d.v	Feijão	0,9	1,2	1,3	1,2	1,3	1,1	-13%	-17%
3.D.1.d.vi	Mandioca	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	-19%	-16%
3.D.1.d.vii	Trigo	0,5	0,2	0,3	0,7	0,9	1,0	47%	11%
3.D.1.d.viii	Pastagens	28,9	29,1	32,3	37,5	37,5	34,5	-8%	-8%
3.D.1.d.ix	Outras	1,1	0,9	1,3	2,1	1,8	1,9	-8%	7%
3.D.1.e	Mineralização de N Associada a Perda de C do Solo	2,9	2,9	2,9	5,0	5,0	4,2	-17%	-17%
3.D.1.f	Manejo de Solos Orgânicos	5,4	5,6	5,8	6,0	6,1	6,4	7%	5%
3.D.2	Emissões Indiretas	58,8	66,1	71,1	88,2	99,4	113,8	13%	14%
3.D.2.a	Deposição Atmosférica	22,4	25,3	26,8	33,4	36,9	42,9	28%	16%
3.D.2.a.i	Fertilizantes Sintéticos	2,4	3,6	4,9	7,1	9,1	14,4	103%	57%
3.D.2.a.ii	Adbuos Orgânicos	1,5	1,8	1,9	2,3	3,0	3,2	38%	6%
3.D.2.a.iii	Deposição de Dejetos	18,5	19,9	20,0	24,0	24,8	25,3	5%	2%
3.D.2.a.iv	Resíduos Agrícolas	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
3.D.2.a.v	Mineralização de N Associada a Perda de C do Solo	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
3.D.2.a.vi	Manejo de Solos Orgânicos	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
3.D.2.b	Lixiviação/ Escorrimento Superficial	36,4	40,9	44,3	54,8	62,5	70,9	29%	13%
3.D.2.b.i	Fertilizantes Sintéticos	2,8	4,0	5,9	7,8	10,1	15,4	98%	53%
3.D.2.b.ii	Adbuos Orgânicos	1,9	2,3	2,4	2,9	3,9	4,1	44%	7%
3.D.2.b.iii	Deposição de Dejetos	20,8	22,4	22,5	27,0	27,9	28,5	5%	2%

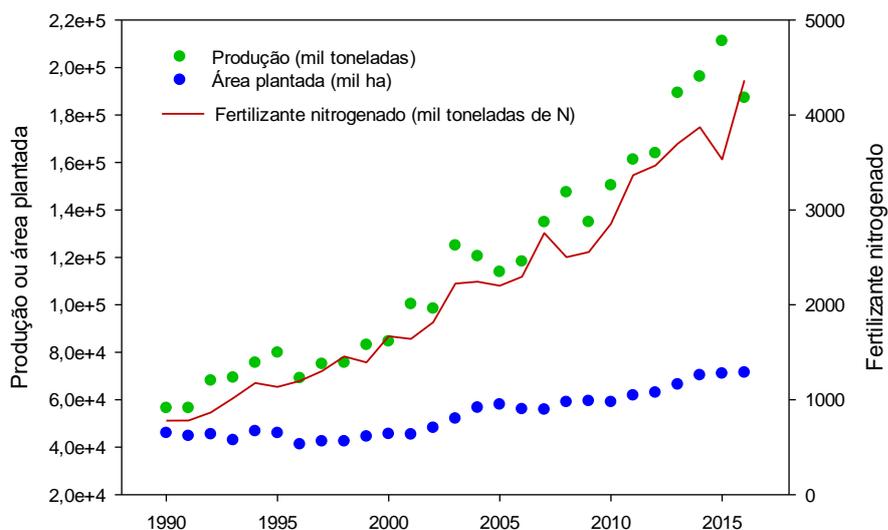
⁸ Consultar "Apêndice B" para resultados de emissão por categoria de emissão, Unidade Federativa para toda a série histórica (1990 a 2016).

⁹ O IPCC 2006 recomenda a contabilização das emissões relacionadas com a aplicação de lodo de esgoto no solo. No Brasil esse uso ainda é incipiente, dessa maneira essa fonte de emissão não foi considerada.

Subsetor/Categoria		1990	1995	2000	2005	2010	2016	Varição 2005-2016	Varição 2010-2016
		Gg N ₂ O						----- % -----	----- % -----
3.D.2.b.iv	Resíduos Agrícolas	10,3	11,6	12,9	16,0	19,5	21,9	37%	12%
3.D.2.b.v	Mineralização de N Associada a Perda de C do Solo	0,7	0,7	0,7	1,1	1,1	0,9	-17%	-17%
3.D.2.b.vi	Manejo de Solos Orgânicos	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

N.A. - não aplicável (*not applicable*).

Figura 6. Produção das culturas e áreas plantadas segundo a série Produção Agrícola Municipal do IBGE e total de fertilizante nitrogenado entregue ao consumidor da série da ANDA.

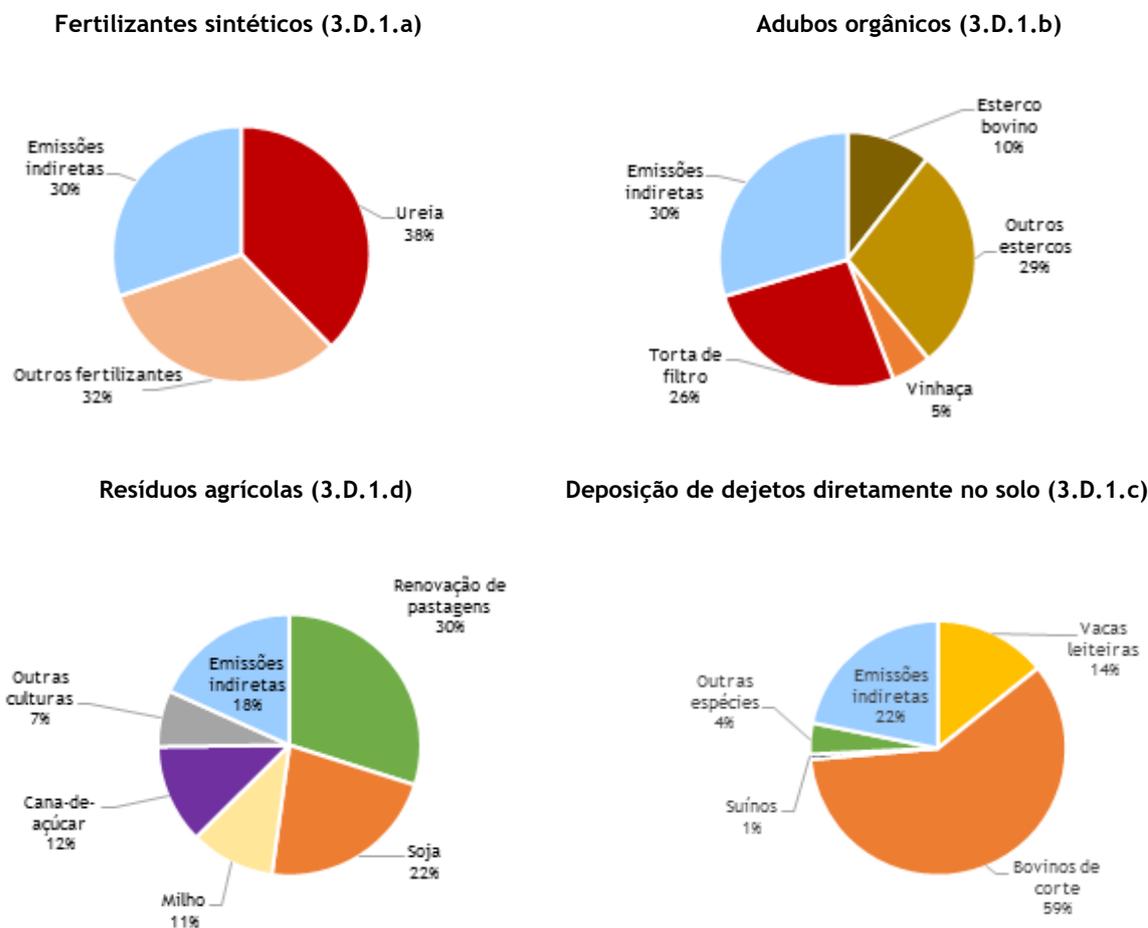


Fonte: IBGE (2016) e ANDA (2016).

Os fertilizantes sintéticos contribuíram com 20% do total de emissões de N₂O em 2016, considerando as emissões diretas e indiretas, sendo o uso de ureia a maior fonte de emissão, representando 58% do total de N₂O de fertilizantes sintéticos. As emissões diretas de ureia, outros fertilizantes e as respectivas emissões indiretas somadas estão apresentadas em termos proporcionais na Figura 7. Como a ureia representa aproximadamente 50% do total de N consumido no país, essa distribuição era esperada, ainda que a ureia contribua mais para as emissões indiretas por volatilização de N. Observa-se que os maiores aumentos em emissão de N₂O durante os anos foram observados para a fonte fertilizante nitrogenado sintético, representando aumentos aproximados de 100% e 54% em relação a 2005 e 2010, respectivamente.

Ainda na Figura 7, verifica-se uma participação semelhante em 2016, entre dejetos manejados e os adubos torta de filtro e vinhaça, originados do processamento da cana-de-açúcar, nas emissões de N₂O de adubos orgânicos. Com a nova metodologia do IPCC 2006, boa parte do N dos dejetos manejados não é mais contabilizada como adubos em função das perdas de N que ocorrem desde a granja até a destinação final, passando pelo manejo.

Figura 7. Contribuição das subcategorias para as emissões nacionais de N₂O de Solos Manejados em 2016.

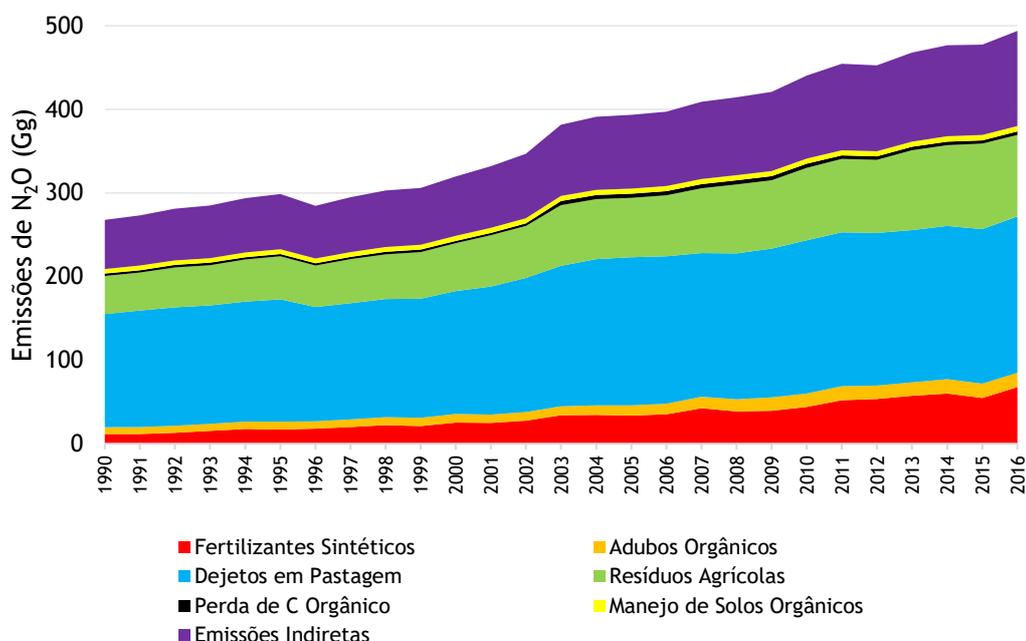


Os resíduos de soja seguem como a principal fonte de emissão direta de N₂O entre as culturas temporárias, contribuindo com 28% das emissões totais pela entrada no solo de resíduos de colheita e com a renovação de pastagens, praticamente a mesma contribuição dos resíduos de milho e cana-de-açúcar juntos. No entanto, a renovação de pastagens é a principal fonte de N₂O com 30% das emissões. As emissões indiretas representam 18% das emissões de N₂O, tendo origem no processo de lixiviação do N liberado desse material vegetal.

Entre os dejetos não manejados, aqueles originados de bovinos representam 94% das emissões diretas e indiretas, sendo a contribuição dos animais de corte superior à de bovinos leiteiros, certamente por bovinos leiteiros representarem apenas 10% do rebanho bovino total, além do fato de que a quase totalidade dos dejetos de bovinos de corte contribui para essa fonte, ao contrário de outras categorias, tais como os suínos, que representaram apenas 1% do total; e as demais espécies, 4%. As emissões indiretas chegaram a 22% das emissões em 2016 e se devem em grande parte aos dejetos dos bovinos.

Avaliando-se a evolução das emissões de N₂O pelo manejo de solos agrícolas, elas praticamente dobraram desde 1990 (Figura 8). É possível verificar que, entre as maiores fontes de N, as emissões devidas ao uso de fertilizante nitrogenado seguidas das emissões de resíduos foram as que mostraram maior crescimento em relação a 1990.

Figura 8. Evolução das emissões diretas e indiretas de N₂O devidas ao manejo de solos agrícolas.



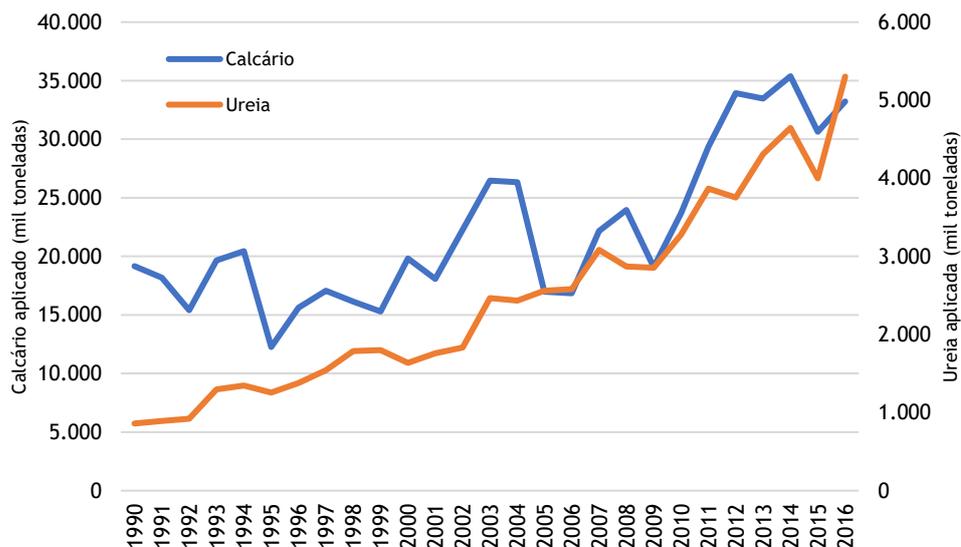
3.2. Emissões de CO₂ pela Calagem e Aplicação de Ureia

As emissões pela Calagem e Aplicação de Ureia totalizaram 15.844 Gg e CO₂ 3.888 Gg CO₂ em 2016, respectivamente (Tabela 24). As emissões decorrentes da Calagem se mantiveram em um nível aproximado de emissões de 10 milhões de toneladas de CO₂ até 2010, e desde então mostraram um aumento. Isso se percebe pelo consumo de calcário que se manteve em um patamar aproximado de 20 milhões de toneladas até 2010 e desde então mostrou tendência de aumento, chegando a um novo patamar de consumo acima de 30 milhões de toneladas em 2016 (Figura 9).

Tabela 24. Emissões de CO₂ pelo Uso de Calcário e Aplicação de Ureia em solos no Brasil, para o período de 1990 a 2016.

Subsetor/categoria		1990	1995	2000	2005	2010	2016	Varição 2005-2016	Varição 2010-2016
		Gg CO ₂						----- % -----	----- % -----
3.G	Uso de Calcário	9.141	5.845	9.444	8.097	11.292	15.844	95,7	40,3
3.H	Aplicação de Ureia	631	920	1.201	1.878	2.406	3.888	107,1	61,6

Figura 9. Consumo de calcário e ureia no manejo de solos agrícolas entre 1990 e 2016.



Fonte: Estimativas baseadas em dados da ABRACAL e ANDA.

O consumo de ureia mostrou um contínuo aumento ao longo dos anos, a uma taxa aproximada de 150 mil toneladas ao ano, e se reflete em emissões crescentes desde 1990, que praticamente sextuplicaram até 2016 (Figura 9).

4. Diferenças em relação ao Terceiro Inventário

4.1 Atualização metodológica

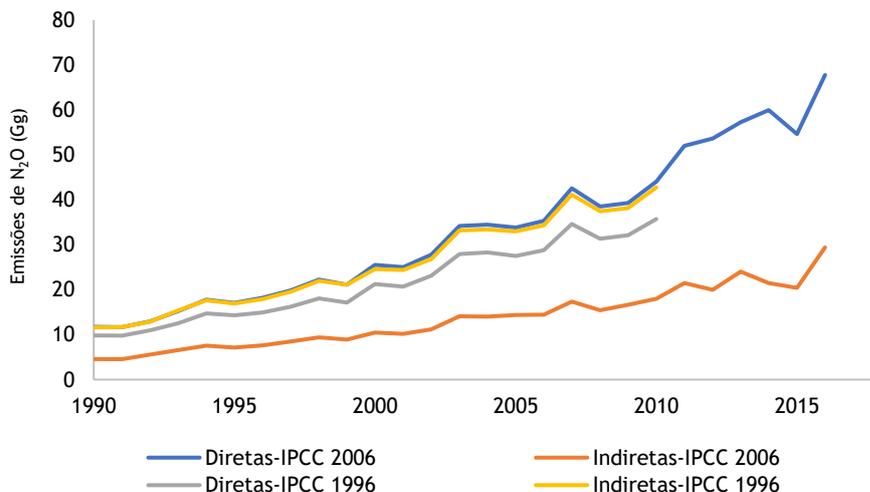
A principal alteração metodológica deste relatório em relação às edições anteriores refere-se à utilização das Diretrizes IPCC 2006 para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (*2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*; IPCC, 2006), que trouxeram importantes mudanças nas estimativas de emissões de N₂O pelo manejo de solo agrícola. Além disso, com a aplicação do IPCC 2006, dois subsetores foram incluídos no setor Agropecuária: emissões de CO₂ pela Calagem (subsetor 3.G), o qual até o Terceiro Inventário Nacional era contabilizado no setor “Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas”; e emissões pela Aplicação de Ureia (subsetor 3.H), que era contabilizado no setor “Processos Industriais”.

4.1.1 Emissões de N₂O de Solos Manejados

Para o cálculo das estimativas de emissões de N₂O de Solos Manejados, a nova abordagem metodológica trouxe adições de fontes, tais como as pastagens (categoria 3.D.1.d.viii), para se estimar o N de resíduos vegetais; e a Mineralização de N associada a perda de C do solo (categoria 3.D.1.e).

Mais especificamente, mudanças nas emissões diretas de fertilizantes sintéticos podem ser explicadas pelo fato de não mais se deduzir a quantidade de N perdido por volatilização do total de N fertilizante sobre o qual se aplica o fator de emissão direta de N₂O. Como não houve mudança nos dados de atividade ou no fator de emissão, a quantidade sobre a qual se aplica o fator de emissão passou a ser maior com a metodologia de 2006, resultando em maiores emissões diretas de N₂O (Figura 10).

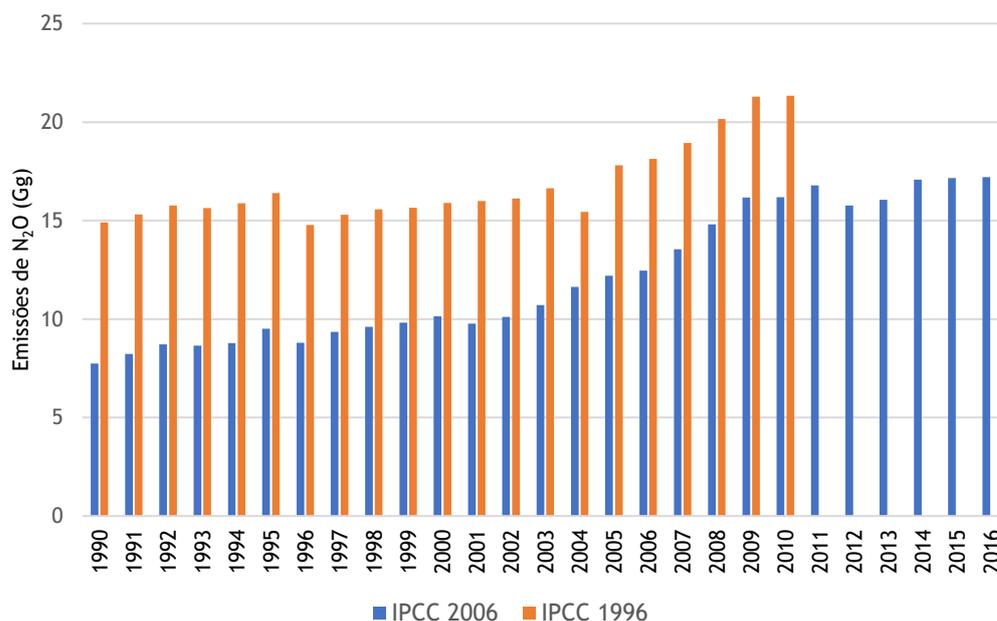
Figura 10. Comparação das emissões de N₂O diretas e indiretas de fertilizantes nitrogenados, estimadas pela metodologia do IPCC de 1996 e de 2006.



O cálculo das emissões indiretas também foi atualizado, especialmente para a estimativa da lixiviação de N, que pode ou não ser considerada em função do balanço hídrico da área em questão. Porém, a grande diferença entre as duas metodologias está no fator de emissão indireto de N₂O do N lixiviado (EF₅), que reduziu de 2,5% para 0,75% com a metodologia de 2006. Isso certamente provocou grande redução das emissões indiretas para todas as fontes de N₂O, exceto o manejo de solos orgânicos que não resulta em emissões indiretas. Essa diferença é mais facilmente visualizada para fertilizantes sintéticos (Figura 10).

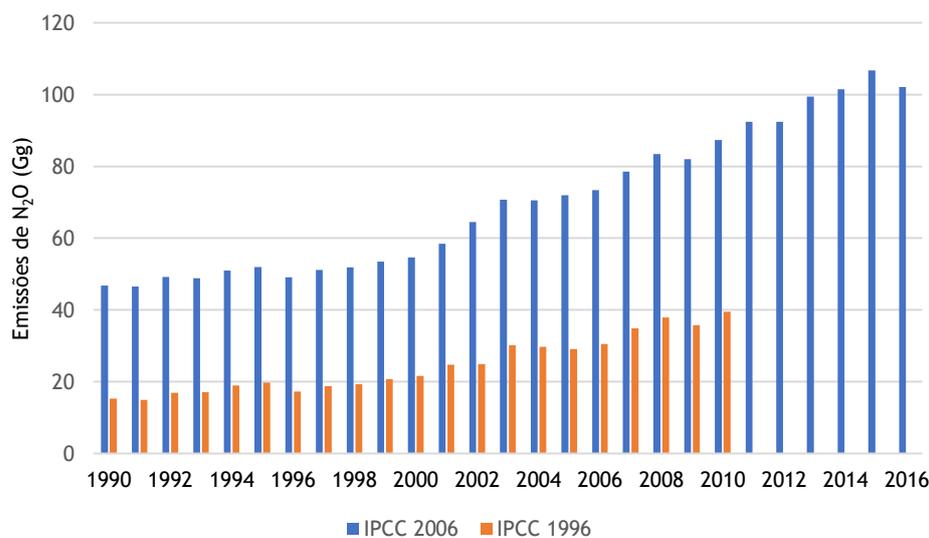
As emissões de N₂O de adubos orgânicos na forma de esterco foi alterada em função das mudanças relatadas para as emissões de N₂O de manejo de dejetos, com as mudanças na categorização dos rebanhos e na forma de estimar as quantidades de N excretadas. O mais crítico, no entanto, foi a nova diretriz descontar a quantidade de N perdida no sistema de criação do total de N dos esterco, reduzindo bem a quantidade de N dessa fonte em relação ao que se conseguiria com a metodologia de 1996. Outra inclusão de categoria de emissão para o Quarto Inventário Nacional foi a torta de filtro como fonte de N (categoria 3.D.1.b.iii). A vinhaça era considerada no Terceiro Inventário, porém o fator de emissão foi revisto em função das novas publicações e redimensionado, trazendo mudanças nas estimativas em relação à metodologia IPCC 1996. A metodologia IPCC 2006 resultou em menores emissões de N₂O pelo uso de adubos orgânicos (Figura 11).

Figura 11. Emissões de N₂O de adubos orgânicos estimadas pela metodologia do IPCC 1996 e IPCC 2006.



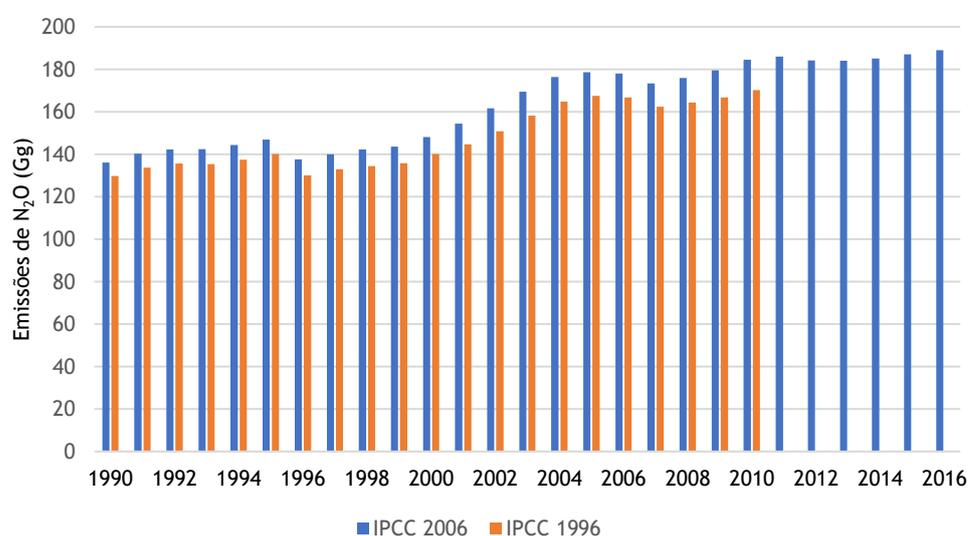
Para os resíduos agrícolas, foi incluída a contribuição com N de biomassa de pastagem incorporada ao solo na ocasião da renovação, introduzindo uma fonte de N de magnitude superior à da soja. Além disso, os resíduos subterrâneos, traduzidos como raízes, passaram a ser contabilizados como fonte de N₂O com a metodologia de 2006, aumentando muito a quantidade de N sobre a qual se aplica o fator de emissão, com consequências diretas nas emissões de N₂O (Figura 12).

Figura 12. Emissões de N₂O de resíduos agrícolas e pela renovação de pastagens estimadas pela metodologia do IPCC 1996 e IPCC 2006.



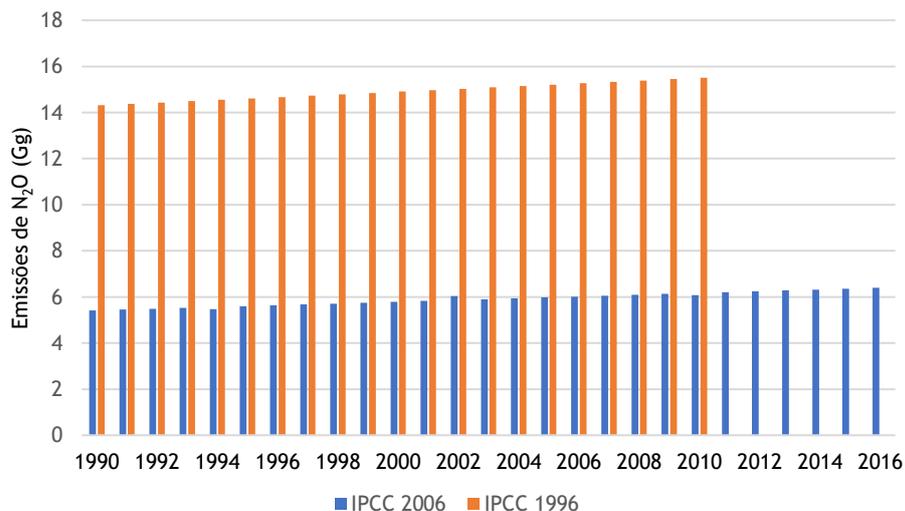
As emissões de N_2O de dejetos não manejados foram influenciadas pelas mudanças na forma de calcular a excreção de N e também nas mudanças nos percentuais dos dejetos submetidos ao manejo relatadas no subsetor Manejo de dejetos (3.B). Porém, aparentemente, as alterações ocorridas foram aliviadas com mudança do fator de emissão direta de N_2O para deposição direta de dejetos de bovinos em pastagens para 0,015, tendo em conta os resultados de pesquisa que mostraram que as fezes emitem menos N_2O do que a urina (BASTOS, 2018). As emissões de N_2O pela metodologia IPCC 1996 não ficaram muito diferentes daquelas de 2006, embora a última tenha resultado em emissões maiores (Figura 13).

Figura 13. Emissões de N_2O de dejetos não manejados estimadas pela metodologia do IPCC 1996 e IPCC 2006.



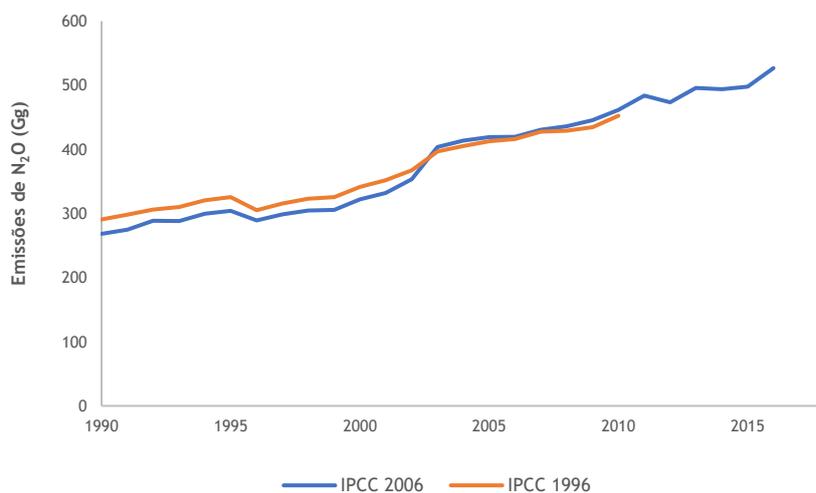
As emissões de N_2O pelo manejo de solos orgânicos foi alterada após revisitação aos solos classificados como orgânicos, percebendo-se a necessidade de eliminar alguns tipos que não se enquadravam exatamente dentro da classificação do IPCC 2006, mas que faziam parte das estimativas do Terceiro Inventário Nacional (MCTI, 2016). Além disso, desagregaram-se solos de ambiente tropical de solo de ambiente temperado, além de se considerar a vegetação existente para determinar os fatores de emissão de N_2O a serem utilizados. No Terceiro Inventário Nacional, somente utilizava-se um fator de emissão médio e a área total de solos orgânicos. Essas alterações resultaram em uma grande redução das emissões de N_2O para o Quarto Inventário Nacional (Figura 14).

Figura 14. Emissões de N₂O pelo manejo de solos orgânicos estimadas pela metodologia do IPCC de 1996 e de 2006.



Com todas as mudanças, as emissões totais de N₂O estimadas pelas duas metodologias IPCC, de 1996 e 2006, não foram muito diferentes (Figura 15). A pequena diferença e alternância das estimativas entre os anos parece estar associada às estimativas das emissões de N₂O do N mineralizado pela perda de C do solo, que ainda será aprimorada.

Figura 15. Emissões de N₂O totais pelo manejo de solos agrícolas estimadas pela metodologia do IPCC 1996 e IPCC 2006.



4.2 Recálculos e correções

Os cálculos de desagregação da população de bovinos foram revisitados e percebeu-se que houve falha na metodologia de cálculos realizados para o Segundo Inventário Nacional, ao agregar animais leiteiros jovens e adultos às respectivas categorias, etapa necessária para compatibilizar o número de animais das propriedades com menos de 50 cabeças e das propriedades com mais de 50 cabeças, com a população total contabilizada no Censo 2006 (IBGE, 2006), que foi a base para a desagregação do rebanho bovino por idade, sexo e finalidade. Destaca-se que se faz aqui apenas o registro, pois o recálculo teve mínimo impacto nas emissões finais.

O agrupamento de diferentes tipos de solos em solos orgânicos, realizado no Terceiro Inventário Nacional, precisou ser revisado, levando-se em consideração que nem todos se enquadravam em todos os critérios para adequada classificação. Após a revisão, houve uma redução de quase 50% da área que se enquadra como solos orgânicos.

5. Avaliação de incertezas e consistência temporal

5.1 Introdução

Em uma situação ideal, as estimativas de emissões e suas respectivas incertezas seriam derivadas dos dados requeridos para o Inventário, levantados de diferentes bases de dados. Entretanto, não é factível executar essa estratégia para todas as fontes, pois nem sempre existe mais de uma base de dados, sendo a melhor solução utilizar as incertezas *default* sugeridas pela guia metodológica do IPCC. É importante, porém, pensando no aprimoramento da precisão da informação passada no inventário, estimar as incertezas para atividades de maior relevância para as emissões de GEE, sendo uma estratégia utilizar inclusive informações de especialistas, caso não haja dados publicados a respeito.

De acordo com os últimos inventários produzidos pelo Brasil, as emissões diretas de N_2O provenientes de solos manejados e manejos de dejetos representam uma parcela muito grande do total emitido de N_2O no país. Em relação às emissões de N_2O , aquelas derivadas dos dejetos de bovinos são as mais importantes, representando mais de 50% das emissões desse gás. Dessa forma, o aprimoramento dos cálculos das incertezas para o Quarto Inventário, com incremento de referências que retratem mais precisamente as condições brasileiras, ficou concentrado nas emissões diretas provenientes dos dejetos de bovinos depositados em pastagem.

Para as demais fontes de N_2O , consideraram-se incertezas calculadas para os dados de atividade, quando mais de uma base estava disponível, ou utilizou-se a incerteza *default* do IPCC 2006. A incerteza da quantidade de N de cada categoria, fonte de N_2O , foi estimada a partir da combinação de incertezas de fatores de conversão e variáveis requeridas nos cálculos para se chegar às quantidades de N da fonte. Para os fatores de emissão de N_2O , consideraram-se as incertezas *default* do IPCC 2006.

5.2 Metodologias utilizadas para estimar incertezas para os parâmetros e fatores de emissão de Solos Manejados

Para os cálculos das incertezas foram utilizados dois conceitos estatísticos principais:

- 1- A função densidade de probabilidade (PDF);
- 2- Os limites de confiança.

De maneira simples, a função densidade de probabilidade descreve a faixa e probabilidade relativa de valores prováveis. Os limites de confiança fornecem a faixa dentro da qual o valor subjacente de uma quantidade incerta é pensado para medir uma probabilidade específica. Esse intervalo

denomina-se intervalo de confiança. As diretrizes do IPCC sugerem o uso de um intervalo de confiança de 95%, que é o intervalo com 95% de probabilidade de conter o valor verdadeiro conhecido.

As incertezas de fontes individuais (ex.: emissões do gado leiteiro) foram calculadas a partir de uma função de combinação de incertezas de fatores de emissão para fontes típicas e os respectivos dados de atividade. As incertezas dos fatores de emissão e dos dados de atividade foram descritas usando a função de densidade de probabilidade, em que se levantaram dados disponíveis de fatores de emissão e dados de atividade.

Como descrito por Cullen e Frey (1999), havendo três ou mais dados e/ou desde que os dados sejam uma amostra representativa aleatória da quantidade de interesse, é possível utilizar técnicas estatísticas para estimar valores dos parâmetros de distribuição de dois parâmetros (ex.: normal). Dessa forma, utilizou-se essa premissa para poder descrever a variabilidade no conjunto de dados.

Contudo, foi necessário um julgamento na seleção de uma distribuição paramétrica apropriada para ajustar-se a um conjunto de dados muito pequeno. Em situações em que o coeficiente de variação (CV) foi inferior a 30%, uma distribuição normal pode ser uma suposição razoável (ROBINSON, 1984). Quando dados específicos não estavam disponíveis, o desenvolvimento de estimativas de emissões utilizando fatores de emissão extraídos de referências consistentes, com as diretrizes do IPCC, foi utilizado.

As incertezas do dado de atividade e do fator de emissão foram combinadas usando as equações do Volume 1, Capítulo 3, página 3.28 do IPCC 2006. A equação 3.1 foi utilizada quando a combinação é oriunda de um produto e a equação 3.2 quando a combinação é oriunda de uma soma. As equações foram utilizadas para combinar a incerteza do dado de atividade com o fator de emissão, mas também para combinar parâmetros quando o dado de atividade ou fator de emissão foi desagregado.

Dados de Atividade

Deposição de urina e fezes de animais diretamente no solo

A excreção de N pelos animais ($N_{ex(T)}$) é estimada utilizando-se a Equação 10.25, Vol. 4, p. 10.57 do guia do IPCC, que necessita de dados da taxa de excreção diária de N ($N_{rate(T)}$) e o peso de um animal típico (TAM) para cada categoria do rebanho bovino que foi considerada no inventário.

$$N_{ex(T)} = \frac{N_{rate(T)} \times TAM}{1000} \times 365$$

Categorias do Rebanho Bovino

Realizou-se um levantamento de referências que quantifiquem e categorizem o rebanho bovino de corte no Brasil, tornando possíveis os cálculos das incertezas desse parâmetro. O levantamento das referências compreendeu duas fontes principais: o IBGE (2016) e o ANUALPEC (2017). Em ambas, foi possível extrair o quantitativo de bovinos por Unidade de Federação (UF), por região e o total do Brasil durante o período de 1990 a 2016. Entretanto, o ANUALPEC possuía os dados apenas de forma impressa, sendo necessária sua tabulação para planilhas, como forma de possibilitar as análises.

Além disso, o ANUALPEC, que publica os dados a cada quatro anos, faz uma sobreposição de dados em alguns anos da série nos inventários publicados mais recentemente, sendo os valores diferentes do publicado anteriormente. Dessa forma, para manter um critério e afetar minimamente os cálculos das incertezas, optou-se por utilizar os dados dos anos posteriores aos publicados pelo anuário da pecuária brasileira anterior.

Visto que a categoria animal dos bovinos pode influenciar o resultado final das emissões de óxido nitroso, torna-se importante atentar a esse fato. A categorização foi proposta de forma distinta ao demonstrado no Terceiro Inventário para gado de corte (Machos, Fêmeas e Jovens), sendo os animais subdivididos agora em: Touros, Bois > 2 anos, Fêmeas > 2 anos, Bovinos < 1 ano e 1 ano < Bovinos < 2 anos. A modificação torna possível a atualização desses indicativos populacionais de acordo com a evolução dos dados de produção no Brasil, baseando-se os cálculos de emissão de óxido nitroso como proposto pelo IPCC.

Os dados utilizados para os cálculos das emissões no Quarto Inventário são provenientes do IBGE. Assim, para os cálculos das incertezas, utilizaram-se, além desses dados, os dados ANUALPEC, onde foi possível categorizar o rebanho nacional. Conhecendo-se a quantidade total de bovinos no Brasil e a quantidade de bovinos por categoria dessas duas fontes, foi possível calcular a fração de cada categoria para a referência do ANUALPEC, como apresentado na Tabela 25.

Tabela 25. Fracionamento do rebanho efetivo de bovinos, por categoria animal.

Unidade Federativa	Menores que 1 ano	De 1 a < 2 anos	Touros	Outros bovinos 2 anos ou mais*
Rondônia	0,245913	0,207591	0,014316	0,532180
Acre	0,226749	0,197360	0,020434	0,555458
Amazonas	0,223519	0,201117	0,015517	0,559847
Roraima	0,210736	0,186448	0,016694	0,586123
Pará	0,271083	0,225501	0,016122	0,487294
Amapá	0,209847	0,198537	0,018347	0,573269
Tocantins	0,244611	0,206153	0,015550	0,533686
Maranhão	0,227566	0,198427	0,016319	0,557688
Piauí	0,231990	0,206569	0,016835	0,544606

Ceará	0,227939	0,204448	0,016940	0,550674
Rio Grande do Norte	0,232954	0,205428	0,017787	0,543832
Paraíba	0,230501	0,198029	0,016625	0,554845
Pernambuco	0,235860	0,201382	0,019300	0,543457
Alagoas	0,241184	0,216054	0,014861	0,527901
Sergipe	0,236616	0,208790	0,018418	0,536177
Bahia	0,231965	0,201822	0,015734	0,550478
Minas Gerais	0,255286	0,212063	0,017025	0,515626
Espírito Santo	0,251664	0,216610	0,016277	0,515449
Rio de Janeiro	0,254439	0,223693	0,013007	0,508862
São Paulo	0,266687	0,226890	0,012716	0,493708
Paraná	0,262957	0,230127	0,011344	0,495572
Santa Catarina	0,251257	0,210398	0,011928	0,526417
Rio Grande do Sul	0,261261	0,212340	0,013906	0,512493
Mato Grosso do Sul	0,255630	0,210412	0,016297	0,517661
Mato Grosso	0,275217	0,206537	0,016724	0,501521
Goiás	0,260757	0,222598	0,014650	0,501995
Distrito Federal	0,269844	0,225730	0,018469	0,485957
Brasil	0,255548	0,208343	0,013766	0,522330

Fonte: ANUALPEC (2017).

* Inclui Vacas Ordenhadas.

Touros

Através do efetivo total de bovinos (ANUALPEC) e da fração de touros (Tabela 25), calculou-se o quantitativo de touros, como demonstrado na equação a seguir:

$$QT = GT * \text{Fração de touros}$$

Onde:

QT= Quantitativo de touros

GT= Efetivo bovino total (gado total)

Bovinos < 1 ano

Através do efetivo total de bovinos e da fração de bovinos menores do que um ano (Tabela 25), calculou-se o quantitativo de touros, tal como demonstrado na equação:

$$Q_{\text{bovinos}<1\text{ano}} = GT * \text{Fração de Bovinos < 1 ano}$$

Onde:

$Q_{\text{bovinos}<1\text{ano}}$ = Quantitativo de bovinos menores do que 1 ano.

GT= Efetivo bovino total (gado total)

1 ano < Bovinos < 2 anos

Através do efetivo total de bovinos e da fração de bovinos maiores que 1 ano e menores do que 2 anos (Tabela 25), calculou-se o quantitativo dessa categoria, tal como demonstrado na equação:

$$Q_{1\text{ano}<\text{bovinos}<2\text{anos}} = \text{GT} * \text{Fração de } 1\text{ano}<\text{bovinos}<2\text{anos}$$

Onde:

$Q_{\text{bovinos}<1\text{ano}}$ = Quantitativo de touros

GT= Efetivo bovino total (gado total)

Bovinos > 2 anos confinados

Os dados utilizados do efetivo bovino de corte confinado no Quarto Inventário são oriundos do ANUALPEC. Para obter-se uma segunda fonte foram utilizados os dados IBGE. Contudo, essa fonte fornecia apenas os dados referentes ao ano de 2006. Assim, para obter o efetivo de bovinos de corte confinados para os outros anos da série, necessitou-se obter a fração de bovinos confinados em 2006 (Tabela 26), que foi multiplicada pelo efetivo total dos outros anos da série histórica do IBGE, como mostra a equação seguinte:

$$Q_{\text{bovinos}>2\text{anos_confinados}} = \text{GT} * \text{Fração de bovinos } > 2\text{anos_confinados (IBGE, 2006)}$$

Onde:

$Q_{\text{bovinos}>2\text{anos_confinados}}$ = Quantitativo de bovinos de corte maiores que 2 anos confinados.

GT= Efetivo bovino total (IBGE)

Tabela 26. Fracionamento dos Bovinos confinados no Brasil no ano de 2006 segundo o Censo Agropecuário do IBGE 2006

UF	Fração de Bovinos Confinados
Rondônia	0,004
Acre	0,006

Amazonas	0,005
Roraima	0,015
Pará	0,005
Amapá	0,002
Tocantins	0,004
Maranhão	0,003
Piauí	0,006
Ceará	0,014
Rio Grande do Norte	0,012
Paraíba	0,015
Pernambuco	0,010
Alagoas	0,008
Sergipe	0,008
Bahia	0,005
Minas Gerais	0,024
Espírito Santo	0,006
Rio de Janeiro	0,007
São Paulo	0,055
Paraná	0,038
Santa Catarina	0,022
Rio Grande do Sul	0,012
Mato Grosso do Sul	0,018
Mato Grosso	0,015
Goiás	0,048
DF	0,069

Fonte: IBGE (2006).

5.2.2 Rebanho Leiteiro

Ambas as referências, IBGE e ANULPEC, possuem o quantitativo de bovino leiteiro e a produção de leite por região. Dessa forma, para categorização do rebanho leiteiro, a população de vacas ordenhadas foi dividida em vacas de baixa produção e de alta produção (ASSIS *et al.*, 2005). Nessa classificação os sistemas intensivos de produção têm produção acima de 2.000 litros por vaca ordenhada por ano. O intensivo a pasto corresponde a produções entre 2.000 a 3.000 litros e o intensivo confinado acima de 3.000 litros. Desse modo, agruparam-se os sistemas intensivos como animais de alta produção e os sistemas extensivos e semiextensivos em baixa produção, sendo possível obter esses dados para as duas fontes.

Entretanto, é importante destacar que os dados da série histórica das vacas ordenhadas, divulgados pelo ANUALPEC, começavam a partir de 1995. Dessa forma, para se obter os valores referentes ao

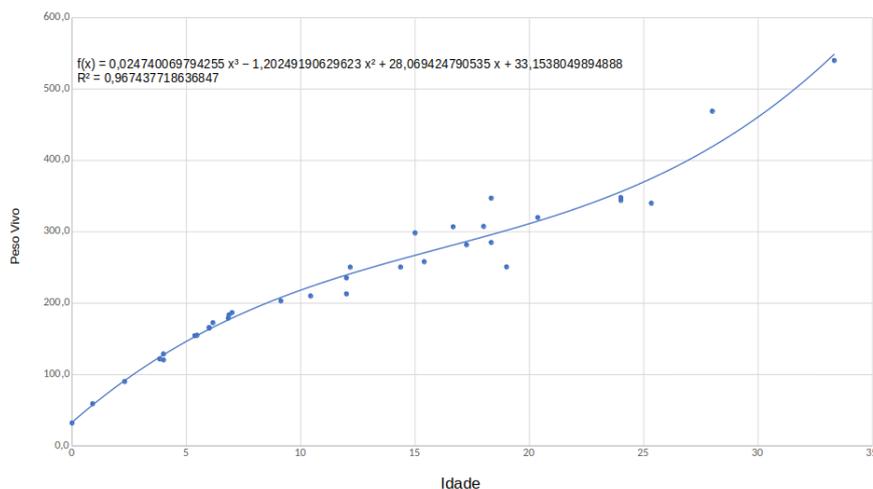
período de 1990 a 1995, foi necessário realizar uma regressão linear, como demonstrado na Tabela 27.

Tabela 27. Regressão Linear da série histórica do rebanho leiteiro no Brasil (1990-2016).

UF	Regressão Linear (equação)	R
Rondônia	$f(x) = 26435x + 71221$	0,93
Acre	$f(x) = 7988,7x - 5937,40$	0,89
Amazonas	$f(x) = 2255x + 33252$	0,68
Roraima	$f(x) = 1186,6x + 32425$	0,93
Pará	$f(x) = 8837,9x + 287080$	0,77
Amapá	$f(x) = 210,28x + 1085$	0,42
Tocantins	$f(x) = 8821,7x + 155973$	0,87
Maranhão	$f(x) = 7186,1x + 291411$	0,91
Piauí	$f(x) = -3068,5x + 204090$	0,77
Ceará	$f(x) = -3985,7x + 291286$	0,66
Rio Grande do Norte	$f(x) = -116,2x + 111384$	0,7
Paraíba	$f(x) = -1512,7x + 173009$	0,41
Pernambuco	$f(x) = 5201,6x + 128621$	0,84
Alagoas	$f(x) = 588,82x + 102330$	0,6
Sergipe	$f(x) = 3078,2x + 71205$	0,82
Bahia	$f(x) = 15977x + 716573$	0,84
Minas Gerais	$f(x) = -26750x + 4000000$	0,4
Espírito Santo	$f(x) = 850,24x + 187555$	0,6
Rio de Janeiro	$f(x) = -653,25x + 297401$	0,62
São Paulo	$f(x) = -28861x + 2000000$	0,78
Paraná	$f(x) = 20384x + 1000000$	0,73
Santa Catarina	$f(x) = 36816x + 210272$	0,87
Rio Grande do Sul	$f(x) = -20120x + 1000000$	0,53
Mato Grosso do Sul	$f(x) = -6867,6x + 997428$	0,45
Mato Grosso	$f(x) = 14323x + 379263$	0,67
Goiás	$f(x) = 43331x + 1000000$	0,75
Distrito Federal	$f(x) = 26,263x + 11995$	0,52

Peso de um animal típico por categoria (TAM)

Para o cálculo da incerteza do peso vivo por categoria, inicialmente pensou-se em utilizar a curva de peso vivo por faixa etária dos bovinos (Figura 17), elaborada através de consultas de diversos estudos nacionais e internacionais. Entretanto, ela acarretava uma incerteza muito alta (> 400%) para os dados de atividade. Dessa forma, optou-se por dividir os dados de peso vivo dos estudos em faixas etárias de 6, 18 e 36 meses, calculando-se uma incerteza de peso para cada faixa etária utilizando-se a média e o desvio-padrão e não o intervalo da curva.

Figura 16. Curva Peso vivo vs. Idade para estimar o peso vivo animal.


Taxa de excreção diária de N (Nrate(T))

A taxa de excreção diária de N dos bovinos utilizada teve como base uma revisão bibliográfica usada no cálculo das Emissões de N₂O da Agropecuária. Os dados utilizados foram organizados e podem ser observados na Tabela 28.

Tabela 28. Excreção de nitrogênio por quilo de peso vivo de bovinos no Brasil.

Sexo	Raça	Nrate (gN/kg)	Local	Peso	Referência
Machos e fêmeas	Nelore	0,18	Viçosa, MG	268,5	Veras <i>et al.</i> 2007
Machos e fêmeas	Nelore	0,19	Viçosa, MG	268,5	Veras <i>et al.</i> 2007
Machos e fêmeas	Nelore	0,23	Viçosa, MG	268,5	Veras <i>et al.</i> 2007
Machos e fêmeas	Nelore	0,30	Viçosa, MG	268,5	Veras <i>et al.</i> 2007
Novilha	Nelore	0,14	Viçosa, MG	248	Batista <i>et al.</i> 2016
Novilha	Nelore	0,31	Viçosa, MG	248	Batista <i>et al.</i> 2016
Novilhos	Holstein-Zebu	0,36	Viçosa, MG	272	Souza <i>et al.</i> 2014
Novilhos	Holstein-Zebu	0,37	Viçosa, MG	272	Souza <i>et al.</i> 2014
Novilhos	Holstein-Zebu	0,41	Viçosa, MG	272	Souza <i>et al.</i> 2014
Novilhos	Holstein-Zebu	0,40	Viçosa, MG	272	Souza <i>et al.</i> 2014
Novilhos	Holstein-Zebu	0,43	Viçosa, MG	272	Souza <i>et al.</i> 2014
Novilhos	Nelore	0,27	Viçosa, MG	227	Rufino <i>et al.</i> 2016
Novilhos	Nelore	0,37	Viçosa, MG	227	Rufino <i>et al.</i> 2016
Novilhos	Nelore	0,33	Viçosa, MG	227	Rufino <i>et al.</i> 2016
Novilhos	Nelore	0,35	Viçosa, MG	227	Rufino <i>et al.</i> 2016
Novilhos	Nelore	0,18	Viçosa, MG	420	Oliveira Jr <i>et al.</i> , 2004
Novilhos	Nelore	0,19	Viçosa, MG	420	Oliveira Jr <i>et al.</i> , 2004
Novilhos	Nelore	0,25	Viçosa, MG	420	Oliveira Jr <i>et al.</i> , 2004
Novilhas	Nelore	0,22	Viçosa, MG	407,5	Granda <i>et al.</i>

Novilhas	Holstein	0,23	Viçosa, MG	359,5	Granda <i>et al.</i>
Bois	Nelore	0,26	Viçosa, MG	418	Benedetti <i>et al.</i> 2014
Bois	Nelore	0,38	Viçosa, MG	418	Benedetti <i>et al.</i> 2014
Bois	Nelore	0,26	Viçosa, MG	418	Benedetti <i>et al.</i> 2014
Bois	Nelore	0,23	Viçosa, MG	418	Benedetti <i>et al.</i> 2014
Bois	Nelore	0,27	Viçosa, MG	418	Benedetti <i>et al.</i> 2014
Bois	Nelore	0,28	Viçosa, MG	418	Benedetti <i>et al.</i> 2014
Novilhos	Zebus	0,15	Viçosa, MG	282,6	Valadares <i>et al.</i> 1997b
Novilhos	Zebus	0,20	Viçosa, MG	282,6	Valadares <i>et al.</i> 1997a
Novilhos	Zebus	0,25	Viçosa, MG	282,6	Valadares <i>et al.</i> 1997b
Novilhos	Zebus	0,34	Viçosa, MG	282,6	Valadares <i>et al.</i> 1997b
Bois	Holandês x Zebu	0,20	Capinópolis, MG	487	Cavalcante <i>et al.</i> 2006
Bois	Holandês x Zebu	0,22	Capinópolis, MG	487	Cavalcante <i>et al.</i> 2006
Bois	Holandês x Zebu	0,23	Capinópolis, MG	487	Cavalcante <i>et al.</i> 2006
Bois	Holandês x Zebu	0,27	Capinópolis, MG	487	Cavalcante <i>et al.</i> 2006
Bois	5/8 Holandês x zebu	0,13	Recife, PE	461,19	Pereira <i>et al.</i> 2007
Bois	5/8 Holandês x zebu	0,21	Recife, PE	461,19	Pereira <i>et al.</i> 2007
Bois	5/8 Holandês x zebu	0,29	Recife, PE	461,19	Pereira <i>et al.</i> 2007
Bois	5/8 Holandês x zebu	0,35	Recife, PE	461,19	Pereira <i>et al.</i> 2007
Novilhos	Zebus	0,22	Viçosa, MG	340	Ribeiro <i>et al.</i> 2001
Novilhos	Zebus	0,24	Viçosa, MG	340	Ribeiro <i>et al.</i> 2001
Novilhos	Zebus	0,23	Viçosa, MG	340	Ribeiro <i>et al.</i> 2001
Novilhos	Zebus	0,19	Viçosa, MG	340	Ribeiro <i>et al.</i> 2001
Novilhos	Holandês-Zebu	0,23	TM, UFV CEPET, Mg	364	Pereira <i>et al.</i> 2007
Novilhos	Holandês-Zebu	0,25	TM, UFV CEPET, Mg	364	Pereira <i>et al.</i> 2007
Novilhos	Holandês-Zebu	0,25	TM, UFV CEPET, Mg	364	Pereira <i>et al.</i> 2007
Novilhos	Holandês-Zebu	0,22	TM, UFV CEPET, Mg	364	Pereira <i>et al.</i> 2007
Novilhos	Holandês-Zebu	0,27	Viçosa, MG	335	Costa <i>et al.</i> , 2011
Novilhos	Holandês-Zebu	0,31	Viçosa, MG	335	Costa <i>et al.</i> , 2011
Novilhos	Holandês-Zebu	0,29	Viçosa, MG	335	Costa <i>et al.</i> , 2011
Novilhos	Holandês-Zebu	0,27	Viçosa, MG	335	Costa <i>et al.</i> , 2011
Novilhos	Holandês-Zebu	0,31	Viçosa, MG	335	Costa <i>et al.</i> , 2011

A partir dessas referências foi possível calcular a incerteza da taxa diária de excreção de N por quilo de peso vivo. A combinação dessa incerteza com as outras descritas nos tópicos anteriores possibilitou a quantificação das incertezas do dado de atividade das emissões diretas de N₂O por dejetos de bovinos depositados em pastagem.

Fator de emissão N₂O

O fator de emissão se refere à proporção do N de determinada fonte que se converte em N₂O ao longo de 1 ano. A Guia do IPCC traz fatores de emissão *default* (IPCC, 2006), no caso de não serem disponíveis no país inventariante. No Brasil, ainda não é possível estipular claramente esses fatores para diversas fontes em função dos poucos estudos disponíveis (MEURER *et al.*, 2016). Uma exceção a isso são os fatores de emissão de N₂O para fezes e urina de bovinos, que, mesmo não havendo

ainda um número tão elevado de estudos sob as condições brasileiras, foi possível considerar estudos realizados no país (BASTOS *et al.*, 2018).

A partir da ordenação dos fatores, como pode ser observado na Tabela 29, foi possível calcular a incerteza.

Tabela 29. Fatores de emissão de N₂O de urina e fezes de bovinos.

Fator de Emissão (%)				
Urina	Fezes	Local	Rebanho	Referência
0,74	0,08	Eldorado do Sul (RS)	Gado de corte	Schirmann (2016)
0,26	0,15	Pinhais (PR)	Gado de Leite	Sordi <i>et al.</i> (2014)
0,57	0,11	Pinhais (PR)	Gado de Leite	Pergher (2014)
0,3	0,11	Pinhais (PR)	Gado de Leite	Simon (2015)
1,2	0,01	Santo Antônio de Goiás (GO)	Gado de corte	Lessa <i>et al.</i> (2014)
0,2	-	Piracicaba (SP)	Gado de corte	Barneze <i>et al.</i> (2014)

Demais fontes de N₂O

Para as demais fontes, utilizaram-se dados da FAO (FaosStat) para fertilizantes, Anualpec para rebanhos, CONAB para culturas agrícolas como segunda fonte de dados para o cálculo das incertezas. É importante mencionar que essas outras bases de dados não cobrem todo o período do inventário (1990 a 2016), tendo sido feita extrapolação da incerteza média encontrada para o período de 5 anos mais próximos. Para os fatores de conversão, utilizaram-se as incertezas dos dados levantados de estudos relatados no inventário ou valores *default* do IPCC 2006. Para os fatores de emissão de N₂O, optou-se por utilizar os valores de incerteza *default* do IPCC 2006.

A Guia Metodológica do IPCC 2006 descreve a metodologia de combinação de incertezas de dados usados em fórmulas que envolvem adição e subtração, e para aquelas que incluem multiplicação ou divisão para os cálculos de quantidades de N para as diferentes fontes de N₂O.

5.3 Resultados

As incertezas foram calculadas para os anos de 1995, 2000, 2005, 2010 e 2016, cujos dados de emissão também são mostrados nas Tabelas 30 a 34.

Tabela 30. Emissões em equivalentes de CO₂ e incertezas estimadas para o ano de 1995, por categoria de emissão, do subsetor Solos Manejados.

Categoria IPCC		Emissões do ano-base (1990)	Emissões do ano (1995)	Incerteza dos dados de atividade	Incerteza do fator de emissão
		Gg CO ₂ eq	Gg CO ₂ eq	%	%
3.D	Solos Manejados	83.281,5	94.302,0	-	-
3.D.1	Emissões Diretas	67.483,9	74.623,2	-	-
3.D.1.a	Fertilizantes sintéticos	3.636,3	5.301,0		
3.D.1.a.i	Ureia	1.726,7	2.523,4	9	- 30 a +300
3.D.1.a.ii	Outros	1.909,6	2.777,6		- 30 a +300
3.D.1.b	Adubos Orgânicos	2.396,3	2.948,1		
3.D.1.b.i	Estercos	1.686,4	1.987,1	54	- 30 a +300
3.D.1.b.ii	Vinhaça	151,9	161,2	31	- 30 a +300
3.D.1.b.iii	Torta de Filtro	651,0	802,9	N.A.	- 30 a +300
3.D.1.b.iv	Lodo de Esgoto ¹⁰	N.A.	N.A.		N.A.
3.D.1.c	Deposição de Dejetos	42.187,9	45.554,5		
3.D.1.c.i	Bovinos	27.487,7	30.094,8	50	- 30 a +300
3.D.1.c.ii	Outros	14.700,2	15.462,8		- 30 a +300
3.D.1.d	Resíduos Agrícolas	14.504,9	16.095,2		
3.D.1.d.i	Soja	1.776,3	2.290,9	26	- 30 a +300
3.D.1.d.ii	Milho	1.339,2	2.272,3	50	- 30 a +300
3.D.1.d.iii	Cana-de-Açúcar	356,5	412,3	50	- 30 a +300
3.D.1.d.iv	Arroz	396,8	598,3	86	- 30 a +300
3.D.1.d.v	Feijão	285,2	375,1	40	- 30 a +300
3.D.1.d.vi	Mandioca	306,9	319,3	62	- 30 a +300
3.D.1.d.vii	Trigo	142,6	71,3	85	- 30 a +300
3.D.1.d.viii	Pastagens	9.076,8	9.076,8	50	- 30 a +300
3.D.1.d.ix	Outras	827,7	675,8	61	- 30 a +300
3.D.1.e	Mineralização de N Associada a Perda de C do Solo	2.988,4	2.988,4	40	- 30 a +300
3.D.1.f	Manejo de Solos Orgânicos	1.680,2	1.732,9		- 30 a +300
3.D.2	Emissões Indiretas	15.794,5	19.678,8	84 a 260	
3.D.2.a	Deposição Atmosférica	6.968,8	7.867,8	86 a 278	- 20 a +500
3.D.2.b	Lixiviação/Esc. Superficial	8.807,1	11.814,1	25	- 7 a +330
3.G.	Calagem	9.141,0	5.845,0	10	10
3.H.	Aplicação de Ureia	631,0	920,0	10	50

As incertezas de dados de atividades em 1995 variaram entre as diferentes fontes, sendo menores naquelas categorias menos diversas, cujas quantidades são medidas diretamente, e são independentes de condições edafoclimáticas, como os fertilizantes nitrogenados. Isso se repete para os demais anos da série histórica.

¹⁰ O IPCC 2006 recomenda a contabilização das emissões relacionadas com a aplicação de lodo de esgoto no solo. No Brasil esse uso ainda é incipiente, dessa maneira essa fonte de emissão não foi considerada.

Tabela 31. Emissões em equivalentes de CO₂ e incertezas estimadas para o ano de 2000, por categoria de emissão, do subsetor Solos Manejados.

Categoria IPCC		Emissões do ano-base (1990)	Emissões do ano (2000)	Incerteza dos dados de atividade	Incerteza do fator de emissão
		Gg CO ₂ eq	Gg CO ₂ eq	%	%
3.D	Solos Manejados	83.281,5	99.891,3	-	-
3.D.1	Emissões Diretas	67.483,9	78.690,4	-	-
3.D.1.a	Fertilizantes Sintéticos	3.636,3	7.908,1		
3.D.1.a.i	Ureia	1.726,7	3.372,8	10	- 30 a +300
3.D.1.a.ii	Outros	1.909,6	4.535,3	9	- 30 a +300
3.D.1.b	Adbos Orgânicos	2.396,3	3.143,4		
3.D.1.b.i	Estercos	1.686,4	2.024,3	43	- 30 a +300
3.D.1.b.ii	Vinhaça	151,9	164,3	54	- 30 a +300
3.D.1.b.iii	Torta de Filtro	651,0	954,8	31	- 30 a +300
3.D.1.b.iv	Lodo de Esgoto ¹¹	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
3.D.1.c	Deposição de Dejetos	42.187,9	45.914,1		
3.D.1.c.i	Bovinos	27.487,7	32.736,0	98	- 30 a +300
3.D.1.c.ii	Outros	14.700,2	13.178,1	50	- 30 a +300
3.D.1.d	Resíduos Agrícolas	14.504,9	16.941,5		
3.D.1.d.i	Soja	1.776,3	2.929,5	20	- 30 a +300
3.D.1.d.ii	Milho	1.339,2	2.024,3	26	- 30 a +300
3.D.1.d.iii	Cana-de-Açúcar	356,5	753,3	50	- 30 a +300
3.D.1.d.iv	Arroz	396,8	595,2	50	- 30 a +300
3.D.1.d.v	Feijão	285,2	390,6	86	- 30 a +300
3.D.1.d.vi	Mandioca	306,9	288,3	40	- 30 a +300
3.D.1.d.vii	Trigo	142,6	80,6	62	- 30 a +300
3.D.1.d.viii	Pastagens	9.076,8	9.076,8	85	- 30 a +300
3.D.1.d.ix	Outras	827,7	802,9	50	- 30 a +300
3.D.1.e	Mineralização de N Associada a Perda de C do Solo	2.988,4	2.988,4	61	- 30 a +300
3.D.1.f	Manejo de Solos Orgânicos	1.680,2	1.791,8	33	- 30 a +300
3.D.2	Emissões Indiretas	15.794,5	21.200,9		
3.D.2.a	Deposição Atmosférica	6.968,8	8.370,0	-22 a +218	- 20 a +500
3.D.2.b	Lixiviação/Esc. Superficial	8.807,1	12.830,9	-22 a +173	- 7 a +330
3.G.	Calagem	9.141,0	9.444,0	25	10
3.H.	Aplicação de Ureia	631,0	1.201,0	10	50

¹¹ O IPCC 2006 recomenda a contabilização das emissões relacionadas com a aplicação de lodo de esgoto no solo. No Brasil esse uso ainda é incipiente e dessa maneira essa fonte de emissão não foi considerada.

Tabela 32. Emissões em equivalentes de CO₂ e incertezas estimadas para o ano de 2005, por categoria de emissão, do subsetor Solos Manejados.

Categoria IPCC		Emissões do ano-base (1990)	Emissões do ano (2005)	Incerteza dos dados de atividade	Incerteza do fator de emissão
		Gg CO ₂ eq	Gg CO ₂ eq	%	%
3.D	Solos Manejados	83.281,5	129.921,0	-	-
3.D.1	Emissões Diretas	67.483,9	102.436,4	-	-
3.D.1.a	Fertilizantes Sintéticos	3.636,3	10.484,2		
3.D.1.a.i	Ureia	1.726,7	5.375,4	9	- 30 a +300
3.D.1.a.ii	Outros	1.909,6	5.108,8	80	- 30 a +300
3.D.1.b	Adbos Orgânicos	2.396,3	3.782,0	39	
3.D.1.b.i	Estercos	1.686,4	2.374,6	54	- 30 a +300
3.D.1.b.ii	Vinhaça	151,9	195,3	31	- 30 a +300
3.D.1.b.iii	Torta de Filtro	651,0	1.212,1	N.A.	- 30 a +300
3.D.1.b.iv	Lodo de Esgoto ¹²	N.A.	N.A.		N.A.
3.D.1.c	Deposição de Dejetos	42.187,9	55.387,7		
3.D.1.c.i	Bovinos	27.487,7	40.548,0	50	- 30 a +300
3.D.1.c.ii	Outros	14.700,2	14.839,7		- 30 a +300
3.D.1.d	Resíduos Agrícolas	14.504,9	22.301,4	20	
3.D.1.d.i	Soja	1.776,3	4.566,3	26	- 30 a +300
3.D.1.d.ii	Milho	1.339,2	2.201,0	50	- 30 a +300
3.D.1.d.iii	Cana-de-Açúcar	356,5	976,5	50	- 30 a +300
3.D.1.d.iv	Arroz	396,8	703,7	86	- 30 a +300
3.D.1.d.v	Feijão	285,2	387,5	40	- 30 a +300
3.D.1.d.vi	Mandioca	306,9	325,5	62	- 30 a +300
3.D.1.d.vii	Trigo	142,6	217,0	85	- 30 a +300
3.D.1.d.viii	Pastagens	9.076,8	11.584,7	50	- 30 a +300
3.D.1.d.ix	Outras	827,7	1.339,2	61	- 30 a +300
3.D.1.e	Mineralização de N Associada a Perda de C do Solo	2.988,4	8.627,3	23	- 30 a +300
3.D.1.f	Manejo de Solos Orgânicos	1.680,2	1.853,8		- 30 a +300
3.D.2	Emissões Indiretas	15.794,5	27.484,6	-22 a +217	
3.D.2.a	Deposição Atmosférica	6.968,8	10.422,2	-27 a +163	- 20 a +500
3.D.2.b	Lixiviação/Esc. Superficial	8.807,1	17.062,4	25	- 7 a +330
3.G.	Calagem	9.141,0	8.097,0	10	10
3.H.	Aplicação de Ureia	631,0	1.878,0	10	50

¹² O IPCC 2006 recomenda a contabilização das emissões relacionadas com a aplicação de lodo de esgoto no solo. No Brasil esse uso ainda é incipiente e dessa maneira essa fonte de emissão não foi considerada.

Tabela 33. Emissões em equivalentes de CO₂ e incertezas estimadas para o ano de 2010, por categoria de emissão, do subsetor Solos Manejados.

Categoria IPCC		Emissões do ano-base (1990)	Emissões do ano (2010)	Incerteza dos dados de atividade	Incerteza do fator de emissão
		Gg CO ₂ eq	Gg CO ₂ eq	%	%
3.D	Solos Manejados	83.281,5	143.043,3	-	-
3.D.1	Emissões Diretas	67.483,9	112.951,6	-	-
3.D.1.a	Fertilizantes Sintéticos	3.636,3	13.655,5		
3.D.1.a.i	Ureia	1.726,7	6.940,9	7	- 30 a +300
3.D.1.a.ii	Outros	1.909,6	6.717,7	8	- 30 a +300
3.D.1.b	Adbos Orgânicos	2.396,3	5.015,8		
3.D.1.b.i	Estercos	1.686,4	2.917,1	43	- 30 a +300
3.D.1.b.ii	Vinhaça	151,9	325,5	55	- 30 a +300
3.D.1.b.iii	Torta de Filtro	651,0	1.776,3	31	- 30 a +300
3.D.1.b.iv	Lodo de Esgoto ¹³	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
3.D.1.c	Deposição de Dejetos	42.187,9	57.207,4		
3.D.1.c.i	Bovinos	27.487,7	41.288,9	98	- 30 a +300
3.D.1.c.ii	Outros	14.700,2	15.915,4	50	- 30 a +300
3.D.1.d	Resíduos Agrícolas	14.504,9	27.066,1		
3.D.1.d.i	Soja	1.776,3	6.134,9	20	- 30 a +300
3.D.1.d.ii	Milho	1.339,2	3.468,9	50	- 30 a +300
3.D.1.d.iii	Cana-de-Açúcar	356,5	3.193,0	50	- 30 a +300
3.D.1.d.iv	Arroz	396,8	598,3	86	- 30 a +300
3.D.1.d.v	Feijão	285,2	403,0	40	- 30 a +300
3.D.1.d.vi	Mandioca	306,9	313,1	62	- 30 a +300
3.D.1.d.vii	Trigo	142,6	288,3	85	- 30 a +300
3.D.1.d.viii	Pastagens	9.076,8	11.584,7	50	- 30 a +300
3.D.1.d.ix	Outras	827,7	1.075,7	50	- 30 a +300
3.D.1.e	Mineralização de N Associada a Perda de C do Solo	2.988,4	8.122,0	61	- 30 a +300
3.D.1.f	Manejo de Solos Orgânicos	1.680,2	1.884,8	31	- 30 a +300
3.D.2	Emissões Indiretas	15.794,5	30.091,7		
3.D.2.a	Deposição Atmosférica	6.968,8	11.516,5	-22 a +210	- 20 a +500
3.D.2.b	Lixiviação/Esc. Superficial	8.807,1	18.575,2	-21 a +157	- 7 a +330
3.G.	Calagem	9.141,0	11.292,0	25	10
3.H.	Aplicação de Ureia	631,0	2.406,0	10	50

¹³ O IPCC 2006 recomenda a contabilização das emissões relacionadas com a aplicação de lodo de esgoto no solo. No Brasil esse uso ainda é incipiente e dessa maneira essa fonte de emissão não foi considerada.

Tabela 34. Emissões em equivalentes de CO₂ e incertezas estimadas para o ano de 2016, por categoria de emissão, do subsetor Solos Manejados.

Categoria IPCC		Emissões do ano-base (1990)	Emissões do ano (2016)	Incerteza dos dados de atividade	Incerteza do fator de emissão
		Gg CO ₂ eq	Gg CO ₂ eq	%	%
3.D	Solos Manejados	83.281,5	163.270,8	-	-
3.D.1	Emissões Diretas	67.483,9	126.684,6	-	-
3.D.1.a	Fertilizantes Sintéticos	3.636,3	21.018,0		
3.D.1.a.i	Ureia	1.726,7	11.370,8	10	- 30 a +300
3.D.1.a.ii	Outros	1.909,6	9.647,2	9	- 30 a +300
3.D.1.b	Adbos Orgânicos	2.396,3	5.335,1		
3.D.1.b.i	Estercos	1.686,4	2.969,8	39	- 30 a +300
3.D.1.b.ii	Vinhaça	151,9	381,3	54	- 30 a +300
3.D.1.b.iii	Torta de Filtro	651,0	1.984,0	31	- 30 a +300
3.D.1.b.iv	Lodo de Esgoto ¹⁴	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
3.D.1.c	Deposição de Dejetos	42.187,9	58.571,4	-	-
3.D.1.c.i	Bovinos	27.487,7	44.491,2	98	- 30 a +300
3.D.1.c.ii	Outros	14.700,2	14.077,1	50	- 30 a +300
3.D.1.d	Resíduos Agrícolas	14.504,9	31.654,1	-	-
3.D.1.d.i	Soja	1.776,3	8.602,5	20	- 30 a +300
3.D.1.d.ii	Milho	1.339,2	4.020,7	26	- 30 a +300
3.D.1.d.iii	Cana-de-Açúcar	356,5	4.749,2	50	- 30 a +300
3.D.1.d.iv	Arroz	396,8	567,3	50	- 30 a +300
3.D.1.d.v	Feijão	285,2	334,8	86	- 30 a +300
3.D.1.d.vi	Mandioca	306,9	263,5	40	- 30 a +300
3.D.1.d.vii	Trigo	142,6	319,3	62	- 30 a +300
3.D.1.d.viii	Pastagens	9.076,8	11.584,7	85	- 30 a +300
3.D.1.d.ix	Outras	827,7	1.212,1	50	- 30 a +300
3.D.1.e	Mineralização de N Associada a Perda de C do Solo	2.988,4	8.122,0	20	- 30 a +300
3.D.1.f	Manejo de Solos Orgânicos	1.680,2	1.984,0	31	- 30 a +300
3.D.2	Emissões Indiretas	15.794,5	36.586,2	-	-
3.D.2.a	Deposição Atmosférica	6.968,8	13.373,4	-63 a +211	- 20 a +500
3.D.2.b	Lixiviação/Esc. Superficial	8.807,1	23.212,8	-41 a +155	- 7 a +330
3.G.	Calagem	9.141,0	15.844,0	25	10
3.H.	Aplicação de Ureia	631,0	3.888,0	10	50

De maneira geral, a incerteza das estimativas de dejetos de bovinos depositados diretamente em pastagens foi relativamente alta, assim como aquelas dos esterco aplicados como adubos orgânicos, por serem uma combinação de diferentes categorias dentro de cada espécie do rebanho, mas com forte influência do rebanho bovino, categoria animal mais numerosa.

Os resíduos agrícolas de origem vegetal, deixados no solo após a colheita, são estimados com base em um conjunto de parâmetros, mas que não resultaram em grande variação na incerteza final. A

¹⁴ O IPCC 2006 recomenda a contabilização das emissões relacionadas com a aplicação de lodo de esgoto no solo. No Brasil esse uso ainda é incipiente e dessa maneira essa fonte de emissão não foi considerada.

falta de informações para os diferentes anos do Inventário faz com que se assumam os mesmos valores ao longo dos anos do Inventário.

De modo geral, as incertezas associadas aos fatores de emissão têm forte influência nas estimativas de emissões de N_2O , devendo ser um objetivo para meta-análises de dados publicados e também de mais monitoramentos de campo, especialmente de categorias-chave, tais como deposição de dejetos e resíduos agrícolas, para que seja possível diminuir as incertezas nas estimativas finais de emissões de N_2O .

As emissões de CO_2 pela Calagem e Aplicação de Ureia foram estimadas segundo o *Tier 1* e apresentam incertezas relativamente baixas e mais equilibradas entre os dados de atividade e fatores de emissão.

6. Referências

- ABCS. **Produção de Suínos: Teoria e Prática**. Brasília: ABCS; Integral Soluções em Produção Animal, 2014, 908 p.
- ABRACAL - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE CALCÁRIO AGRÍCOLA. **Calcário Agrícola**. Brasil [mensagem pessoal]. Mensagem enviada por <sindcalc@terra.com.br> e recebida por <thiagorezende08@gmail.com> em 19 dez. 2018.
- AGUIAR, A. C. F.; MOURA, E. G. Crescimento e produtividade de duas cultivares de milho de alta qualidade proteica em solo de baixa fertilidade. **Bragantia**, v. 62, n. 3, p. 429-435, 2003.
- AGUIRRE, E. L.; MATTOS, E. C.; ELER, J. P.; BARRETO NETO, A. D.; FERRAZ, J. B. Estimation of genetic parameters and genetic changes for growth characteristics of Santa Ines sheep. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 3, 2016. doi: 10.4238/gmr.15038910.
- AITA, Celso; TONETTO, Felipe; GONZATTO, Rogerio; PUJOL, Stafen Barbosa; SCHIRMANN, Janquieli; DEPOI, Juliano dos Santos; MEZZALIRA, Ana Paula; HOCHSCHEID, Matheus; ZIRBES, Emerson; GIACOMINI, Sandro José. Nitrous Oxide Emissions in a Wheat/Corn Succession Combining Dairy Slurry and Urea as Nitrogen Sources. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 42, e0170138, 14 p., 2018.
- ALIJARO URIBE, A. Cosecha y procesamiento de ajos. Santiago: instituto de *Investigaciones Agropecuárias*, 41 p., 1989. In: LUENGO, Rita de Fátima Alves; SOBRINHO, João Alves Menezes; SILVA, José Luiz Oliveira. Chochamento do alho “amarante” durante o armazenamento em função da época de colheita. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 31, n. 8, p. 581-584, ago. 1996.
- ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. The success of BNF in soybean in Brazil. **Plant and Soil.**, v. 252, p. 1-9, 2003.
- ALVES, B. J. R.; CARVALHO, A. M. JANTALIA, C. P.; MADARII, B. E.; URQUIAGA, S.; SANTOS, J. C. F.; SANTOS, H. P.; CARVALHO, C. J. R. Emissões de óxido nitroso e óxido nítrico do solo em sistemas agrícolas. In: **Estoques de carbono e emissões de gases de efeito estufa na agropecuária brasileira**. Brasília: Embrapa, 2012. p. 159-191.
- ALVES, B. J. R.; JANTALIA, C. P.; MADARI, B. E.; MACHADO, P. L. O. A.; FRANCHINI, J. C.; SANTOS, H. P.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. **Emissões de óxido nitroso de solos pelo uso de fertilizantes nitrogenados em áreas agrícolas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia (Embrapa Agrobiologia, Comunicado Técnico, 126), 2010. 6 p.
- ALVES, B. J. R.; ZOTARELLI, L.; FERNANDES, F. M.; HECKLER, J. C.; MACEDO, R. A. T. de; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; URQUIAGA, S. Fixação biológica de nitrogênio e fertilizantes nitrogenados

no balanço de nitrogênio em soja, milho e algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 449-456, 2006.

AMORIM, A. C. **Caracterização dos dejetos de caprinos: reciclagem energética e de nutrientes**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2002. 108 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista, 2002.

ANDA. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 1990-2016**. São Paulo: ANDA, 2018.

ANDRIOLO, J. L.; BISOGNIN, D. A.; PAULA, A. L.; PAULA, F. L. M.; GODOI, R. S.; BARROS, G. T. Curva crítica de diluição de nitrogênio da cultivar Asterix de batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 1179-1184, 2006.

ANDRIOLO, Jerônimo Luiz; FALCÃO, Leoni Ludke. Efeito da poda de folhas sobre a acumulação de matéria seca e sua repartição para os frutos do tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 75-83, 2000.

ANGNES, Graciele. **Emissão de gases no processo de compostagem de dejetos suínos**. Dissertação (mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 135 p., 2012.

ANGNES, Graciele. **Emissão de gases no processo de compostagem de dejetos suínos**. Dissertação (mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 135 p., 2012.

ANVISA. **Malva** *Malvae* *Molium*. Disponível em: www.anvisa.gov.br/hotsite/farmacopeiabrasileira/arquivos/cp_240509/malva%20_final_.pdf. Acesso em: 6 ago. 2018.

AQUINO, R. S.; LEMOS, C. G.; ALENCAR, C. A.; SILVA, E. G.; SILVA LIMA, R.; GOMES, J. A. F.; SILVA, A. F. A realidade da caprinocultura e ovinocultura no semiárido brasileiro: um retrato do sertão do Araripe, Pernambuco. **Pubvet**, v. 10, p. 271-281, 2016.

ARAÚJO, A. M. de; BARROS, N. N.; SILVA, F. L. R. Peso e ganho de peso em crias Anglo-Nubiano, Pardo Alpina e Saanen na fase de aleitamento em Sobral, Ceará. **Revista Científica de Produção Animal**, Teresina, v. 1, n. 2, p. 131-138, 1999.

ARAÚJO, Ademir Sérgio Ferreira de; TEIXEIRA, Gleuber Mariano; CAMPOS, Antônio Xavier de; SILVA, Flávia Carvalho; AMBROSANO, Edmilson José; TRIVELIN, Paulo Cesar Ocheuze. Utilização de nitrogênio pelo trigo cultivado em solo fertilizado com adubo verde (*croatalaria juncea*) e/ou ureia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 284-289, 2005.

ARAÚJO, E.; DORNELAS, G. V.; LIMA, A. A.; BRUNO, R. L. A.; OLIVEIRA FILHO, J. J. Avaliação da qualidade de sementes usadas para plantio no Estado da Paraíba. II - Feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris* L.), feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), e fava (*Phaseolus lunatus*, L.). **Agropecuária Técnica**, v. 4, p. 34-51, 1983.

ARAÚJO, E. S. **Estimativa da quantidade de N acumulada pelo sistema radicular da soja e sua importância para o balanço de N do solo**. Dissertação (Agronomia - Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2004, 90 p.

ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, L. C.; STRIEDER, M. L.; Forsthofer, E. L.; SUHRE, E. Potencial de rendimento de grãos de milho em dois ambientes e cinco sistemas de produção. **Scientia Agraria**, v. 4, n. 1-2, p. 27-34, 2003.

ASSIS, A. G.; STOCK, L. A.; CAMPOS, O. F.; GOMES, A. T.; ZOCCAL, R.; SILVA, M. R. Sistemas de produção de leite no Brasil. **Circular Técnica**, v. 85, p. 1-5, dez. 2005.

BASTOS, D. F. **Emissão direta de N₂O da urina e fezes de bovinos e ovinos em sistemas pecuários do Sul do Brasil**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018. 115 p. Tese (doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.

BERNARDINHO, C. A. R.; MAHLER, C. F.; VELOSO, M. C. C.; ROMEIRO, G. A.; SCHROEDER, P. Torta de Filtro, Resíduo da Indústria Sucroalcooleira - Uma Avaliação por Pirólise Lenta. **Revista Virtual Química**, Niterói, v. 10, n. 3, 2018.

BODDEY, R. M.; MACEDO, R.; TARRÉ, R. M.; FERREIRA, E.; OLIVEIRA, O. C. de; REZENDE, C. de P.; CANTARUTTI, R. B.; PEREIRA, J. M.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Nitrogen cycling in Brachiaria pastures: the key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 103, n. 2, p. 389-403, 2004.

BONASSA, G.; SCHNEIDER, L. T.; FRIGO, K. D. A.; FRIGO, E. P. Subprodutos gerados na produção de bioetanol: Bagaço, torta de filtro, água de lavagem e palhagem. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 4, p. 144-166, 2015.

BORDIN, Ivan; NEVES, Carmen Silvia Janeiro; MEDINA, Cristiane de Conti; SANTOS, Julio Cezar Frachini dos; TORRES, Eleno; URQUIAGA, Segundo. Matéria seca, carbono e nitrogênio de raízes de soja e milho em plantio direto e convencional. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1785-1792, 2008.

BOTREL, Neide; OLIVEIRA, Valter Rodrigues. Cultivares de cebola e alho para processamento. **Hortic. Bras.**, Salvador, v. 30, n. 2, p. S8420-S8434, jul. 2012.

CANCELLIER, Eduardo Lopes; SILVA, Douglas Ramos Guelfi; FAQUIN, Valdemar; GONÇALVES, Bruno de Almeida; CANCELLIER, Leandro Lopes; SPEHAR, Carlos Roberto. Ammonia volatilization from enhanced-efficiency urea on no-till maize in brazilian cerrado with improved soil fertility. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 40, n. 2, p. 133-144, Abr. 2016. Disponível em: www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141370542016000200133&lng=en&nrm=iso.

Acesso em: 18 mar. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-70542016402031115>.

CANTARELLA, H.; MATTOS JR., D.; QUAGGIO, J. A.; RIGOLIN, A. T. Fruit yield of Valencia sweet orange fertilized with different N sources and the loss of applied N. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 67, p. 215-223, 2003.

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; CONTIN, T. L. M.; DIAS, F. L. F.; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBRA, R. B.; QUAGGIO, J. A. Ammonia volatilization from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Scientia Agricola**, v. 65, p. 397-401, 2008.

CARDOSO, Abmael da Silva. **Avaliação das emissões de gases de efeito estufa em diferentes cenários de intensificação de uso das pastagens no Brasil central**. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 81 p., 2012.

CARMO, Janaina Braga do; FILOSO, Solange; ZOTELLI, Luciana C.; NETO, Eraclito R. de Sousa A.; PITOMBO, Leonardo M.; DUARTE-NETO, Peulo J.; VARGAS, Vitor P.; ANDRADE, Cristiano A.; GAVA, Glauber J. C.; ROSSETTO, Raffaella; CANTARELLA, Heitor; NETOS, André E.; MARTINELLI, Luiz A. Infield greenhouse gas emissions from sugarcane soils in Brazil: effects from synthetic and organic fertilizer application na crop trash accumulation. **Global Change Biology Bioenergy**, v. 5, p. 267-280, 2013.

CARNEIRO, P. L. S.; MALHADO, C. H. M.; AFFONSO, P. R. A. M.; PEREIRA, D. G.; SUZART, J. C. C.; RIBEIRO JUNIOR, M.; ROCHA, J. L. Curva de crescimento em caprinos, da raça Mambrina, criados na caatinga. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, n. 3, p. 536-545, 2009.

CARVALHO, G. C.; BARBOSA, L. T.; DE OLIVEIRA, T. M.; FONSECA, F. E. Estimation of genetic parameters Santa Ines Sheep breed using single and two - trait models. **Cienc. Rural**, v. 44, p. 111-116, 2014

CARVALHO, Rafael Pelloso de; PINHO, Renzo Garcia Von; DAVIDE, Livia Maria Chamma. Eficiência de cultivares de milho na absorção e uso de nitrogênio em ambiente de casa de vegetação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2125-2136, 2012.

CARVALHO-PUPATTO, J. G.; BULL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C. Atributos químicos do solo, crescimento radicular e produtividade do arroz de acordo com a aplicação de escórias. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 12, p. 1213-1218, 2004.

CASTRO, G. PAIVA; CORREIA, F. A. **Algumas determinações físicas e químicas da fibra de rami**. Disponível em: www.scielo.br/pdf/brag/v8n1-12/08.pdf. Acesso em: 6 ago. 2018.

CBPTT. COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. Informações técnicas para a safra 2009: trigo e triticales. In: SALVADORI, J. R. *et al.* (orgs.). **Passo Fundo**: Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticales. Embrapa Trigo. Embrapa Transferência de Tecnologia. 2008. 172 p.

CENSO, CENSO AGROPECUÁRIO, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Censo Agropecuário, Pecuária, Tabela 925** - Efetivo de bovinos nos estabelecimentos agropecuários com mais de 50 cabeças em 31/12, por composição do efetivo, condição do produtor em relação às terras, finalidade da criação, grupos de atividade econômica, grupos de área de pastagem e grupos de área total. Acesso em: mar. 2019.

CHRISTOFOLETTI, Cintya Aparecida; ESCHER, Janaína Pedro; CORREIA, Jorge Evangelista; MARINHO, Julia Fernanda Urbano; FONTANETTI, Carmem Silva. **Sugarcane vinasse: Environmental implications of its use**, Waste Management, v. 33, p. 2752-2761, 2013.

COCOZZA, F. M.; CHITARRA, A. B.; PRAÇA, E. F.; MENEZES, J. B. ALVES, R. E. Absorção e Translocação de Cálcio Durante o Desenvolvimento de Melão Gália “Arava” Submetidos a Aplicações Pré-Colheita de Quelato de Cálcio e Boro. **Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.**, v. 46, p. 37-39, 2002.

CODAPAR. **Norma de identidade, qualidade, embalagem, marcação e apresentação do tabaco em folha curado**. Disponível em: www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/tabacocur_norma.pdf. Acesso em: 6 ago. 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Série histórica das safras**. Cana-de-açúcar - Indústria. Disponível em: www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras. Acesso em: 11 jul. 2018.

CORTEZ, L.; MAGALHÃES, P.; HAPPI, J. Principais subprodutos da agroindústria canavieira e sua valorização. **Revista Brasileira de Energia**, v. 2, n. 2, 1992.

COSTA JR., C.; LI, C.; CERRI, C. E. P.; CERRI, C. C. Measuring and modeling nitrous oxide and methane emissions from beef cattle feedlot manure management: First assessments under Brazilian condition. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v. 49, p. 696-711, 2014.

COSTA, C. O.; FISCHER, V.; VETROMILLA, M. A. M.; BAES, C.; MORENO, E. X. F. Comportamento Ingestivo de Vacas Jersey Confinadas durante a Fase Inicial da Lactação. **R. Bras. Zootec.**, v. 32, n. 2, p. 418-424, 2003.

COSTA, Elisane Galbe de Carvalho; SANTOS, Alberto Baêta dos; ZIMMERMANN, Francisco José Pfeilsticker. Crescimento da cultura principal e da soca de genótipos de arroz irrigado por inundação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, 2000.

COSTA, M. C. G.; VITTI, G. C.; CANTARELLA, H. Volatilização de N-NH₃ de fontes nitrogenadas em cana-de-açúcar colhida sem despalha a fogo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 27, p. 631-637, 2003.

COSTA, V. A. C.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; CARVALHO, I. P. C.; MONTEIRO, L. P. Intake and digestibility in cattle under grazing during rainy season and supplemented with different sources of nitrogenous compounds and carbohydrates. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1788-1798, 2011.

CUNHA, Mário Lúcio Pereira; Demanda de nutrientes e diagnose do estado nutricional da cultura do alho. Dissertação (Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Campus de Rio Parnaíba, Rio Parnaíba, 49 p., 2014.

CUNHA, Uemerson Silva da; CARBONARI, Jairo João; VENDRAMIM, José Djair; MARTINS, José Francisco da Silva. Associação entre teor de nitrogênio em cultivares de arroz e ataque de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (*Coleoptera: Curculionidae*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1678-1683, 2006.

CULLEN, A. C.; FREY, H. C. **Probabilistic Techniques in Exposure Assessment: A Handbook for Dealing with Variability and Uncertainty in Models and Inputs**. New York: Plenum Press, 1999.

CUSTÓDIO, Ceci Castilho; BOMFIM, Daniel Carlini; SATURNINO, Sérgio Marques; NETO, Nelson Barbosa Machado. Estresse por alumínio e por acidez em cultivares de soja. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 1, p. 145-153, 2002.

DA ROS, C. O.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Volatilização de amônia com Aplicação de Ureia na superfície do solo, no sistema plantio direto. **Ci. Rural**, v. 35, p. 799-805, 2005.

DAMASCENO, Fabiano. **Fatores de emissões de óxidos nitrosos decorrente da aplicação de vinhaça no cultivo de cana de açúcar**. Dissertação (mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 121 p., 2010.

DEMÉTRIO, C. S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O.; CAZETTA, D. A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, 2008.

DENEGA, Genuir Luis. **Fatores de emissões de óxidos nitrosos decorrente da aplicação de vinhaça no cultivo de cana de açúcar.** Dissertação (mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 93 p., 2009.

DIDONET, A. D.; LIMA, O. S.; CANDATEN, A. A.; RODRIGUES, O. Realocação de nitrogênio e biomassa para os grãos em trigo submetido a inoculação com *Azospirillum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 401-411, 2000.

DINIZ, E.; SILVA, C. L.; MUNIZ, M. B.; QUEIROGA, V. P.; BRUNO, R. L. A. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de amendoim (*Arachis hypogea L.*) armazenadas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 3, p. 61-72, 2001.

Dissertação (Ciência do solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 57 p., 2006.

DUARTE, A. P.; KIEHL, J. C.; CAMARGO, M. A. F.; RECO, P. C. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originárias de clima tropical e introduzidas de clima temperado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 3, p. 1-20, 2003.

ECHER, F. R.; DOMINATO, J. C.; CRESTE, J. E. Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 176-182, 2009.

ELIA NETO, André. **Estado da arte da vinhaça.** Piracicaba: ÚNICA - União da Indústria de Cana-de-Açúcar, 2016.

ELIA-NETO, A.; NAKAHODO, T. Caracterização físico-química da vinhaça projeto no 9500278. Relatório Técnico da Seção de Tecnologia de Tratamento de Águas do Centro de Tecnologia. Piracicaba: Coopersucar, 1995. p. 26.

EMATER-MG. **A cultura da ervilha.** Livraria Virtual, Olericultura. Disponível em: www.emater.mg.gov.br. Acesso em: 1 dez. 2009.

EMBRAPA. **Árvore do conhecimento cana-de-açúcar: Adubação - resíduos alternativos.** Disponível em: www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_39_711200516717.html. Acesso em: 7 mai. 2019 a.

EMBRAPA. **Árvore do conhecimento cana-de-açúcar: açúcar.** Disponível em: www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_109_22122006154841.html. Acesso em: 7 mai. 2019 b.

EMBRAPA Algodão. **Sistemas de Produção do Algodoeiro.** 2009. Disponível em: www.cnpa.embrapa.br.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Sistema de Produção do Sorgo**. 2009. Disponível em: www.cnpt.embrapa.br.

EMBRAPA Soja. **Sistema de Produção do Girassol**. 2009. Disponível em: www.cnpso.embrapa.br.

EMBRAPA TRIGO. **Indicações técnicas para a produção de cevada cervejeira nas safras 2009-2010**. MINELLA, E. (org.). Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009b. 100 p.

EMBRAPA TRIGO. **Sistema de Produção do Centeio**. 2009a. Disponível em: www.cnpt.embrapa.br.

FAGERIA, N. K. Resposta de cultivares de arroz à aplicação de calcário em solo de cerrado. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 19, p. 883-889, 1984.

FARIA JÚNIOR, Leilson Antônio de; CARVALHO, Janice Guedes de; PINHO, Paulo Jorge de; BASTOS, Ana Rosa Ribeiro, FERREIRA, Eric Victor Oliveira. Produção de matéria seca, teor e acúmulo de silício em cultivares de arroz sob doses de silício. **Ciênc. Agropec.**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1034-1040, 2009.

FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGER, F. L.; FERREIRA, F. A. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 90-94, mar. 2002.

FEITOSA, C. T.; NOGUEIRA, S. S.; GERIN, M. A. N.; RODRIGUES FILHO, F. S. O. Avaliação do crescimento e da utilização de nutrientes pelo amendoim. **Scientia Agricola**, v. 50, p. 427-437, 1993.

FERNANDES, Francisco Duarte; GUIMARÃES JÚNIOR, Roberto; VIEIRA, Eduardo Alano; FIALHO, Josefino de Freitas; MALAQUIAS, Juaci Vitória. Produtividade e valor nutricional da parte aérea e de raízes tuberosas de oito genótipos de mandioca. **Ver. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v. 17, n. 1, p. 1-12, 2016.

FERREIRA, J. L.; BRESOLIN, T.; LOPES, F. B.; GARCIA, J. A. S.; NEPOMUCENO, L. L.; SCHMIDT, A. B.; LOBO, R. B. Modelos de regressão aleatória para característica de crescimento em bovinos da raça Guzerá. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 18, 2017.

FIGUEIREDO, E. A. P. *et al.* **Raças e linhagens de galinhas para criações comerciais e alternativas no Brasil**. Concórdia SC: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. (Comunicado técnico). ISSN 0100-8862.

FRANÇA, L. G. F. Excreção de nitrogênio por galinhas poedeiras submetidas a diferentes temperaturas e níveis de energia metabolizável na ração. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2017. 80 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola).

FRANCISCO, JOÃO PAULO. **Fertirrigação do abacaxi cultivar vitória com vinhaça: efeitos no solo e na planta.** Dissertação (Engenharia de sistemas agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 125 p., 2014.

FURTADO, R. F.; CARNEIRO, M. S. de S.; CÂNDIDO, J. M. D.; GOMES, F. H. T.; ROGÉRIO, M. C. P.; SILVA, D. S. Balanço de nitrogênio e avaliação ruminal em ovinos machos e fêmeas alimentados com rações contendo torta de mamona sob diferentes tratamentos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, p. 3237-3247, 2014.

GAVA, G. J. C.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, M. W.; HEINRICH, R.; SILVA, M. A. Balanço do nitrogênio da ureia (15N) no sistema solo-planta na implantação da semeadura direta na cultura do milho. **Bragantia**, v. 65, p. 477-486, 2006.

GIACOMINI, Diego Antonio. **Estratégias para mitigar as emissões de NH₃, N₂O e CH₄ em compostagem automatizada de dejetos líquidos de suínos.** Tese (doutorado em Agronomia, Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 82 p. 2017.

GIACOMINI, Diego Antonio. **Estratégias para mitigar as emissões de NH₃, N₂O e CH₄ em compostagem automatizada de dejetos líquidos de suínos.** Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 82p. 2017.

GIACOMINI, Sandro José; JANTALIA, Cláudia Pozzi; AITA, Celso; URQUÍAGA, Segundo Sacramento; ALVES, Bruno José Rodrigues. Emissão de óxido nitroso com a aplicação de dejetos líquidos de suínos em solo sob plantio direto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 41, n. 11, p. 1653-1661, 2006.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22 , n. 1 , p. 93-97, jan-mar 2004.

GUIMARAES, Cleber M.; STONE, Luís F.; NEVES, Péricles de C. F. Eficiência produtiva de cultivares de arroz com divergência fenotípica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 5, 2008.

GURGEL, M. N. A. **Tecnologia para aproveitamento de resíduos da agroindústria suvoroalcooleira como biofertilizante organomineral granulado.** 114 f. Tese (doutorado em engenharia agrícola na área de concentração em águas e solos), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2012.

HIGARASHI, M. M.; NICOLOSO, R. S.; OLIVEIRA, P. A. V.; MATTEI, R. M. **Greenhouse gases emissions from deep pit stored swine manure in southern Brazil.** In: III Simposio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais e SIGER. São Pedro-SP, 2013. Brazil [online]. Disponível em: www.sbera.org.br/3sigeria/obras/pe_imp_05_MarthaHigarashi.pdf.

HOCKING, P. J. Effect of nitrogen supply on the growth, yield components and distribution of nitrogen in linola. **Journal of Plant Nutrition**, p. 257-275, 1995.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; CAMPO, R. J.; CRISPINO, C. C.; MORAES, J. Z.; SIBALDELLI, R. N. R.; MENDES, I. C.; ARIHARA, J. Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of biological N₂ fixation and N fertilizer to grain yield. **Can. J. Plant Sci.**, v. 86, p. 927-939, 2006.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas>. Acesso em: 15 jan. 2019a.

IBGE. **Pesquisa trimestral de abate de animais**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/abate/tabelas>. Acesso em: 9 set. 2019b.

IBGE. SIDRA. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 20 jul. 2018.

IBGE, Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA, Pesquisa Pecuária Municipal. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas>. Acesso em: 15 jan. 2020.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) 2007 CLIMATE CHANGE: Synthesis Report. PACHAURI, R. K.; REISINGER, A. **Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change ed Core Writing Team**. Geneva: IPCC, 2007.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual, v. 4, 2006.

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE (IPNI). **Informações Agronômicas**. n. 122, jun. 2008. 32 p.

IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. *In*: EGGLESTON, S.; BUENDIA, L.; MIWA, K.; NGARA, T.; TANABE, K. (eds.). **Published by the Institute for Global Environmental Strategies**. Hayama, Japan, on behalf of IPCC, National Greenhouse Gas Inventory Program. Disponível em: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl. Acesso em: 3 fev. 2020.

JANTALIA, C. P.; SANTOS, H. P. dos; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; ALVES, B.J.R. **Fluxes of nitrous oxide from soil under different crop rotations and tillage systems in the South of Brazil Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 82, p. 161-173, 2008.

JUNIOR, José Lavres; BOARETT, Rodrigo Marcelli; SILVA, Maria Lígia de Souza; CORREIA, Diva; CABRAL, Cleusa Pereira; MALAVOLTA, Eurípedes. Deficiências de macronutrientes no estado

nutricional da mamoneira cultivar Iris. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 40, n. 2, p. 145-151, fev. 2005.

KAUL, H. P.; AUFHAMMER, W.; WÄGNER, W. Dry matter and nitrogen accumulation and residues of oil and protein crops. **European Journal of Agronomy**, v. 5, p. 137-147, 1996.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B. Produtividade e utilização de nitrogênio em aveia em função de épocas de aplicação de nitrogênio. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 8, p. 117-121, 2002.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L. G.; FORNI, S.; SILVA, J. A. V.; YOKOO, M. J.; ALENCAR, M. M. Estimativas de parâmetros genéticos para os escores visuais e suas associações com peso corporal em bovinos de corte. **R. Bras. Zootec.**, v. 39, n. 5, p. 1015-1022, 2010.

LARA-CABEZAS, W. A. R.; SOUZA, M. A. Volatilização de amônia, lixiviação de nitrogênio e produtividade de milho em resposta à aplicação de misturas de ureia com sulfato de amônio ou com gesso agrícola. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 32, p. 2331-2342, 2008.

LARA-CABEZAS, W. A. R.; KORNDORFER, G. H.; MOTTA, S. A. Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: I. efeito da irrigação e substituição parcial da ureia por sulfato de amônio. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 21, p. 481-487, 1997a.

LARA-CABEZAS, W. A. R.; KORNDORFER, G. H.; MOTTA, S. A. Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: II. Avaliação de fontes sólidas e fluidas em sistema de plantio direto e convencional. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 21, p. 489-496, 1997b.

LEAL, R. S.; MATTOS, B. O. de; CANTARELLI, V. S.; CARVALHO, G. C.; PIMENTA, M. E. S. G.; PIMENTA, C. J. Desempenho e rendimento de carcaça de suínos na fase de terminação, recebendo dietas com diferentes níveis de ractopamina. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, p. 582-590, 2015.

LESSA, Carolina da Rocha Lessa. **Emissão de óxido nitroso e volatilização de amônia de urina e fezes bovinas em pastagens**. Dissertação (Mestrado em agronomia, Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 44 p., 2011.

LINN, D. M.; DORAN, J. W. Effect of water-filled pore space on carbon dioxide and nitrous oxide production in tilled and non-tilled soils. **Soil Science Society of America Journal**, Amsterdam, v. 48, n. 6, p. 1267-1272, 1984.

LORENZI, J. O.; GALLO, J. R.; MALAVOLTA, E. Acumulação de matéria seca e macronutrientes por dois cultivares de mandioca. **Bragantia**, v. 40, p. 145-156, 1981.

LUCENA, A. M. A.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; SOFIATTI, V.; BORTOLUZI, C. R. D. Estudo do processo de maturação da mamoneira: III Secagem e deiscência dos frutos. In: III Congresso Brasileiro de Mamona: Energia e Ricinoquímica, **Anais...** 2008. Salvador, 4 a 7 agosto. 2008.

MADARI, B. E.; COSTA, A. R.; JANTALIA, C. P.; MACHADO, P. L. O. A. ; CUNHA, M. B.; MARTINS, D. R.; Santos, J. H. G.; ALVES, B. J. R. **Fator de emissão de óxido nitroso (N₂O) para a fertilização com N na cultura do feijoeiro comum irrigado no Cerrado.** Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão (Comunicado Técnico), 2007.

MADUREIRA, A. P.; MADALENA, F. E.; TEODORO, R. L. Desempenho comparativo de seis grupos de cruzamento Holandês/Guzerá. 11. Peso e altura de vacas e novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 658-667, 2002.

MAGALHÃES, A. F. B.; LOBO, R. N. B.; FACÓ, O. Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento em ovinos da raça Somalis Brasileira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 5, p. 884-889, mai. 2013.

MALHADO, C. H. M.; CARNEIRO, P. L. S.; CRUZ, J. F.; OLIVEIRA, D. F.; AZEVEDO, D. M. M. R.; SARMENTO, J. L. R. Curvas de crescimento para caprinos da raça Anglo-Nubiana criados na caatinga: rebanho de elite e comercial. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, v. 9, p. 662-671, 2008.

MAPA, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Controle de Produção de Sementes e Mudas - Indicadores.** Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/sigefsementes/index.htm>. Acesso em: 2 set. 2019.

MARCANTE, N. C.; SANTOS, R. C.; CAMACHO, M. A.; ECCO, M.; RUIZ, J. G. C. L.; PAREDES JR., F. P. Absorção de nitrogênio pelo algodoeiro em dois sistemas de cultivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7. 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da Cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. P. 2023-2031.

MARINHO, P. C.; FONTES D. O.; SILVA F. C. O.; SILVA M. A.; PEREIRA F. A.; AROUCA C. L. C. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1061-1068, 2007.

MARTHA JR., G. B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P. C. O.; VILELA, L.; PINTO, T. L. F.; TEIXEIRA, G. M.; MANZONI, C. S.; BARIONI, L. G. Perda de amônia por volatilização em pastagem de capim-tanzânia adubada com ureia no verão. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 33, p. 2240-2247, 2004.

MARTINS, M. R.; JANTALIA, C. P.; POLIDORO, J. C.; BATISTE, J. N.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Nitrous oxide and ammonia emissions from N fertilization of maize crop under no-till in a Cerrado soil. **Soil & Tillage Research**, v. 151, p. 75-81, 2015.

MARTINS, T. A.; CARVALHO, L. B.; BIANCO, M. S.; BIANCO, S. Acúmulo de matéria seca e macronutrientes por plantas de *Merremia Aegyptia*. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, p. 1023-1029, 2010.

MEURER, K. H. E.; FRANKO, U.; STANGE, C. F.; DALLA ROSA, J.; MADARI, B.; JUNGKUNST, H. F. Direct nitrous oxide (N₂O) fluxes from soils under different land use in Brazil - A critical review. *Environ. Res. Lett.* 11, 023001, 2016. doi:10.1088/1748-9326/11/2/023001. In: CARVALHO, M. M.; MARTINS, C. E.; VERNEQUE, R. da S.; SIQUEIRA, C. Resposta de uma espécie de braquiária a fertilização com nitrogênio e potássio em um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, n. 2, p. 195-200, 1991.

SANTOS, R. S. M.; OLIVEIRA, I. P.; MORAIS, R. F.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R. Componentes da parte aérea e raízes de pastagens de *Brachiaria spp.* em diferentes idades após a reforma, como indicadores de produtividade em ambiente de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 2, p. 119-124, 2007.

FABRICE, C. E. S.; SOARES FILHO, C. V.; PINTO, M. F.; PERRI, S. H. V.; CECATO, U.; MATEUS, G. P. Atributos químicos do solo, reservas orgânicas e sistema radicular de pastos degradados associada à introdução de leguminosa. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 1721-1730, 2014.

PICCOLO, M. C.; AUGUSTI, K.C.; NEILL, C.; FANTE, L.; BERNOUX, M.; CERRI, C. C. Root system in tropical pasture restoration treatments in Rondônia, Brazil. In: **XX International Grassland Congress**, 2005, Dublin-Irlanda. XX International Grassland Congress: Offered papers, 2005.

OLIVEIRA, O. C. de; OLIVEIRA, I. P. de; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Chemical and biological indicators of decline/degradation of *Brachiaria* pastures in the Brazilian Cerrado. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 103, p. 289-300, 2004.

MATOS, M. S.; LEANDRO, N. S. M.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; CARVALHO, F. B.; GOMES, N. A. Níveis de lisina e treonina digestíveis para poedeiras comerciais Lohmann LSL de 24 a 44 semanas de idade. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 31, n. 1, p. 19-24, 2009.

MAZZETTO, A. M.; BARNEZE, A. S.; FEIGL, B. J.; CERRI, C. E. P.; CERRI, C. C. Nitrogen fertilizer effects on nitrous oxide emission from Southwest Brazilian Amazon pastures. **Journal of Fertilizers and Pesticides**, v. 7, 2016.

MAZZETTO, A. M.; BARNEZE, A. S.; FEIGL, B. J.; VAN GROENIGEN, J. W.; OENEMA, O.; CERRI, C. C. Temperature and moisture affect methane and nitrous oxide emission from bovine manure patches in tropical conditions. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 76, p. 242-248, 2014.

MCMANUS, G. S. FILHO; LOUVANDINI, H.; DIAS, L. T.; TEIXEIRA, R. A.; MURATA, L. S. Growth of Saanen, Alpine and Toggenburg goats in the federal district, Brazil: genetic and environmental factors. *Ciência Anim. Bras.*, v. 9, p. 68-75, 2008.

MCTIC, MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E COMUNICAÇÕES. 2016. *Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. v. III. MCTI. 336 p. 2016.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; FERREIRA, S. F.; DA SILVEIRA, J. P. F.; TIERZO, V. L. Estudo do crescimento de cabritos das raças Saanen, Parda Alemã e cruzados (1/2 Saanen + 1/2 Parda Alemã). *Bol. Ind. Anim.*, v. 62, p. 55-62, 2005.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; PASSOS, N. P.; PATRÍCIO, P. M. P.; SOUZA, D. C. de; COSTA, E. C. X. da; YOGUI, E. K.; FONSECA, M. V. da. Estudo do crescimento de cabritos mestiços na região Metropolitana no Estado do Rio de Janeiro. *Rev. Bras. Med. Vet.*, v. 34, p. 35-46, 2012.

MEDEIROS, Roberto Dantas de; SOARES, Antônio Alves; GUIMARÃES, Renato Mendes. Compactação do solo e manejo da água. I: Efeitos sobre a absorção de N, P, K, massa seca de raízes e parte aérea de plantas de arroz. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, v. 29, n. 5, p. 940-947, 2005.

MORAES, E. H. B.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; MORAES, K. A. K.; DETMANN, E.; SOUZA, M. G. Avaliação nutricional de estratégias de suplementação para bovinos de corte durante a estação da seca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 608-616, 2010.

MORAIS, R. F. *Manejo da adubação nitrogenada e emissão de gases de efeito estufa em capim-elefante para bioenergia*. 67 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

MORAIS, R. F.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; ALVES, B. J. R. Ammonia volatilization and nitrous oxide emissions during soil preparation and N fertilization of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Soil Biol Biochem*, v. 64, p. 80-88, 2013.

MORENO, G. M. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; LEÃO, A. G.; LOUREIRO, C. M. B.; PEREZ, H. L.; ROSSI, R. C. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 853-860, 2010.

MYHRE, G.; SHINDELL, D.; BRÉON, F.-M.; COLLINS, W.; FUGLESTVEDT, J.; HUANG, J.; KOCH, D.; LAMARQUE, J.-F.; LEE, D.; MENDOZA, B.; NAKAJIMA, T.; ROBOCK, A.; STEPHENS, G.; TAKEMURA, T.; ZHANG, H. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. *In*: STOCKER, T. F.; QIN, D.; PLATTNER, G.-K.; TIGNOR, M.; ALLEN, S.K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, A.; XIA, Y.; BEX, V.; MIDGLEY, P. M. (eds.). **Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.

NAIFI, Ana Priscilla Miranda; VIÉGAS, Ismael de Jesus Matos; SILVA, Jefferson Felipe da; THOMAZV, Maria Alice Alves; FRAZÃO, Dilson Augusto Capucho. **Sintomas de deficiências de micronutrientes em plantas de juta (*Corchorus capsularis*), variedade lisa**. Embrapa Amazônia Oriental - Artigo em anais de congresso (ALICE), 4 p. 2006. Disponível em: www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/406786. Acesso em: 6 ago. 2018.

NETO, Jayme Ferrari; CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa; SORATTO, Rogério Peres; COSTA, Claudio Hideo Martins da. Plantas de cobertura, manejo da palhada e produtividade da mamoneira no sistema plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 978-985, out.-dez. 2011.

NETO, M. S.; GALDOS, M. V.; FEIGL, B. J.; CERRI, C. E. P.; CERRI, C. C. Direct N₂O emission factors for synthetic N-fertilizer and organic residues applied on sugarcane for bioethanol production in Central-Southern Brazil. **Global Change Biology Bioenergy**, v. 8, p. 269-280, 2016.

NOWICKI, R.; BUTZGE, E.; OTUTUMI, L.K.; PIAU JÚNIOR, R.; ALBERTON, L.R.; MERLINI, L.S.; MENDES, T. C.; DALBERTOS, J. L.; GERÔNIMO, E.; CAETANO, I. C. S. Desempenho de frangos de corte criados em aviários convencionais e escuros. **Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia**, v. 14, n. 1, p. 25-28, 2011.

OLIVEIRA, D. P.; OLIVEIRA, C. A.; MARTINS, E. N.; VARGAS JR., F. Genetic parameters of performance traits in Sul-MatoGrossenses naturalized sheep. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, p. 963-972, 2014.

OLIVEIRA, Bruna Gonçalves de; CARVALHO, João Luís Nunes; CERRI, Carlos Eduardo Pellegrino; CERRI, Carlos Clemente; FEIGL, Brigitte Josefina. **Soil greenhouse gas fluxes from vinasse application in Brazilian sugarcane areas**. *Geoderma*, p. 77-84, 2013.

OLIVEIRA, F. C.; MARQUES, M. O.; BELLINGIERI, P. A.; PERECIN, D. Lodo de esgoto como fonte de macronutrientes para a cultura do sorgo granífero. **Scientia Agricola**, v. 52, p. 360-367, 1995.

OLIVEIRA, V.; FIALHO, E. T. Retenção de nitrogênio em suínos na fase de crescimento obtida pelos métodos de abate comparativo e balanço de nitrogênio. *Archives of Veterinary Science*, v. 15, n. 2, p. 86-93, 2010.

OLIVEIRA, V.; FIALHO, E. T.; LIMA, J. A. F.; BERTECHINI, A. G.; FREITAS, R. T. F. Teor de proteína no metabolismo do nitrogênio e da energia em suínos em crescimento. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 29, p. 866-874, 2005.

OLIVEIRA, W. R. D. **Quantificação das Emissões de N₂O Resultantes de Fertilizante, Fixação de N₂ e Resíduos de Colheita em Argissolo Vermelho Amarelo.** Dissertação (mestrado em Agronomia, Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 89 p., 2009.

OTTO, R.; FREITAS JÚNIOR, J. C. M.; ZAVASCHI, E.; FARIA, I. K. P.; PAIVA, L. A.; BAZANI, J. H.; MIRA, A. B.; KAMOGAWA, M. Y. **Combined Application of Concentrated Vinasse and Nitrogen Fertilizers in Sugarcane: Strategies to Reduce Ammonia Volatilization Losses.** *Sugar Tech*, v. 19, p. 248-257, 2017.

PADOVAN, M. P.; ALMEIDA, D. L. de; GUERRA, J. G. M.; ALVES, B. J. R.; RIBEIRO, R. L. D.; OLIVEIRA, F. L. de; SANTOS, L. A.; SOUTO, S. M. Indicadores agrônômicos do potencial da soja (Cv. Celeste), para fins de adubação verde de verão. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v. 11, p. 47-54, 2005.

PARANHOS, J. T.; MARCHEZAN, F.; DUTRA, L. M. C. Acúmulo de massa seca em três cultivares de arroz irrigado com diferentes arquiteturas de plantas. *Ciência Rural*, v. 25, p. 55-60, 1995.

PAREDES, Débora da Silva; LESSA, Ana Carolina da R.; SANT'ANNA, Selenobaldo A. C. de; BODDEY, Robert M.; URQUIAGA, Segundo; ALVES, Bruno J. R. Nitrous oxide emission and ammonia volatilization induced by vinasse and N fertilizer application in a sugarcane crop at Rio de Janeiro, Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 98, p. 41-55. doi: 10.1007, 2014.

PASSAFORO, T. L.; FRAGOMENI, B. O.; GONÇALVES, D. R.; MORAES, M. M.; TORAL, F. L. B. 2016. Genetic analysis of body weight in a Nellore cattle herd. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 51, p. 149-158.

PELLEGRINI, André. **Sistemas de cultivo da cultura do fumo com ênfase às práticas de manejo e conservação do solo.**

PERESSIN, Valdemir Antonio; MONTEIRO, Domingos Antonio; LORENZI, José Osmar; DURIGAN, Julio Cezar; PITELLI, Robison Antonio; PERECIN, Dilermando. Acúmulo de matéria seca na presença e na ausência de plantas infestadas no cultivar de mandioca SRT 59 - Branca de Santa Catarina. *Bragantia*, Campinas, v. 57, n. 1, 1998. Disponível em: www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051998000100016&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 3 ago. 2018.

PERIN, A.; ARAÚJO, A. P.; TEIXEIRA, M. G. Efeito do tamanho da semente na acumulação de biomassa e nutrientes e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 1711-1718, 2002.

PINTO, C. L. B. **Modelagem de Opções Reais com Processos de Reversão à Média em Tempo Discreto: Uma Aplicação na Indústria Brasileira de Etanol**. 164 f. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2009.

POLETTO, N. **Nitrogênio no solo e na planta e o manejo da adubação nitrogenada em cevada no sistema plantio direto**. Dissertação (Mestrado) - Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004. 118 p.

PÔRTO, Diego Resende de Queirós; CECÍLIO FILHO, Arthur Bernardes; MAY, André; VARGAS, Pablo Forlan. Acúmulo de macronutrientes pela cultivar de cebola “Superex” estabelecida por semeadura direta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 949-955, jul.-ago., 2007.

PRIMO, Dário C.; FADIGAS, Francisco de S.; CARVALHO, José C. R.; SCHMIDT Carlos D. S.; BORGES FILHO, Antônio C. S. Avaliação da qualidade nutricional de composto orgânico produzido com resíduo de fumo. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 7, p. 742-746, 2010.

RATTIN, J. E.; ANDRIOLO, J. L.; WITTER, M. Acumulação de massa seca e rendimento de frutos de tomateiro cultivado em substrato com cinco doses de solução nutritiva. **Hortic. Bras.**, Brasília, v. 21, n. 1, jan./mar. 2003.

REIS, G. L.; ALBUQUERQUE, F. H. M. A. R.; VALENTE, B. D.; MARTINS, G. A.; TEODORO, R. L.; FERREIRA, M. B. D.; MONTEIRO, J. B. N.; SILVA, M. A., MADALENA, F. E. Prediction of live weight based on body measurements in crossbred animals. **Gir. Cienc. Rural.**, Holstein, v. 38, p. 778-783, 2008.

RESENDE, Francisco V.; SOUZA, Rovilson J. de; FRANQUIN, Valdemar; RESENDE, Juliano T. V.; Comparação do crescimento e produção entre alho proveniente de cultura de tecidos e de multiplicação convencional. **Hortic. bras.**, v. 17, n. 2, jul. 1999.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. 31. Bento Gonçalves; Pelotas: SOSBAI, 2016. 197 p.

ROBINSON, P. C. **Connectivity, Flow and transport in network models of fractured media**. Tese (doutorado) - St’Catherines College, Oxford Univesrsity, UK, 1984.

ROCHETTE, P.; CHANTIGNY, M. H.; ZIADI, N.; ANGERS, D.; BÉLANGER, D.; CHARBONNEAU, E.; PELLERIN, D.; LIANG, C.; BERTRAND, N. Soil nitrous oxide emissions after deposition of dairy cow excreta in Eastern Canada. **J. Environm. Quality**, v. 43, p. 829-841, 2014.

ROSA, E. R.; LOPES, D. C. N.; ROLL, A. A. P.; GENTILINI, F. P.; ROLL, V. F. B.; ZANUSSO, J. T. Desempenho e rendimento de carcaça de frangos alimentados com diferentes fontes de sódio. **Ci. Anim. Bras.**, Goiânia, v. 11, n. 1, p. 73-79, 2010.

SANTA CATARINA. **Levantamento Agropecuário de Santa Catarina - 2002-2003**. Centro de Socioeconomia e Planejamento de Santa Agrícola, 2005.

SANTANA, I. K. S. **Emissões de gases de efeito estufa e amônia oriundas da criação de frangos de corte em múltiplos reúsos da cama**. 2016. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo (USP), Centro de Energia Nuclear na Agricultura Piracicaba.

SANTOS, A.; BUSTAMANTE, M. A.; TORTOSA, G.; MORAL, R.; BERNAL, M. P. Gaseous emissions and process development during composting of pig slurry: the influence of the proportion of cotton gin waste. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 81-90, 2016.

SANTOS, A. L.; SKOMURA, N. K.; FREITAS, E. R. *et al.* Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1589-1598, 2005.

SARTOR, C. *et al.* Digestibilidade aparente da dieta e balanço do nitrogênio em suínos de diferentes grupos genéticos com ou sem restrição alimentar. **Ciência Rural**, v. 36, p. 617-623, 2006.

SCOT CONSULTORIA. **Rendimento de carcaça em frigoríficos do Brasil**. Disponível em: www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/37616/rendimento-de-carcaca-em-frigorificos-do-brasil-.htm. Acesso em: 26 set. 2019.

SENA, L. S.; SANTOS, G. V.; TORRES, T. S.; SOUSA JÚNIOR, A.; REGO NETO, A. A.; SARMENTO, J. L. R.; BIAGIOTTI, D. Genetic parameters for carcass traits and body size of meat sheep. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, supl. 1, p. 2477-2486, 2016.

SIGNOR, D.; CERRI, C. E. P.; CONANT, R. N₂O emissions due to nitrogen fertilizer applications in two regions of sugarcane cultivation in Brazil. **Environmental Research Letters**, v. 8 (015013) doi:10.1088/1748-9326/8/1/015013, 2013.

SIGNOR, Diana; PISSIONI, Luísa Lorentz Magalhães; CERRI, Carlos Eduardo Pellegrino. Emissões de gases de efeito estufa pela deposição de palha de cana-de-açúcar sobre o solo. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 2, p. 113-122, jun. 2014.

SILVA JUNIOR, M. J.; MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA, F. H. T. de; DUTRA, I. Acúmulo de matéria seca e absorção de nutrientes pelo meloeiro “pele-de-sapo”. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, v. 10, n. 1149, p. 364-368, 2006.

SILVA, F. L. *et al.* Growth curves in beef cows of different biological types. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 3, p. 262-271, 2011.

SILVA, Gael Silvia Peñaranda Liendo. **Fatores de emissões de óxidos nitrosos decorrente da aplicação de vinhaça no cultivo de cana de açúcar**. Dissertação (mestrado em engenharia química), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 63 p., 2014.

FÁVERO, J. A.; BELLAVER, C. Produção de carne de suínos. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1, 2001, Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP: CTC / ITAL, 2001. p. 2-25.

SILVA, V. M.; TRIVELIN, P. C. O.; COLAÇO, W. A.; ENCARNAÇÃO, F. A. F.; LARA-CABEZAS, W. A. R. Mineralização e volatilização do nitrogênio da vinhaça-15N na presença ou não de ureia e de palha de cana-de-açúcar. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 117-124, 1999. Disponível em: www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010390161999000100018&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 17 mar. 2019.

SIQUEIRA NETO, M.; GALDOS, M. V.; FEIGL, B. J.; CERRI, C. E. P.; CERRI, C. C. Direct N₂O emission factors for synthetic N-fertilizer and organic residues applied on sugarcane for bioethanol production in Central-Southern Brazil. **Global Change Biology Bioenergy**, v. 8, p. 269-280, 2016. doi: 10.1111.

SOARES, D. A. **Emissões de gases de efeito estufa por fertilizantes nitrogenados em lavoura cafeeira irrigada**. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 128 p. 2016.

SOMMER, S. G.; CHRISTENSEN, M. L.; SCHMIDT, T.; JENSEN, L. S. **Animal Manure Recycling: Treatment and Management**. Wiley, Chichester, UK, 2013. 363 p.

SORDI, A. **Emissão de óxido nitroso a partir de urina e esterco de bovinos a pasto**. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 53 p., 2012.

SOUSA NETO, E. R. **Fluxos de óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂) a partir de um solo cultivado com cana-de-açúcar sob diversos tratamentos culturais**. Tese (doutorado em ciências na área de química na agricultura e no ambiente) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 84 p., 2012.

SOUZA, C. B.; SILVA, B. B.; AZEVEDO, P. V. Crescimento e rendimento do abacaxizeiro nas condições climáticas dos Tabuleiros Costeiros do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, p. 134-141, 2007.

SOUZA, J. C.; WOLF, J.; MALHADO, C. H. M. *et al.* Estudo do peso ao nascimento, desmame e ganho de peso de suínos criados no oeste do estado do Paraná. **Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 2, p. 35-40, 2004

SOUZA, Taylor Lima. **Eficiência agrônômica de fertilizantes nitrogenados, emissão de CO₂ e volatilização de NH₃ na cultura do milho**. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 98 p., 2015.

SOUZA, V. L. **Parametrização e avaliação de modelos de estimativa das exigências e do desempenho de bovinos leiteiros para uso no Brasil**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2015. 80 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2015.

STOETZER, A.; SCHEIDT, M. F. C.; MARCONDES, M. M.; FARIAS, C. M. D. R.; MULLER, M. M. L.; KAWAKAMI, J. Efeito da adubação nitrogenada no crescimento de tubérculos de plantas de batata cultivar Ágata em Guarapuava. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. S3224-S3227, 2009.

STRINGHINI, J. H.; LABOISSIÉRE, M.; MURAMATSU, K.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B. Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte criadas em Goiás. **R. Bras. Zootec.**, v. 32, p. 183-190, 2003.

TEIXEIRA, L. A. J.; SPIRONELLO, A.; FURLANI, P. R.; SIGRIST, J. M. M. Parcelamento da adubação NPK em abacaxizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 219-224. 2002.

TELLECHEA, Fernando Reynel Fundora. **Torta de filtro de cana-de-açúcar e NPK na biorremediação em solos contaminados com óleo diesel**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacases, RJ, 76 p., 2015.

TORAL, F. L. B.; ALENCAR, M. M.; FREITAS, A. R. Estruturas de variância residual para estimação de funções de covariância para o peso de bovinos da raça Canchim. **R. Bras. Zootec.**, v. 38, n. 11, p. 2152-2160, 2009.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR (ÚNICA). Histórico de produção e moagem por safra. Disponível em: www.unicadata.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php?idMn=32&tipoHistorico=4. Acesso em: 11 jul. 2018.

VAN DER WEERDEN, T. J.; LUO, J.; KLEIN, C. A. M.; HOOGENDOORN, C. J.; LITTLEJOHN, R. P.; RYS, G. J. Disaggregating nitrous oxide emission factors for ruminant urine and dung deposited onto pastoral soils. **Agric. Ecosys. Environ.**, v. 141, p. 426-436, 2011.

VASCONCELLOS, C. H. F.; FONTES, D. O.; LARA, L. J. C.; VIDAL, T. Z. B.; SILVA, M. A.; SILVA, P. C. Determinação da energia metabolizável e balanço de nitrogênio de dietas com diferentes teores

de proteína bruta para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p. 659-669, 2011.

VERCESI FILHO A. E.; MADALENA, F. E.; ALBUQUERQUE, L. G.; FREITAS, A. F.; BORGES, L. E.; FERREIRA, J. J.; TEODORO, R. L.; FARIA, F. J. C. Genetic parameters between milk traits, weight traits and age at first calving in crossbreed dairy cattle (*Bos taurus* × *Bos indicus*). **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 59, p. 983-990, 2007.

VIDIGAL, S. M.; PACHECO, D. D.; COSTA, E. L.; FACION, C. E. Crescimento e acúmulo de macro e micronutrientes pela melancia em solo arenoso. **Revista Ceres**, v. 56, p. 112-118, 2009.

WEILER, Douglas Adams. **Decomposição de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo e emissões de óxido nitroso**. Dissertação (mestrado em ciência do solo), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 72 p., 2012.

WOCHNER, M. O. *et al.* Parâmetros bioquímicos sanguíneos, balanço de nitrogênio e metabolizabilidade da energia bruta em suínos alimentados com dietas contendo diferentes balanços eletrolíticos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1599-1608, jul./ago. 2012.

XAVIER, A. C. Dados diários de variáveis climatológicas no Brasil. Disponível em: <https://sites.google.com/site/alexandrecandidoxavierufes/home>. Acesso em: 20 mar. 2019.

XAVIER, D. F.; DA SILVA LÉDO, F. J.; PACIULLO, D. S. de C.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Nitrogen cycling in a Brachiaria-based silvopastoral system in the Atlantic forest region of Minas Gerais, Brazil. **Nutr. Cycl. Agroecosyst.**, v. 99, p. 45-62, 2014.

YAMULKI, S.; JARVIS, S. C.; OWEN, P. Nitrous oxide emissions from excreta applied in a simulated grazing pattern. **Soil Biol. Biochem.**, v. 30, p. 491-500, 1998.

ZEOULA, L. M.; FERELI, F.; PRADO, I. N. *et al.* Digestibilidade e balanço de nitrogênio de rações com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho moído como fonte de amido em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2179-2186, 2006.

ZOTARELLI, L. **Balanço de nitrogênio na rotação de culturas em sistema de plantio direto e convencional na região de Londrina-PR**. Dissertação (Agronomia - Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2000, 97 p.

ZOTELLI, Luciana do Carmo. **Palha e vinhaça: emissões de CO₂, N₂O e CH₄ em solo com cana-de-açúcar**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical, área de Concentração em Gestão de Recursos Agroambientais). Instituto Agronômico, Campinas, SP, 78 p. 2012.

ZUCHELLO, F. **Quantificação das emissões de gases de efeito estufa de dejetos de suínos, e influência de variáveis edafoclimáticas.** Tese (doutorado) - UFRRJ, Seropédica, 2014, 120 p.

ZUCHELLO, Fernando. **Emissões de Óxido Nitroso (N₂O) de Cambissolo Cultivado com Cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes: Impacto de Adubações com Vinhaça e Ureia.** Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 55 p., 2010.

APÊNDICE A - Detalhamento metodológico

A.1 FATORES DE EMISSÃO E OUTROS PARÂMETROS

Tabela 30. Resumo dos fatores de emissão utilizados no cálculo.

Categoria	Subcategoria	Parâmetro	Valor	Intervalo de incerteza	Referência	Tier	Observações
Emissões Diretas de N ₂ O	Fert. Sint., Fert. Org., Res. Cultura, mineralização do N.	EF1	0,01	0,003 - 0,03	IPCC (2006)	2	Utilizado para FSN, FON, FCR e FSOM.
Emissões Diretas de N ₂ O	Res. Cultura Arroz irrigado	EF1FR	0,003	0,000 - 0,006	IPCC (2006)	1	FCR do arroz irrigado
Emissões Diretas de N ₂ O	Solos Orgânicos	EF2CG,Temp	8	2 - 24	IPCC (2006)	1	Utilizado para FOS, CG, Temp.
Emissões Diretas de N ₂ O	Solos Orgânicos	EF2CG,Trop	16	5 - 48	IPCC (2006)	1	Utilizado para FOS, CG, Trop.
Emissões Diretas de N ₂ O	Solos Orgânicos	EF2F,Temp,N _R	0,6	0,16 - 2,4	IPCC (2006)	1	Utilizado para FOS, F, Temp, NR.
Emissões Diretas de N ₂ O	Solos Orgânicos	EF2F,Temp,N _P	0,1	0,02 - 0,3	IPCC (2006)	1	Utilizado para FOS, F, Temp, NP.
Emissões Diretas de N ₂ O	Solos Orgânicos	EF2F,Trop	8	0 - 24	IPCC (2006)	1	Utilizado para FOS, F, Trop.
Emissões Diretas de N ₂ O	Dej. Animais dep. Dir. solo	EF3PRP, CPP	0,02	0,007 - 0,06	IPCC (2006)	1	Utilizado para FPRP, CPP de galináceos, suínos, bubalinos.
Emissões Diretas de N ₂ O	Dej. Animais dep. Dir. solo	EF3PRP, CPP bov	0,015		Bastos (2018)	2	Utilizado para FPRP, CPP desagregado aplicado à bovinos.
Emissões Diretas de N ₂ O	Dej. Animais dep. Dir. solo	EF3PRP, SO	0,01	0,003 - 0,03	IPCC (2006)	1	Utilizado para FPRP, SO.
Emissões Diretas de N ₂ O	Fert. Org.	EFVinhaça	0,0052		Tabela 19	2	Utilizado para FON Vinhaça.
Emissões Diretas de N ₂ O	Fert. Sint., Fert. Org., Dej. Animais dep. Dir. solo.	EF4	0,01	0,002 - 0,05	IPCC (2006)	2	Utilizado para as emissões indiretas por volatilização de NH ₃ de FSN, FON e FPRP.
Emissões Diretas de N ₂ O	Fert. Sint., Fert. Org., Dej. Animais dep. Dir. pastagens, Res. Cultura, mineralização do N.	EF5	0,0075	0,0005 - 0,025	IPCC (2006)	1	Utilizado para as emissões indiretas por lixiviação do N das fontes FSN, FON, FPRP, FCR e FSOM.
Emissões Diretas de N ₂ O	Fert. Sint.	FracGasfFSN Outros	0,1	0,03 - 0,3	IPCC (2006)	2	Fração do N volatilizada na forma de NH ₃ de fertilizantes sintéticos exceto a ureia. (A volatilização de NH ₃ de FSN Foi desagregado entre ureia e outros fertilizantes sintéticos).
Emissões Diretas de N ₂ O	Fert. Sint.	FracGasfFSN Ureia	0,3		IPCC (2006)	2	Fração do N volatilizada na forma de NH ₃ da ureia. (A volatilização de NH ₃ de FSN Foi desagregado entre ureia e outros fertilizantes sintéticos).
Emissões Diretas de N ₂ O	Fert. Org., Dej. Animais dep. Dir. solo.	FracGasm	0,2	0,05 - 0,5	IPCC (2006)	2	Fração do N volatilizada na forma de NH ₃ de FON e FPRP.
Emissões Diretas de N ₂ O	Fert. Org.	FracGasmVinhaça	0		Paredes <i>et al.</i> (2014)	2	Não foram encontradas fluxos significativos de NH ₃ na vinhaça.
Emissões Diretas de N ₂ O	Fert. Sint., Fert. Org., Dej. Animais dep. Dir. pastagens, Res. Cultura, mineralização do N.	FracLeach	0,3	0,1 - 0,8	IPCC (2006)	1	Fração do N que sofreu lixiviação das fontes FSN, FON, FPRP, FCR e FSOM.
Emissões de CO ₂	Calcário	EF dolomite	0,13	0,06 - 0,13	IPCC (2006)	1	Utilizado para calcário
Emissões de CO ₂	Ureia	EF urea	0,20	0,10 - 0,20	IPCC (2006)	1	Utilizado para ureia
Emissões de N ₂ O	Nitrogênio	N ₂ O - N	1,57		IPCC (2006)	1	Converte peso de N emitido para N ₂ O
Emissões de CO ₂	Carbono	CO ₂ - C	3,67		IPCC (2006)	1	Converte peso de C emitido para CO ₂

Tabela 31. Parâmetros aplicados para as estimativas do N mineralizado em associação com a perda de C de solos orgânicos causada pelo manejo ou mudança de uso do solo (F_{OM}).

Parâmetros de mudança de uso do solo	Fator	Estoque original de carbono	Fator (t/ha)
Índice de estoque de mudança de carbono em 20 anos de mata nativa para mata nativa	1	Estoque de C original Amazônia	46,7
Índice de estoque de mudança de carbono em 20 anos de mata nativa para área de reflorestamento	0,673	Estoque de C original cerrado	37
Índice de estoque de mudança de carbono em 20 anos de mata nativa para pastagens	0,97	Estoque de C original caatinga	22,9
Índice de estoque de mudança de carbono em 20 anos de mata nativa para área de agricultura	0,612	Estoque de C original mata atlântica	57,3
Relação de mineralização C:N Para o Brasil (Exceto Cerrado)	12	Estoque de C original pampa	57,9
Relação de mineralização C:N Para o Cerrado (exceto originadas de pastagens)	14	Estoque de C original pantanal	47,4
Relação de mineralização C:N Para o Cerrado em áreas originadas de pastagens	15		

Fonte: Terceiro Inventário Nacional (MCTI, 2016).

Tabela 32. Parâmetros utilizados para os cálculos de N retornado ao solo devido a renovação de pastagens (F_{CR}).

Bioma	Ton C/ha (PA e raízes) das pastagens	%NPA	%Nraiz	Biomassa aérea (t/ha)	Biomassa raiz (t/ha)	NPA (t N/ha)	Nraiz (t N/ha)	N planta
Amazônia	6,835	1,04	0,6	8,54	8,54	0,089	0,051	0,140
Cerrado	7,57	0,72	0,6	9,46	9,46	0,068	0,057	0,125
Caatinga	1,19	0,72	0,6	1,49	1,49	0,011	0,009	0,020
Pantanal	7,57	1,04	0,6	9,46	9,46	0,098	0,057	0,155
Pampa	7,57	1,04	0,6	9,46	9,46	0,098	0,057	0,155
Mata Atlântica	7,57	1,04	0,6	9,46	9,46	0,098	0,057	0,155

Tabela 33. Parâmetros e referências da parte aérea da cultura do arroz.

Cultivar	Rag	Nag	Referência
CNA 7546	1,45	-	Costa <i>et al.</i> (2000)
CN 7151	1,49	-	
BR IRGA 409	1,27	-	
CNA 7553	1,27	-	
CNA 3771	0,69	-	
Metica 1	0,85	-	
Diamante	0,85	-	
Guarani	0,90	-	
Caiapó	1,30	-	
Cirad L-141	1,27	-	
Maravilha	1,25	-	
IAC 202	0,93	-	Carvalho-Pupatto <i>et al.</i> (2004) Paranhos <i>et al.</i> (1995)
EEA 406	0,42	-	
Bluebelle	0,45	-	
BR IRGA 409	0,35	-	
IR 655-4-5-5	0,71	0,007	
IAC 435	1,25	0,007	
IAC 120	0,95	0,007	
IAC 25	1,02	0,008	
EEPG 369	0,93	0,009	
Jaguary	1,09	0,008	
Batatais	0,83	0,007	
IAC 47	1,27	0,007	
BR IRGA 410	-	0,010	Cunha <i>et al.</i> (2006)
BRS Firmeza	-	0,012	

Cultivar	Rag	Nag	Referência
Dawn	-	0,012	Medeiros <i>et al.</i> (2005)
BRS Atalanta	-	0,012	
BRS Liderança	-	0,008	
Média	0,99	0,009	
Desvio-Padrão	0,26	0,002	

Tabela 34. Parâmetros e referências da parte abaixo do solo da cultura do arroz.

Cultivar	Nbg	Rbg-bio*	Referência
BR IRGA 410	0,006		Cunha <i>et al.</i> (2006)
BRS Firmeza	0,007		
Dawn	0,006		
BRS Atalanta	0,007		
BRS Liderança		0,263	Medeiros <i>et al.</i> (2005)
Média	0,007	0,263	
Desvio-Padrão	0,001	-	

Tabela 35. Parâmetros e referências da parte aérea da cultura da cana-de-açúcar.

Cultivar	Nag	Referência
SP80 1842	0,00577	Gava <i>et al.</i> (1995)
SP80 1842	0,00608	
SP80 1842	0,00575	
RB85 5536	0,00570	Fortes <i>et al.</i> (2013)
SP81 3250	0,00570	Vitti <i>et al.</i> (1998)
SP70 1143	0,00605	Trivelin <i>et al.</i> (1996)
SP70 1143	0,00550	
SP70 1143	0,00518	
Média	0,006	
Desvio-padrão	0,0003	

Tabela 36. Parâmetros e referências da parte abaixo do solo da cultura da cana-de-açúcar.

Cultivar	Rbg-bio	Nbg	Referência
NA56-79	0,06		Korndörfer <i>et al.</i> (1989)
SP71-1143	0,10		
SP71-7999	0,04		
SP71-6163	0,09		
RB72-5828	0,06		
SP81 3250 (1)	0,20		Otto <i>et al.</i> (2009)
SP81 3250 (2)	0,15		
Não informado (1)		0,005	Sampaio <i>et al.</i> (1987)
Não informado (2)		0,006	
		0,007	Vieira-Megda <i>et al.</i> (2015)
		0,006	
		0,005	
		0,005	
Co997		0,005	Sampaio <i>et al.</i> (1984)
SP81 3250 (1)		0,004	Otto <i>et al.</i> (2014)
SP81 3250 (2)		0,005	
SP81 3250 (3)		0,005	
SP81 3250 (4)		0,004	
SP80 1842		0,008	Gava <i>et al.</i> (1995)
SP80 1842		0,007	
SP80 1842		0,008	
RB85 5536		0,007	Fortes <i>et al.</i> (2013)

Média	0,100	0,006	
Desvio-padrão	0,055	0,001	

Tabela 37. Parâmetros e referências de biomassa da cultura da cana-de-açúcar.

Cultivar	Peso colmo (t/ha)	Peso colmo seco (t/ha)	Teor de matéria seca	Referência
RB867515	26,16	7,70	0,29	Pereira <i>et al.</i> (2013)
RB72454	15,43	5,20	0,34	
RB92579	26,57	7,10	0,27	
RB918639	18,73	3,90	0,21	
RB92606	15,30	4,50	0,29	
RB855536	14,54	4,10	0,28	
Média	19,46	5,42	0,28	
Desvio-padrão	5,54	1,61	0,04	

Tabela 38. Parâmetros e referências da cultura do feijão.

Cultivar	Nag	Nbg	Rag	Rgb- Raiz-PA	Referência
Varias	0,017	0,008	1,490	-	Perin et el. 2002
Varias	0,019	0,013	-	0,206	Perin et el. 2018
Média	0,018	0,011	-	-	
Desvio-padrão	0,001	0,004	-	-	

Tabela 39. Parâmetros e referências da parte aérea da cultura da mandioca.

Cultivar	Rag	Nag	Referência
BGMC 1304	0,60	-	Fernandes <i>et al.</i> (2016)
BGMC 1299	0,45	-	
BGMC 1297	0,52	-	
BGMC 1262	0,36	-	
BGMC 991	0,55	-	
BGMC 923	0,37	-	
BGMC 788	0,64	-	
BGMC 436	0,39	-	
SRT 59	0,49	-	
Mantiqueira	-	0,013	Lorenzi <i>et al.</i> (1991)
Branca de Sta Catarina	-	0,014	
Média	0,49	0,014	
Desvio-Padrão	0,10	0,001	

Tabela 40. Teor de matéria seca da raiz de mandioca.

Cultivar	Teor de matéria seca nas raízes de mandioca (%)	Referência
BGMC 1304	39,22	Fernandes <i>et al.</i> (2016)
BGMC 1299	41,33	
BGMC 1297	38,07	
BGMC 1262	40,08	
BGMC 991	37,25	
BGMC 923	31,5	
BGMC 788	38,52	
BGMC 436	38,3	
Média	38,03	
Desvio-Padrão	1,83	

Tabela 41. Parâmetros e referências da parte aérea da cultura do milho.

Cultivar	Rag	Nag	Referência
Pioneer 32R21	1,3	-	Argenta <i>et al.</i> (2001)
Agrocerec 303	1,16	-	
AG 1051	1,43	-	Aguiar e Moura (2003)
BR 473 VAR	1,64	-	
BR 106 VAR	2,44	-	
BR 2121	1,82	-	
BR 3123	1,82	0,006	Duarte <i>et al.</i> (2003)
AG 1051	0,97	0,009	
BRS 4157	1,33	0,008	
DKB 212	1,18	0,009	
P32R21	1,92	0,008	
P30K73	1,43	-	Demetrio <i>et al.</i> (2008)
P30F80	1,27	-	
AG 5011	1,04	0,007	Gava <i>et al.</i> (2006)
AG 5011	1,06	0,008	
BR 201	2,13	0,007	Araújo (2004)
BR 201	1,43	0,007	
Varias	-	0,004	Redin <i>et al.</i> (2018)
Média	1,492	0,007	
Desvio médio	0,412	0,001	

Tabela 42. Parâmetros e referências da parte abaixo do solo da cultura do milho.

Cultivar	Rbg- Raiz-PA	Nbg	Referência
Varias	0,208	0,014	Redin <i>et al.</i> (2018)

Tabela 43. Parâmetros e referências da parte aérea da cultura da soja.

Cultivar	Rag	Nag	Referência
Celeste	1,92	0,009	Araújo (2004)
	2	0,009	
Taquari	2		Pandovan <i>et al.</i> (2005)
Mandi	1,85		
Campo Grande	1,92		
Surubi	1,64		
Celeste	3,23		
Lambari	3,7		
Embrapa 48	1,23	0,01	Zotarelli (2000)
	1,28	0,008	
	1,52	0,009	
	1,43	0,009	
Várias		0,012	Redin <i>et al.</i> (2018)
Média	1,977	0,009	
Desvio padrão	0,752	0,001	

Tabela 44. Parâmetros e referências da parte abaixo do solo da cultura da soja.

Cultivar	Rbg- Raiz-PA	Nbg	Referência
Varias	0,110	0,015	Redin <i>et al.</i> (2018)

Tabela 45. Parâmetros e referências da cultura do trigo.

Cultivar	Rag	Nag	Rbg Raiz- PA	Nbg	Referência
Embrapa 16	1,74	0,007			Didonet <i>et al.</i> (2000)
Várias	-	0,001	0,21	0,01	Redin <i>et al.</i> (2018)
Média	1,74	0,004	0,21	0,01	
Desvio Padrão	-	0,004	-	-	

Tabela 46. Parâmetros utilizados em outras culturas temporárias.

Cultura	Frac DM produto	Fracdm res/ Fracdm crop	Nag	Rbg-bio	Nbg	Referências
Abacaxi	0,13	2,75	0,012	0,18	0,014 ¹	<i>default</i> raízes e outros IPCC (2010); Francisco (2014); Souza <i>et al.</i> (2007); Teixeira <i>et al.</i> , (2002).
Algodão	0,92	<i>Default</i> raízes e outros	0,025	0,20 ¹	0,014 ¹	<i>default</i> raízes e outros IPCC (2010); Embrapa Algodão (2009); Marcante <i>et al.</i> (2009).
Alho	0,62	0,31	0,050	0,05	0,014 ¹	<i>default</i> tubérculos IPCC (2010); Resende <i>et al.</i> (1999); Cunha (2014); Uribe (1989) apud Luengo <i>et al.</i> (1996).
Amendoim	0,93	<i>Default</i> amendoim	0,040	N.A. ¹	N.A. ¹	<i>default</i> amendoim IPCC (2010); Feitosa <i>et al.</i> (1993); Diniz <i>et al.</i> (2001).
Aveia	0,85	<i>Default</i> aveia	0,009	0,25 ¹	0,014 ¹	<i>default</i> aveia IPCC (2010); Kolchinski e Schuch (2002).
Batata-doce	0,17	<i>Default</i> batata	0,023	0,20 ¹	0,014 ¹	<i>default</i> batata IPCC (2010); Echer <i>et al.</i> (2009).
Batata-inglesa	0,15	<i>Default</i> batata	0,016	0,20 ¹	0,014 ¹	<i>default</i> batata IPCC (2010); Stoetzer <i>et al.</i> (2009); Andriolo <i>et al.</i> (2006).
Cebola	0,20	0,23	0,05 ⁵	0,05 ⁵	0,014 ¹	<i>default</i> tubérculos IPCC (2010); Brotel e Oliveira (2012); Pôrto <i>et al.</i> (2007).
Centeio	0,87	<i>Default</i> centeio	0,005	N.A. ¹	0,011 ¹	<i>default</i> centeio IPCC (2010); Embrapa Trigo (2009a).
Cevada	0,87	<i>Default</i> cevada	0,014	0,22 ¹	0,014 ¹	<i>default</i> cevada IPCC (2010); Embrapa Trigo (2009b); Poletto (2004).
Ervilha	0,87	<i>Default</i> leguminosas	0,026	0,19 ¹	0,008 ¹	<i>default</i> leguminosas IPCC (2010); Emater (2009); IPNI (2008).
Fava	0,87	<i>Default</i> leguminosas	0,027	0,19 ¹	0,008 ¹	<i>default</i> leguminosas IPCC (2010); Araújo

Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Relatório de Referência

Cultura	Frac DM produto	Fracdm res/ Fracdm crop	Nag	Rbg-bio	Nbg	Referências
						<i>et al.</i> (1983); Kaul <i>et al.</i> (1996).
Fumo	0,83	0,38	1,790	0,20 ¹	0,014 ¹	<i>default</i> raízes e outros IPCC (2010); Codapar (2018); Primo <i>et al.</i> (2010); Pellegrini (2006).
Girassol	0,88	<i>Default</i> grãos	0,012	0,22 ¹	0,009 ¹	<i>default</i> grãos IPCC (2010); Embrapa Soja (2009); Kaul <i>et al.</i> (1996).
Juta	0,93 ³	0,24	0,016 ²	0,56	0,016 ²	Naiff <i>et al.</i> (2006).
Linho	0,93 ³	0,24 ⁴	0,016 ²	0,56 ⁴	0,016 ²	
Malva	0,84	0,89	0,016	0,18	0,016	Anvisa (2018); Martins <i>et al.</i> (2010).
Mamona	0,91	4,18	0,015	0,20 ¹	0,033	<i>default</i> raízes e outros IPCC (2010); Lares Júnior <i>et al.</i> (2005); Ferrari Neto <i>et al.</i> (2011); Lucena <i>et al.</i> (2008).
Melancia	0,10	1,23	0,029	0,01	0,014 ¹	<i>default</i> raízes e outros IPCC (2010); Grangeiro e Cecílio filho (2005); Vidgal <i>et al.</i> (2009); Grangeiro e Cecílio Filho (2004).
Melão	0,09	1,23 ⁶	0,021	0,01 ⁶	0,014 ¹	<i>default</i> raízes e outros IPCC (2010); Cocozza <i>et al.</i> (2002); Silva Jr. <i>et al.</i> (2006).
Rami	0,93	1,56	0,016 ²	0,12	0,016 ²	Castro e Correia (2018).
Sorgo	0,87	<i>Default</i> sorgo	0,008	N.A. ¹	0,006 ¹	<i>default</i> sorgo IPCC (2010); Embrapa Milho e Sorgo (2009); Oliveira <i>et al.</i> (1995).
Tomate	0,10	0,81	0,025	0,20 ¹	0,014 ¹	<i>default</i> raízes e outros IPCC (2010); Andriolo e falcão (2000); Rattin <i>et al.</i> (2003); Fayad <i>et al.</i> (2002).
Triticale	0,86	1,74 ⁷	0,016 ⁷	0,065 ⁷	0,007 ⁷	CBPTT (2008).

¹ Valor *default* IPCC (2006); ² Mesmo valor de malva; ³ Mesmo valor de rami; ⁴ Mesmo valor de juta; ⁵ Mesmo valor de alho; ⁶ Mesmo valor de melancia; ⁷ Mesmo valor de trigo. N.A.: não se aplica.

Tabela 47. Áreas de solos manejados nos anos de 1994, 2002 e 2010 classificadas por tipo de uso do solo.

ANO	ESTADO	Clima	AC (ha)	AP (ha)	REF (ha)	Outros_usos (ha)	Área_total (ha)	Área_manejada (ha)
1994	AL	TROPICAL	12,07	39,54	0,00	17,26	68,87	51,61
2002	AL	TROPICAL	11,77	38,62	0,00	18,48	68,87	50,39
2010	AL	TROPICAL	13,57	37,96	0,00	17,34	68,87	51,53
1994	BA	TROPICAL	2.018,88	6.332,79	0,00	46.137,59	54.489,27	8.351,68
2002	BA	TROPICAL	2.552,58	7.575,28	0,00	44.363,19	54.491,05	10.127,86
2010	BA	TROPICAL	3.308,27	5.270,28	38,24	45.868,90	54.485,68	8.616,78
1994	ES	TROPICAL	4.065,69	3.829,86	0,00	2.306,29	10.201,84	7.895,55
2002	ES	TROPICAL	5.077,87	3.771,62	0,00	1.352,34	10.201,84	8.849,50
2010	ES	TROPICAL	3.727,44	5.636,74	0,00	837,66	10.201,84	9.364,18
1994	GO	TROPICAL	3.025,41	234,34	0,00	7.304,87	10.564,63	3.259,76
2002	GO	TROPICAL	3.025,64	82,84	0,00	7.456,15	10.564,63	3.108,48

2010	GO	TROPICAL	2.969,54	251,21	0,00	7.343,87	10.564,63	3.220,75
1994	MA	TROPICAL	0,00	0,00	0,00	8.481,56	8.481,56	0,00
2002	MA	TROPICAL	129,97	338,13	0,00	8.013,47	8.481,56	468,09
2010	MA	TROPICAL	154,16	315,77	0,00	8.011,63	8.481,56	469,93
1994	MT	TROPICAL	9.916,81	2.109,87	0,00	163.658,53	175.685,21	12.026,68
2002	MT	TROPICAL	11.647,34	3.220,21	0,00	160.817,67	175.685,21	14.867,55
2010	MT	TROPICAL	13.544,24	4.800,22	0,00	157.340,76	175.685,21	18.344,45
1994	MS	TROPICAL	1.183,24	8.132,12	64,14	29.502,75	38.882,26	9.379,50
2002	MS	TROPICAL	2.219,37	7.026,25	100,11	29.536,52	38.882,26	9.345,74
2010	MS	TROPICAL	1.818,36	7.033,98	269,36	29.760,56	38.882,26	9.121,70
1994	MS	TEMPERADO	4,85	1.387,58	0,00	7.007,20	8.399,63	1.392,43
2002	MS	TEMPERADO	13,55	1.341,08	0,00	7.045,00	8.399,63	1.354,62
2010	MS	TEMPERADO	20,69	467,93	0,01	7.910,99	8.399,63	488,63
1994	MG	TROPICAL	9.296,54	6.078,95	1.608,06	8.102,61	25.086,16	16.983,55
2002	MG	TROPICAL	9.365,98	6.092,61	1.621,24	8.006,34	25.086,16	17.079,82
2010	MG	TROPICAL	9.888,06	5.640,09	1.608,20	7.949,81	25.086,16	17.136,35
1994	PB	TROPICAL	321,54	601,23	0,00	376,20	1.298,97	922,77
2002	PB	TROPICAL	226,31	610,75	0,00	461,91	1.298,97	837,06
2010	PB	TROPICAL	190,96	0,57	0,00	1.107,44	1.298,97	191,53
1994	PE	TROPICAL	0,55	1.770,42	0,00	482,02	2.252,99	1.770,97
2002	PE	TROPICAL	107,61	1.795,24	0,00	350,15	2.252,99	1.902,85
2010	PE	TROPICAL	0,00	451,09	4,62	1.797,28	2.252,99	455,72
1994	PR	TROPICAL	33.081,95	8.784,78	5.668,39	40.878,03	88.413,16	47.535,13
2002	PR	TROPICAL	38.371,22	8.683,71	5.754,44	35.558,07	88.367,44	52.809,37
2010	PR	TROPICAL	43.413,54	6.698,38	7.826,81	30.838,83	88.777,56	57.938,73
1994	PR	TEMPERADO	7.226,83	2.429,49	0,00	22.853,61	32.509,93	9.656,32
2002	PR	TEMPERADO	19.186,48	7.476,29	0,00	5.892,88	32.555,65	26.662,77
2010	PR	TEMPERADO	4.983,21	3.151,27	0,00	24.011,05	32.145,53	8.134,48
1994	PI	TROPICAL	18,39	47,44	0,00	11.878,23	11.944,06	65,83
2002	PI	TROPICAL	18,81	67,25	0,00	11.858,01	11.944,06	86,06
2010	PI	TROPICAL	35,07	140,12	0,00	11.768,88	11.944,06	175,18
1994	RJ	TROPICAL	18.881,99	16.744,50	0,16	10.182,37	45.809,02	35.626,65
2002	RJ	TROPICAL	18.690,78	16.804,61	0,16	10.313,46	45.809,02	35.495,56
2010	RJ	TROPICAL	19.136,02	14.336,97	0,00	12.336,03	45.809,02	33.472,99
1994	RN	TROPICAL	48,79	86,28	0,00	2.114,24	2.249,31	135,07
2002	RN	TROPICAL	646,71	51,80	0,00	1.550,80	2.249,31	698,50
2010	RN	TROPICAL	140,68	93,97	0,00	2.014,66	2.249,31	234,64
1994	RS	TEMPERADO	4.204,17	1.826,74	4.960,82	74.471,26	85.462,99	10.991,73
2002	RS	TEMPERADO	4.317,12	1.942,37	4.997,07	74.206,43	85.462,99	11.256,56
2010	RS	TEMPERADO	9.514,55	6.182,14	6.962,24	62.804,07	85.462,99	22.658,92
1994	SC	TEMPERADO	29.462,71	9.057,75	2.292,04	25.895,87	66.708,36	40.812,50
2002	SC	TEMPERADO	29.975,85	8.398,29	2.403,90	25.930,33	66.708,36	40.778,03
2010	SC	TEMPERADO	36.148,98	1.667,18	3.752,38	25.139,82	66.708,36	41.568,54
1994	SP	TROPICAL	26.895,83	9.701,17	1.209,16	26.006,53	63.812,70	37.806,17
2002	SP	TROPICAL	27.273,73	9.154,84	1.248,32	26.135,80	63.812,70	37.676,90
2010	SP	TROPICAL	28.797,44	9.031,88	1.299,44	24.683,94	63.812,71	39.128,77
1994	SP	TEMPERADO	9.608,29	10.174,02	1.789,40	85.190,42	106.762,14	21.571,72
2002	SP	TEMPERADO	10.502,22	11.080,80	1.796,60	83.382,51	106.762,14	23.379,63
2010	SP	TEMPERADO	13.665,63	10.567,96	1.841,67	80.686,87	106.762,13	26.075,26
1994	SE	TROPICAL	0,89	863,83	0,00	1.613,14	2.477,85	864,72
2002	SE	TROPICAL	0,96	1.131,30	0,00	1.345,59	2.477,85	1.132,26
2010	SE	TROPICAL	261,42	931,65	0,00	1.284,78	2.477,85	1.193,08
1994	TO	TROPICAL	237,06	1.165,36	0,00	94.262,19	95.664,60	1.402,41
2002	TO	TROPICAL	761,29	1.839,48	0,00	93.063,83	95.664,60	2.600,77
2010	TO	TROPICAL	2.134,18	2.838,14	0,00	90.692,28	95.664,60	4.972,32

Fonte: Terceiro Inventário Nacional (MCTI, 2016).

Tabela 48. Mudança de usos de solo no bioma da Amazônia.

Origem	Destino	1994	2002	2005	2010
REF	REF	296464,8	295454,3	173398,6	191479,3
REF	AP		943,7	8183,5	4527,3
REF	AC		8,2	32414	4589,7
REF	FN		57,7	45063,4	11020,8
AP	REF		22442,2	42552,1	51749,6
AP	AP	28353961,2	26517358,5	36853444,7	41356677,9
AP	AC		101130,1	1366461,6	614976,3
AP	FN		1646975,7	3056769,6	2570188,8

AC	REF		0,1	7337,4	23804,2
AC	AP		58815,5	123956,6	378473,8
AC	AC	628971,5	556189,5	895834,8	2531507,1
AC	FN		13625,4	42003,5	103006,6
FN	REF		38156,1	39824	32988,8
FN	AP		15371482,5	9184521,2	7492086,3
FN	AC		417277,3	774905,9	231374,4
FN	FN	377167380,3			

Fonte: Terceiro Inventário Nacional (MCTI, 2016).

Tabela 49. Mudança de usos de solo no bioma do Cerrado.

Origem	Destino	1994	2002	2010
REF	REF	2179092,9	1987032,6	1588940,3
REF	AP		109682,7	228004,3
REF	AC		57551,1	227044,7
REF	FN		24324,8	87881,9
AP	REF		79748,1	594836,7
AP	AP	43950696	41221789,3	44618905,5
AP	AC		1171306,1	2774888,5
AP	FN		1264432,9	3840650,1
AC	REF		17617,3	202384,3
AC	AP		1427951,3	2859339,7
AC	AC	22710951,7	21112273,3	21809340
AC	FN		91580,4	182456,3
FN	REF		54015,6	317763,4
FN	AP		9219807,2	10465881
FN	AC		2653316,9	2980010
FN	FN	133332863,9		

Fonte: Terceiro Inventário Nacional (MCTI, 2016).

Tabela 50. Mudança de usos de solo no bioma da Caatinga.

Origem	Destino	1994	2002	2010
REF	REF	96531,2	94538,9	68833,5
REF	AP		1508	4653,7
REF	AC		0	3178,1
REF	FN		484,3	6252,1
AP	REF		3503,7	6297,4
AP	AP	20682580,4	19853803,1	13852972,8
AP	AC		4119,8	500692,5
AP	FN		662982,2	5603884,7
AC	REF		0,4	973,6
AC	AP		32909,6	89006,1
AC	AC	4549366,8	4280154,4	3678061,8
AC	FN		149736,7	610598,2
FN	REF		2111,9	10671,2
FN	AP		3203158,8	3026768,3
FN	AC		312076,8	722013,5
FN	FN	55624878,2		

Fonte: Terceiro Inventário Nacional (MCTI, 2016).

Tabela 51. Mudança de usos de solo no bioma da Mata Atlântica.

Origem	Destino	1994	2002	2010
REF	REF	2768640,8	2652245,6	1987178,8
REF	AP		29886,5	283913,3
REF	AC		2181,3	141643,7
REF	FN		70453,6	333386,5
AP	REF		69690,3	1203947,7
AP	AP	49065005,9	46459350,4	34439259,4
AP	AC		1529971,9	7633441,8
AP	FN		450619,9	3913738,8
AC	REF		23859	207300,6
AC	AP		1081354	1859769,1
AC	AC	20723647,2	19038989,1	18034845,6
AC	FN		297794,5	712566,6
FN	REF		87318,2	935175,8
FN	AP		2172317,6	3225403
FN	AC		270952	1446661,8
FN	FN	35931557,3		

Fonte: Terceiro Inventário Nacional (MCTI, 2016).

Tabela 52. Mudança de usos de solo no bioma do Pampa.

Origem	Destino	1994	2002	2010
REF	REF	238424,5	237139,2	236843,1
REF	AP		658,4	15489,3
REF	AC		103,5	2139,7
REF	FN		32,3	954,8
AP	REF		1522,2	251754,5
AP	AP	4666447,2	4292012,8	3287775,7
AP	AC		149519,8	856897,1
AP	FN		197091	75819,6
AC	REF		945,2	11571,6
AC	AP		77486,8	291011,3
AC	AC	3232701,2	3056245,4	3200340,5
AC	FN		34369,9	31339,5
FN	REF		16684,7	201501,2
FN	AP		129581,3	987783,7
FN	AC		340801,4	705664,3
FN	FN	7578766,6		

Fonte: Terceiro Inventário Nacional (MCTI, 2016).

Tabela 53. Mudança de usos de solo no bioma do Pantanal.

Origem	Destino	1994	2002	2010
REF	REF	449,8	449,8	449,8
REF	AP		0	0
REF	AC		0	4016,8
REF	FN		0	0
AP	REF		401,3	1752,3
AP	AP	990139,7	945770,3	1673447,7
AP	AC		4280,7	10247,7
AP	FN		38907,4	103842,5
AC	REF		0	1573,8
AC	AP		1386,6	18552,6
AC	AC	17746,7	16360	4963
AC	FN		0,1	147
FN	REF		3615,6	520
FN	AP		845762,2	817556,9
FN	AC		4588,1	936,8
FN	FN	13572796,7		

Fonte: Terceiro Inventário Nacional (MCTI, 2016).

A.2. RESUMO METODOLÓGICO

Tabela 54. Resumo metodológico dos subsetores Emissões de Solos Manejados (3.D), Calagem (3.G) e Aplicação de Ureia (3.H).

Categoria	Categoria de emissão	Método	Fonte de dados	
			Dados de atividade	Fator de emissão e outros parâmetros
3.D	Solos Manejados			
3.D.1	Emissões Diretas			
3.D.1.a	Fertilizantes sintéticos		Quantidade total de N em fertilizantes e na ureia entregues ao consumidor final no Brasil de 1990 a 2016 (ANDA, 1990-2016). A desagregação por tipo de fertilizante foi feita pelo autor com dados dos mesmos anuários.	<ul style="list-style-type: none"> • EF₁: <i>default</i>, IPCC (2006); • EF_{1FR}: <i>default</i>, IPCC (2006).
3.D.1.a.i	Ureia	<i>Tier 2</i>		
3.D.1.a.ii	Outros	<i>Tier 2</i>		
3.D.1.b	Adbus orgânicos			
3.D.1.b.i	Estercos	<i>Tiers 1 e 2</i>	As estimativas de quantidade de N de adubos orgânicos originaram-se dos dados de população de animais do rebanho nacional sistematizados na Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE (mesma categorização de fermentação entérica e manejo de dejetos), e da proporção dos dejetos produzidos pelos mesmos que passaram por manejo, as quais foram provenientes do Terceiro Inventário Nacional, atualizadas com dados do ANUALPEC e da Embrapa Suínos e Aves.	Baseado em dados de trabalhos científicos nacionais (Vide Relatório de Referência “Manejo de Dejetos”).
3.D.1.b.ii e 3.D.1.b.iii	Vinhaça e Torta de filtro	<i>Tier 2</i>	Dados de produção de etanol e açúcar dos subprodutos vinhaça e torta de filtro, produzidos no país foram obtidos da União da Indústria Canavieira (UNICA, 1990-2016).	Para mais informações das referências dos parâmetros e fatores utilizados para o cálculo de emissões de N ₂ O da vinhaça e torta de filtro vide Tabela 15 e Tabela 19.
3.D.1.c	Deposição de dejetos		Os dados de atividade para se calcular a quantidade de N em dejetos depositados diretamente no solo, sem passar por manejo, são os mesmos utilizados na categoria 3.D.1.b, porém referem-se a porção não manejada.	<ul style="list-style-type: none"> • EF3PRP, CPP: <i>default</i>, IPCC (2006); • EF3PRP, CPP bov: Bastos (2018); • EF3PRP, SO: <i>default</i>, IPCC (2006).
3.D.1.c.i	Bovinos	<i>Tier 2</i>		
3.D.1.c.ii	Outros	<i>Tiers 1 e 2</i>		
3.D.1.d	Resíduos agrícolas		Os dados de atividade para o cálculo da quantidade de N em resíduos de culturas foram os de produtividade e área colhida, para as principais culturas do País. As áreas com arroz	
3.D.1.d.i	Soja	<i>Tier 2</i>		Referências: vide Tabela 43 e Tabela 44.
3.D.1.d.ii	Milho	<i>Tier 2</i>		Referências: vide Tabela 41 e Tabela 42.
3.D.1.d.iii	Cana-de-açúcar	<i>Tier 2</i>		Referências: vide Tabela 35 e Tabela 36.
3.D.1.d.iv	Arroz	<i>Tier 2</i>		Referências: vide Tabela 33 e Tabela 34.

Categoria	Categoria de emissão	Método	Fonte de dados	
			Dados de atividade	Fator de emissão e outros parâmetros
3.D.1.d.v	Feijão	Tier 2	inundado foram mostradas no subsetor “Cultivo de Arroz”.	Referências: vide Tabela 38.
3.D.1.d.vi	Mandioca	Tier 2		Referências: vide Tabela 39.
3.D.1.d.vii	Trigo	Tier 2		Referências: vide Tabela 45.
3.D.1.d.viii	Pastagens	Tier 2	Dados de atividade de áreas de pastagens que permaneceram como pastagens e áreas de pastagens convertidas para outros usos, e as respectivas quantidades de biomassa consideradas no relatório de “Uso e Mudança de Uso do Solo e Florestas”.	Referências: MCTI, 2016)
3.D.1.d.ix	Outras	Tier 1		Valores e referências: vide Tabela 46.
3.D.1.e	Mineralização de N associada a perda de C do solo	Tier 2	Mapa e valores de C a partir de mapas gerados pelo setor “Uso e Mudança de Uso do Solo e Florestas”, para o IV Inventário.	Referências: MCTI, 2016)
3.D.1.f	Manejo de solos orgânicos	Tier 2	Mapa de solos do Brasil, IBGE. Além das áreas de solos orgânicos, também foram utilizados os mapas com as áreas sob diferentes usos, as quais estão disponibilizadas no relatório de “Uso e Mudança de Uso do Solo e Florestas”.	<ul style="list-style-type: none"> • EF2CG,Temp: <i>default</i>, IPCC (2006); • EF2CG,Trop: <i>default</i>, IPCC (2006); • EF2F,Temp,NR: <i>default</i>, IPCC (2006); • EF2F,Temp,NP: <i>default</i>, IPCC (2006); • EF2F,Trop: <i>default</i>, IPCC (2006);
3.D.2	Emissões Indiretas			<ul style="list-style-type: none"> • EF4: <i>default</i>, IPCC (2006); • EF5: <i>default</i>, IPCC (2006);
3.D.2.a	Deposição atmosférica	Tier 2	Dados de quantidades de fertilizantes sintéticos (mesmos utilizados em 3.D.1.a e 3.D.1.b), fertilizantes orgânicos (3.D.1.b.i e 3.D.1.b.ii) e dejetos de animais depositados diretamente no solo (3.D.1.c.i e 3.D.1.c.ii).	<ul style="list-style-type: none"> • FracGasfFSNOutros: <i>default</i>, IPCC (2006); • FracGasfFSNUreia: <i>default</i>, IPCC (2006); • FracGasm: <i>default</i>, IPCC (2006); • FracGasmVinhaça: <i>default</i>, IPCC (2006);
3.D.2.b	Lixiviação do N	Tier 2	Formulação de mapas contendo áreas em que o excedente de chuvas em relação a ETP ultrapassou a CAD dos solos (à partir de dados do INMET e Xavier, 2019). Fator aplicado somente em anos onde houve excedente hídrico em época de chuva local. Fator aplicado a todas as fontes de N exceto solos manejo de solos orgânicos.	<ul style="list-style-type: none"> • FracLeach: <i>default</i>, IPCC (2006).
3.G	Emissões de CO₂ pela Calagem	Tier 1	Dados do consumo de calcário fornecidos pela ABRACAL.	<ul style="list-style-type: none"> • EF dolomite: <i>default</i>, IPCC (2006).
3.H	Emissões de CO₂ pela Aplicação de Ureia	Tier 1	Dados de consumo aparente de ureia fornecidos pela ANDA.	<ul style="list-style-type: none"> • EF ureia: <i>default</i>, IPCC (2006).

APÊNDICE B - Resultados detalhados

Tabela 55. Emissões diretas de N₂O de fertilizante sintético (categoria 3.D.1.a), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Gg N ₂ O																										
Rondônia	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,05	0,08	0,06	0,06	0,07	0,09	0,07	0,15	0,18	0,19	0,26
Acre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Amazonas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02
Roraima	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02	0,02
Pará	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,14	0,16	0,15	0,17	0,29	0,21	0,22	0,24	0,33	0,24	0,53	0,60	0,58	0,66
Amapá	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
Tocantins	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,04	0,09	0,06	0,09	0,09	0,11	0,16	0,14	0,14	0,19	0,23	0,19	0,17	0,17	0,28	0,29	0,47	0,57	0,62	0,72
Maranhão	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,08	0,11	0,13	0,09	0,14	0,13	0,18	0,23	0,21	0,17	0,19	0,22	0,25	0,25	0,22	0,45	0,46	0,43	0,64	0,67	0,82
Piauí	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,05	0,05	0,04	0,07	0,06	0,07	0,08	0,13	0,12	0,14	0,18	0,28	0,29	0,38	0,33	0,33	0,55
Ceará	0,04	0,05	0,04	0,05	0,06	0,04	0,04	0,06	0,06	0,04	0,04	0,05	0,08	0,12	0,13	0,10	0,12	0,11	0,11	0,11	0,08	0,09	0,09	0,08	0,10	0,08	0,07
Rio Grande do Norte	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,07	0,06	0,08	0,09	0,08	0,09	0,08	0,10	0,12	0,09	0,10	0,12	0,15	0,11	0,10	0,11	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09	0,11
Paraíba	0,08	0,10	0,09	0,07	0,08	0,08	0,07	0,10	0,09	0,07	0,08	0,07	0,09	0,10	0,09	0,09	0,12	0,11	0,09	0,12	0,14	0,13	0,14	0,13	0,16	0,12	0,14
Pernambuco	0,33	0,37	0,38	0,37	0,38	0,37	0,37	0,38	0,34	0,29	0,32	0,41	0,38	0,41	0,38	0,40	0,50	0,48	0,43	0,47	0,56	0,43	0,45	0,48	0,43	0,38	0,40
Alagoas	0,42	0,39	0,45	0,28	0,49	0,48	0,49	0,46	0,46	0,34	0,44	0,49	0,46	0,53	0,48	0,50	0,58	0,57	0,40	0,49	0,58	0,49	0,51	0,40	0,39	0,29	0,30
Sergipe	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,06	0,04	0,05	0,05	0,06	0,08	0,03	0,06	0,07	0,11	0,15	0,23	0,24	0,26	0,27	0,23	0,29	0,27	0,34
Bahia	0,25	0,36	0,42	0,55	0,68	0,76	0,72	0,67	0,89	0,93	1,11	1,02	1,37	1,71	1,67	1,62	1,84	2,18	1,89	2,03	2,30	2,49	2,57	2,42	2,86	2,36	2,64
Minas Gerais	1,52	1,29	1,41	1,81	2,19	2,48	3,03	3,69	4,02	3,91	4,50	4,07	4,40	5,73	6,03	6,85	6,85	7,68	6,43	6,77	7,45	9,06	9,36	8,88	9,49	8,91	10,84
Espírito Santo	0,18	0,16	0,15	0,29	0,43	0,50	0,41	0,59	0,66	0,48	0,57	0,51	0,47	0,38	0,41	0,74	0,80	0,84	0,71	0,88	1,00	1,24	1,28	1,26	1,36	1,13	1,23
Rio de Janeiro	0,06	0,06	0,07	0,04	0,04	0,03	0,13	0,10	0,10	0,05	0,09	0,07	0,07	0,09	0,07	0,09	0,12	0,13	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,10	0,12
São Paulo	4,56	4,59	5,01	5,16	5,85	5,85	5,51	5,73	5,96	5,29	6,18	6,45	6,66	7,68	7,50	7,68	8,46	9,54	8,16	7,97	8,45	9,88	10,21	10,06	9,80	8,94	10,71
Paraná	1,47	1,52	1,79	2,31	2,40	2,07	2,53	2,34	3,16	3,22	4,07	3,46	3,87	5,12	5,24	4,79	4,40	5,76	5,57	5,44	5,22	6,43	6,65	6,71	6,68	6,52	8,12
Santa Catarina	0,42	0,49	0,51	0,64	0,75	0,67	0,69	0,76	0,85	0,81	1,04	1,23	1,43	1,50	1,45	1,48	1,33	1,75	1,58	1,87	1,70	1,74	1,80	2,21	2,05	1,52	2,36
Rio Grande do Sul	1,24	1,09	1,27	1,70	2,21	1,67	1,55	1,77	2,00	1,87	2,03	2,28	2,99	3,13	3,65	2,88	3,46	4,04	4,04	4,83	6,14	6,55	6,87	8,12	8,68	6,75	8,69
Mato Grosso do Sul	0,15	0,16	0,21	0,43	0,68	0,62	0,46	0,63	0,65	0,57	0,95	0,83	0,92	1,26	1,26	1,07	1,05	1,39	1,43	1,31	1,64	1,99	2,06	2,53	2,72	2,64	3,17
Mato Grosso	0,13	0,17	0,23	0,40	0,57	0,51	0,65	1,05	1,17	1,47	1,72	1,83	2,08	3,27	3,08	2,56	2,47	3,67	3,35	3,08	4,08	4,89	5,05	6,51	6,70	6,51	9,12
Goiás	0,74	0,71	0,75	0,96	0,77	0,72	1,16	1,16	1,32	1,38	1,74	1,67	1,80	2,21	2,19	2,16	2,26	3,01	3,03	2,57	3,23	4,53	4,68	4,90	5,53	5,47	6,25
Distrito Federal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,04	0,07	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,07	0,08	0,06	0,08	0,07	0,07	0,09	0,13	0,14	0,14	0,15	0,13	0,12

Fonte: Autor (2019).

Tabela 56. Emissões diretas de N₂O pelo uso de adubos orgânicos (categoria 3.D.1.b), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	Gg N ₂ O																											
Rondônia	0,05	0,06	0,07	0,08	0,07	0,08	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	
Acre	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
Amazonas	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
Roraima	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Pará	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	0,12	0,13	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,11	0,11	0,10	0,13	0,15	0,15	
Amapá	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tocantins	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,08	0,10	0,12	0,12	0,13	
Maranhão	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,14	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,14	0,14	
Piauí	0,10	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	
Ceará	0,13	0,16	0,15	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	
Rio Grande do Norte	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,05	0,06	0,07	0,07	
Paraíba	0,09	0,10	0,10	0,09	0,06	0,10	0,09	0,10	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,10	0,11	0,12	0,13	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12	0,14	0,12	
Pernambuco	0,27	0,27	0,27	0,26	0,21	0,27	0,32	0,34	0,27	0,25	0,22	0,23	0,22	0,24	0,27	0,28	0,25	0,29	0,36	0,35	0,33	0,31	0,30	0,26	0,28	0,31	0,28	
Alagoas	0,26	0,25	0,24	0,25	0,15	0,25	0,24	0,29	0,30	0,22	0,21	0,29	0,24	0,27	0,32	0,31	0,27	0,30	0,36	0,33	0,29	0,33	0,31	0,29	0,24	0,27	0,19	
Sergipe	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	
Bahia	0,22	0,24	0,26	0,24	0,25	0,27	0,25	0,25	0,24	0,25	0,28	0,29	0,28	0,29	0,30	0,31	0,30	0,30	0,32	0,33	0,34	0,33	0,32	0,32	0,32	0,33	0,31	
Minas Gerais	0,98	1,04	1,08	1,06	1,07	1,10	0,89	0,94	1,01	1,06	1,13	1,17	1,11	1,16	1,24	1,29	1,36	1,47	1,60	1,71	1,83	1,97	1,90	1,93	2,07	2,00	2,00	
Espírito Santo	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	0,08	0,08	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10	0,13	0,12	0,14	0,14	0,14	0,16	0,17	0,17	0,16	0,17	0,17	0,19	0,19	0,17	
Rio de Janeiro	0,18	0,15	0,19	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,16	0,15	0,15	0,15	0,13	0,14	0,15	0,16	0,15	0,14	0,15	0,15	0,15	0,13	0,13	0,12	0,14	0,13	0,11	
São Paulo	2,18	2,29	2,52	2,44	2,59	2,83	2,79	3,06	3,09	3,26	3,27	2,68	2,98	3,23	3,52	3,71	3,88	4,31	4,62	5,38	5,14	5,39	4,55	4,76	5,16	4,93	5,04	
Paraná	0,73	0,78	0,83	0,84	0,87	0,97	0,96	1,01	1,06	1,07	1,15	1,13	1,14	1,17	1,32	1,39	1,36	1,57	1,74	1,89	1,91	1,86	1,81	1,84	2,03	2,15	2,13	
Santa Catarina	0,66	0,69	0,73	0,77	0,81	0,85	0,81	0,80	0,86	0,91	0,98	1,04	1,05	1,06	1,12	1,25	1,35	1,41	1,53	1,58	1,56	1,41	1,32	1,19	1,22	1,19	1,20	
Rio Grande do Sul	0,74	0,87	0,89	0,94	0,96	0,95	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,89	0,88	0,90	0,91	0,95	0,97	1,08	1,12	1,15	1,22	1,14	1,15	1,14	1,11	1,05	1,04	
Mato Grosso do Sul	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,22	0,22	0,26	0,27	0,30	0,32	0,37	0,37	0,37	0,42	0,48	0,54	0,57	0,76	0,75	0,83	0,88	0,94	0,98	
Mato Grosso	0,12	0,14	0,14	0,15	0,17	0,19	0,20	0,23	0,27	0,27	0,30	0,29	0,34	0,38	0,45	0,46	0,47	0,49	0,59	0,64	0,63	0,75	0,77	0,82	0,82	0,95	0,97	
Goiás	0,33	0,36	0,38	0,38	0,40	0,42	0,32	0,35	0,37	0,39	0,40	0,43	0,49	0,54	0,62	0,63	0,67	0,70	0,83	0,97	1,09	1,29	1,28	1,40	1,55	1,61	1,68	
Distrito Federal	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	

Fonte: Autor (2019).

Tabela 57. Emissões diretas de N₂O pela deposição de dejetos (categoria 3.D.1.c), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Gg N ₂ O																										
Rondônia	1,69	2,70	2,68	3,10	3,03	3,43	3,34	3,59	4,27	4,57	4,75	5,53	6,73	7,89	8,92	9,35	9,37	9,10	9,28	9,70	9,95	10,06	10,03	9,80	10,28	10,77	10,95
Acre	0,37	0,37	0,37	0,43	0,44	0,45	0,70	0,71	0,75	0,78	0,86	1,37	1,49	1,54	1,69	1,84	1,97	1,85	1,94	1,96	2,01	1,97	2,05	2,09	2,17	2,28	2,36
Amazonas	0,60	0,61	0,60	0,65	0,71	0,76	0,69	0,72	0,76	0,79	0,80	0,83	0,86	1,03	1,05	1,08	1,12	1,02	1,16	1,21	1,24	1,34	1,34	1,36	1,30	1,21	1,23
Roraima	0,37	0,35	0,35	0,32	0,29	0,28	0,34	0,32	0,35	0,40	0,40	0,37	0,36	0,36	0,39	0,42	0,42	0,40	0,39	0,40	0,48	0,53	0,56	0,61	0,60	0,66	0,65
Pará	6,67	7,08	7,42	7,92	8,02	8,52	6,34	6,99	7,68	8,22	9,37	9,97	11,07	11,97	15,00	15,31	14,82	13,12	13,76	14,36	14,77	15,24	15,51	15,94	16,49	16,92	17,24
Amapá	0,17	0,17	0,18	0,26	0,30	0,31	0,24	0,25	0,28	0,28	0,30	0,30	0,30	0,29	0,30	0,36	0,39	0,38	0,37	0,38	0,40	0,45	0,49	0,51	0,55	0,48	0,49
Tocantins	3,76	3,89	4,06	4,28	4,48	4,62	4,22	4,30	4,39	4,73	4,98	5,36	5,69	6,23	6,41	6,33	6,19	5,92	5,96	6,22	6,54	6,42	6,53	6,59	6,56	6,86	7,14
Maranhão	4,02	4,02	3,91	3,95	4,01	4,05	3,59	3,52	3,59	3,63	3,72	4,05	4,36	4,92	5,24	5,65	5,81	5,78	5,93	5,98	6,08	6,34	6,45	6,53	6,71	6,68	6,64
Piauí	2,56	2,64	2,61	2,54	2,62	2,71	2,21	2,20	2,22	2,23	2,25	2,28	2,30	2,30	2,30	2,30	2,31	2,18	2,18	2,03	2,03	2,03	1,97	1,90	1,90	1,88	1,85
Ceará	3,12	3,13	3,12	2,60	2,69	2,78	2,80	2,80	2,51	2,57	2,61	2,62	2,68	2,71	2,73	2,77	2,84	2,93	2,96	3,00	3,07	3,14	3,21	3,07	3,14	3,07	3,00
Rio Grande do Norte	1,02	1,03	1,00	0,65	0,74	0,82	1,00	1,00	0,88	0,86	0,91	0,91	0,97	1,03	1,10	1,14	1,19	1,17	1,19	1,29	1,23	1,22	1,03	1,11	1,22	1,20	1,12
Paraíba	1,51	1,50	1,51	1,02	1,14	1,23	1,35	1,34	1,00	0,98	1,05	1,04	1,09	1,09	1,13	1,17	1,21	1,25	1,29	1,34	1,35	1,44	1,05	1,13	1,24	1,29	1,30
Pernambuco	2,33	2,32	2,29	1,56	1,68	1,70	2,18	2,01	1,79	1,74	1,89	2,07	2,17	2,12	2,14	2,36	2,59	2,69	2,76	2,85	2,96	3,14	2,43	2,43	2,60	2,78	2,74
Alagoas	0,86	0,95	0,96	0,82	0,83	0,84	0,86	0,94	0,88	0,80	0,78	0,85	0,82	0,84	0,88	0,94	0,98	1,06	1,07	1,09	1,11	1,15	1,11	1,13	1,16	1,20	1,16
Sergipe	1,00	1,02	1,03	0,89	0,81	0,79	0,88	0,87	0,86	0,88	0,83	0,83	0,83	0,87	0,91	0,98	1,06	1,06	1,06	1,12	1,13	1,18	1,15	1,21	1,22	1,23	1,19
Bahia	11,80	12,14	12,53	10,39	10,31	10,35	9,87	9,99	9,53	9,64	10,06	10,36	10,29	10,51	10,83	10,90	11,21	11,55	11,25	10,96	11,30	11,24	10,56	11,10	11,07	10,20	9,66
Minas Gerais	19,61	19,82	20,16	20,19	19,86	19,53	18,24	18,56	19,09	18,75	18,72	19,06	19,26	19,52	20,19	20,19	20,88	21,22	21,14	21,41	21,77	22,75	22,90	23,13	22,75	22,60	22,21
Espírito Santo	1,66	1,77	1,83	1,98	1,96	1,99	1,62	1,72	1,74	1,72	1,69	1,57	1,61	1,71	1,81	1,90	1,98	1,99	1,96	2,02	2,04	2,07	2,13	2,16	2,15	2,07	1,84
Rio de Janeiro	1,76	1,78	1,79	1,82	1,84	1,79	1,67	1,66	1,70	1,70	1,79	1,81	1,82	1,85	1,90	1,92	1,92	1,91	1,96	1,98	1,99	2,01	2,04	2,14	2,16	2,12	2,19
São Paulo	11,27	11,32	11,46	11,67	11,82	11,86	11,17	11,16	11,17	11,25	11,13	11,33	11,69	11,95	11,62	11,37	10,91	9,95	9,72	9,36	9,53	9,31	9,15	8,84	8,49	8,80	9,20
Paraná	7,74	7,71	7,69	7,81	8,06	8,43	8,53	8,52	8,49	8,34	8,48	8,59	8,78	8,95	9,02	8,96	8,69	8,47	8,55	8,67	8,61	8,71	8,64	8,66	8,52	8,63	8,74
Santa Catarina	2,50	2,56	2,55	2,53	2,50	2,52	2,50	2,50	2,50	2,49	2,50	2,59	2,61	2,68	2,75	2,86	2,94	2,96	3,30	3,38	3,42	3,47	3,50	3,59	3,64	3,74	3,84
Rio Grande do Sul	12,15	12,12	12,32	12,42	12,78	12,52	11,34	11,55	11,55	11,51	11,50	11,64	11,97	12,14	12,17	11,86	11,69	11,46	12,04	12,27	12,44	12,52	12,21	12,15	12,06	11,96	11,79
Mato Grosso do Sul	14,76	15,06	15,67	16,75	17,09	17,12	15,67	15,82	16,18	16,28	16,78	17,32	17,71	18,99	18,82	18,71	18,14	16,79	17,23	17,36	17,74	16,84	16,90	16,48	16,45	16,66	17,08
Mato Grosso	7,06	7,73	7,91	9,03	9,77	10,87	11,76	12,31	12,64	12,96	14,23	15,15	16,82	18,56	19,56	20,16	19,71	19,54	19,85	21,06	22,58	22,35	21,99	21,48	21,93	22,72	23,61
Goiás	15,63	16,47	16,20	16,63	16,45	16,55	14,34	14,55	15,33	15,50	15,66	16,46	17,22	17,25	17,42	17,77	17,59	17,50	17,56	18,06	18,69	18,93	19,22	18,76	18,65	18,91	19,61
Distrito Federal	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	0,10	0,08	0,10	0,10	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10

Fonte: Autor (2019).

Tabela 58. Emissões diretas de N₂O de resíduos agrícolas (categoria 3.D.1.d), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Gg N ₂ O																										
Rondônia	0,64	0,67	0,73	0,79	0,87	0,88	0,78	0,81	0,85	0,88	0,90	0,92	1,73	1,80	1,88	1,78	1,82	1,83	1,87	1,92	1,93	1,96	2,04	2,04	2,09	2,19	2,17
Acre	0,16	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,17	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,39	0,40	0,42	0,39	0,39	0,41	0,42	0,42	0,44	0,45	0,46	0,48	0,48	0,49	0,49
Amazonas	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,17	0,17	0,18	0,19	0,19	0,20	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33	0,34	0,35	0,35	0,35	0,37	0,37	0,37	0,37	0,36	0,36
Roraima	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,37	0,34	0,32	0,30	0,28	0,26	0,24	0,43	0,40	0,37	0,31	0,28	0,28	0,29	0,28	0,29	0,30	0,30	0,32	0,32	0,33	0,34
Pará	2,01	2,00	1,96	2,01	2,01	2,02	2,10	2,16	2,18	2,29	2,30	2,32	4,24	4,39	4,49	4,21	4,26	4,28	4,29	4,30	4,33	4,39	4,45	4,53	4,63	4,76	4,83
Amapá	0,09	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08
Tocantins	1,45	1,45	1,47	1,46	1,49	1,50	1,43	1,43	1,44	1,43	1,42	1,41	1,55	1,61	1,65	1,88	1,77	1,79	1,87	1,89	1,96	2,06	2,08	2,18	2,37	2,54	2,37
Maranhão	1,08	1,21	1,06	1,13	1,24	1,22	1,03	1,06	1,05	1,16	1,22	1,23	1,63	1,69	1,79	1,86	1,86	1,91	1,97	1,92	1,96	2,09	2,09	2,19	2,33	2,33	1,87
Piauí	0,37	0,47	0,30	0,28	0,45	0,46	0,27	0,27	0,24	0,33	0,35	0,31	0,28	0,40	0,41	0,54	0,56	0,50	0,66	0,66	0,61	0,83	0,82	0,63	0,92	1,01	0,52
Ceará	0,31	0,44	0,32	0,18	0,51	0,43	0,30	0,28	0,21	0,38	0,47	0,26	0,39	0,42	0,33	0,33	0,48	0,34	0,49	0,39	0,29	0,55	0,27	0,26	0,32	0,24	0,22
Rio Grande do Norte	0,11	0,17	0,16	0,09	0,20	0,19	0,16	0,14	0,10	0,10	0,15	0,11	0,16	0,17	0,19	0,18	0,18	0,17	0,18	0,19	0,17	0,19	0,17	0,16	0,17	0,15	0,15
Paraíba	0,26	0,31	0,29	0,17	0,29	0,29	0,22	0,25	0,15	0,18	0,26	0,18	0,22	0,25	0,25	0,26	0,30	0,24	0,25	0,22	0,18	0,21	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18
Pernambuco	0,41	0,44	0,39	0,29	0,45	0,45	0,42	0,41	0,31	0,28	0,35	0,31	0,36	0,34	0,38	0,41	0,45	0,40	0,43	0,42	0,37	0,39	0,29	0,29	0,30	0,30	0,26
Alagoas	0,30	0,28	0,27	0,23	0,32	0,31	0,29	0,33	0,33	0,32	0,34	0,35	0,34	0,32	0,34	0,36	0,36	0,36	0,42	0,40	0,41	0,45	0,44	0,44	0,45	0,43	0,40
Sergipe	0,25	0,26	0,24	0,24	0,28	0,28	0,27	0,27	0,26	0,27	0,26	0,25	0,25	0,26	0,28	0,31	0,31	0,32	0,39	0,41	0,43	0,36	0,32	0,41	0,41	0,37	0,28
Bahia	2,23	2,42	2,44	2,30	2,44	2,45	2,37	2,73	2,42	2,52	2,97	2,74	2,83	3,00	3,67	4,13	3,77	4,06	4,30	4,06	4,29	4,73	4,24	3,94	4,51	4,89	3,96
Minas Gerais	6,16	6,51	6,43	6,46	6,44	6,34	6,00	6,24	6,25	6,26	6,33	6,18	6,51	6,73	6,93	7,62	7,12	7,90	8,36	8,63	8,80	9,21	9,64	9,70	9,71	9,87	10,05
Espírito Santo	0,64	0,67	0,65	0,67	0,65	0,62	0,62	0,61	0,60	0,60	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,63	0,62	0,70	0,71	0,72	0,72	0,73	0,75	0,75	0,75	0,74	0,73
Rio de Janeiro	0,53	0,55	0,54	0,54	0,54	0,52	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53	0,52	0,54	0,54	0,55	0,59	0,59	0,77	0,80	0,83	0,83	0,85	0,89	0,92	0,93	0,91	0,92
São Paulo	4,42	4,63	4,61	4,41	4,50	4,69	4,83	5,20	5,23	5,40	5,35	5,73	5,80	6,09	6,37	6,61	7,21	6,80	8,45	9,16	9,77	10,29	10,61	11,38	10,88	12,34	12,82
Paraná	5,49	5,39	5,94	6,00	6,16	6,53	6,53	6,32	6,60	6,88	6,24	7,98	7,59	9,23	8,29	7,77	8,07	9,30	9,81	8,23	10,28	10,30	9,82	11,38	11,16	11,68	11,28
Santa Catarina	1,73	1,38	1,85	1,82	1,86	1,91	1,54	1,65	1,61	1,67	1,85	1,95	1,79	2,12	1,87	1,78	1,90	2,32	2,32	2,17	2,36	2,37	2,09	2,35	2,36	2,41	2,35
Rio Grande do Sul	6,12	4,55	6,48	6,46	6,14	6,51	5,38	5,72	6,18	5,79	5,92	7,10	6,30	7,78	6,48	5,15	7,29	8,49	7,91	7,87	8,72	9,59	7,02	9,83	9,63	10,48	10,53
Mato Grosso do Sul	3,47	3,55	3,50	3,61	3,69	3,77	3,71	3,86	3,93	4,18	3,94	4,44	4,34	4,99	4,70	5,24	5,56	5,90	6,05	5,73	6,66	6,65	7,10	7,79	8,05	8,64	8,08
Mato Grosso	4,68	4,67	5,03	5,20	5,67	5,77	5,65	5,93	6,27	6,76	7,44	7,96	10,71	11,20	12,34	13,01	12,07	12,89	13,95	13,67	13,86	15,08	17,17	17,98	18,78	19,81	17,95
Goiás	3,33	3,70	3,72	3,70	3,95	3,97	3,88	4,14	4,29	4,46	4,68	4,80	5,04	5,44	5,46	6,01	5,63	5,99	6,63	6,89	7,09	7,78	8,54	8,73	9,06	9,05	8,74
Distrito Federal	0,05	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,09	0,11	0,11	0,14	0,13	0,14	0,15	0,14	0,14	0,16	0,17	0,16	0,24	0,19	0,15

Fonte: Autor (2019).

Tabela 59. Emissões diretas de N₂O pela Mineralização de N associada à perda de C do solo (categoria 3.D.1.e), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Gg N ₂ O																										
Rondônia	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Acre	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Amazonas	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Roraima	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Pará	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Amapá	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Tocantins	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Maranhão	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Piauí	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Ceará	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Rio Grande do Norte	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Paraíba	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Pernambuco	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Alagoas	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sergipe	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Bahia	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Minas Gerais	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Espírito Santo	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Rio de Janeiro	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
São Paulo	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Paraná	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Santa Catarina	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Rio Grande do Sul	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Mato Grosso do Sul	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Mato Grosso	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Goiás	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Distrito Federal	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Autor (2019).

Tabela 60. Emissões diretas de N₂O pelo manejo de solos orgânicos (categoria 3.D.1.f), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	Gg N ₂ O																											
Rondônia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Acre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Amazonas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Roraima	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Pará	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Amapá	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tocantins	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	
Maranhão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
Piauí	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
Ceará	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Rio Grande do Norte	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Paraíba	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Pernambuco	0,06	0,06	0,06	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Alagoas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Sergipe	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
Bahia	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,25	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	
Minas Gerais	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	
Espirito Santo	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	
Rio de Janeiro	0,92	0,91	0,91	0,91	0,90	0,90	0,90	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88	0,89	0,87	0,87	0,87	0,86	0,86	0,86	0,85	0,84	0,85	0,84	0,84	0,84	0,84	0,83	
São Paulo	1,15	1,16	1,16	1,17	1,18	1,18	1,19	1,19	1,20	1,20	1,21	1,21	1,20	1,23	1,23	1,24	1,24	1,25	1,25	1,26	1,27	1,27	1,28	1,28	1,29	1,29	1,30	
Paraná	1,27	1,28	1,30	1,31	1,25	1,34	1,35	1,36	1,38	1,39	1,41	1,42	1,59	1,45	1,46	1,47	1,49	1,50	1,51	1,53	1,46	1,55	1,57	1,58	1,59	1,61		
Santa Catarina	0,49	0,49	0,49	0,49	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,47	0,47	0,47	
Rio Grande do Sul	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,08	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,20	0,19	0,19	0,20	0,21	0,22	0,22	
Mato Grosso do Sul	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	
Mato Grosso	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,37	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,52	
Goiás	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	
Distrito Federal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Fonte: Autor (2019).

Tabela 61. Emissões indiretas de N₂O pela deposição atmosférica - fertilizantes sintéticos (categoria 3.D.2.a.a), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Gg N ₂ O																										
Rondônia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,04	0,04	0,05
Acre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Amazonas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Roraima	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Pará	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,04	0,04	0,05	0,07	0,05	0,11	0,12	0,12	0,14
Amapá	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tocantins	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	0,06	0,06	0,10	0,12	0,13	0,15
Maranhão	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,05	0,04	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,09	0,09	0,09	0,13	0,13	0,17
Piauí	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,06	0,06	0,08	0,07	0,07	0,12
Ceará	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
Rio Grande do Norte	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Paraíba	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Pernambuco	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,10	0,10	0,09	0,09	0,11	0,09	0,09	0,10	0,09	0,08	0,08
Alagoas	0,08	0,08	0,09	0,06	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,07	0,08	0,10	0,09	0,11	0,10	0,10	0,12	0,11	0,08	0,10	0,12	0,10	0,10	0,08	0,08	0,06	0,06
Sergipe	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,07
Bahia	0,05	0,07	0,08	0,12	0,14	0,15	0,15	0,14	0,19	0,20	0,21	0,20	0,26	0,34	0,33	0,33	0,37	0,44	0,38	0,41	0,47	0,51	0,51	0,50	0,59	0,48	0,55
Minas Gerais	0,30	0,26	0,27	0,39	0,44	0,50	0,62	0,76	0,85	0,85	0,85	0,80	0,84	1,15	1,19	1,40	1,38	1,54	1,31	1,36	1,52	1,84	1,85	1,82	1,97	1,80	2,27
Espírito Santo	0,04	0,03	0,03	0,06	0,09	0,10	0,08	0,12	0,14	0,10	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08	0,15	0,16	0,17	0,14	0,18	0,20	0,25	0,25	0,26	0,28	0,23	0,26
Rio de Janeiro	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
São Paulo	0,91	0,93	0,98	1,11	1,19	1,17	1,12	1,18	1,25	1,14	1,16	1,27	1,27	1,54	1,48	1,57	1,70	1,91	1,66	1,60	1,72	2,01	2,01	2,06	2,04	1,81	2,24
Paraná	0,29	0,31	0,35	0,50	0,49	0,41	0,52	0,48	0,67	0,70	0,77	0,68	0,74	1,03	1,04	0,98	0,89	1,16	1,14	1,09	1,07	1,31	1,31	1,38	1,39	1,32	1,70
Santa Catarina	0,10	0,11	0,11	0,15	0,17	0,15	0,15	0,17	0,19	0,19	0,21	0,26	0,29	0,32	0,31	0,32	0,29	0,37	0,34	0,39	0,37	0,37	0,37	0,47	0,45	0,33	0,51
Rio Grande do Sul	0,33	0,33	0,36	0,50	0,58	0,46	0,43	0,47	0,53	0,54	0,50	0,57	0,69	0,75	0,86	0,73	0,83	0,93	0,96	1,12	1,39	1,49	1,49	1,81	1,96	1,51	1,97
Mato Grosso do Sul	0,03	0,03	0,04	0,09	0,14	0,12	0,09	0,13	0,14	0,12	0,18	0,16	0,18	0,25	0,25	0,22	0,21	0,28	0,29	0,26	0,33	0,40	0,41	0,52	0,57	0,53	0,66
Mato Grosso	0,03	0,04	0,05	0,09	0,12	0,10	0,13	0,22	0,25	0,32	0,32	0,36	0,40	0,65	0,61	0,52	0,50	0,74	0,68	0,62	0,83	1,00	1,00	1,33	1,39	1,31	1,91
Goiás	0,15	0,14	0,15	0,21	0,16	0,14	0,24	0,24	0,28	0,30	0,33	0,33	0,34	0,44	0,43	0,44	0,45	0,60	0,62	0,51	0,66	0,92	0,92	1,00	1,15	1,10	1,31
Distrito Federal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

Fonte: Autor (2019).

Tabela 62. Emissões indiretas de N₂O pela deposição atmosférica - adubos orgânicos (categoria 3.D.2.a.b), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	Gg N ₂ O																											
Rondônia	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Acre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Amazonas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Roraima	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Pará	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	
Amapá	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tocantins	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	
Maranhão	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	
Piauí	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	
Ceará	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,00	0,02	0,02	0,03	0,03	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	
Rio Grande do Norte	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	
Paraíba	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	
Pernambuco	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,04	0,04	0,07	0,07	0,06	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	
Alagoas	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,04	0,04	0,05	0,05	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	
Sergipe	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	
Bahia	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	
Minas Gerais	0,08	0,21	0,24	0,17	0,22	0,22	0,17	0,19	0,21	0,22	0,24	0,22	0,24	0,22	0,27	0,27	0,29	0,27	0,32	0,34	0,36	0,39	0,34	0,39	0,17	0,34	0,40	
Espírito Santo	0,00	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01	0,04	
Rio de Janeiro	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	
São Paulo	0,38	0,40	0,45	0,44	0,47	0,51	0,51	0,56	0,56	0,59	0,60	0,48	0,52	0,61	0,64	0,68	0,72	0,78	0,81	0,97	0,91	0,98	0,81	0,84	0,73	0,67	0,92	
Paraná	0,16	0,10	0,18	0,18	0,17	0,21	0,20	0,21	0,22	0,20	0,24	0,23	0,24	0,25	0,28	0,29	0,28	0,32	0,20	0,39	0,40	0,26	0,30	0,38	0,43	0,46	0,45	
Santa Catarina	0,15	0,16	0,16	0,17	0,18	0,19	0,18	0,18	0,19	0,21	0,22	0,23	0,24	0,24	0,25	0,28	0,27	0,32	0,34	0,35	0,35	0,32	0,30	0,27	0,27	0,27	0,27	
Rio Grande do Sul	0,17	0,04	0,20	0,21	0,22	0,19	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,15	0,21	0,21	0,24	0,25	0,26	0,27	0,25	0,25	0,26	0,25	0,24	0,23	
Mato Grosso do Sul	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,03	0,06	0,05	0,07	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,10	0,11	0,15	0,11	0,15	0,17	0,18	0,18	
Mato Grosso	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,12	0,13	0,13	0,16	0,16	0,17	0,17	0,19	0,20	
Goiás	0,04	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,13	0,13	0,14	0,14	0,17	0,20	0,22	0,25	0,25	0,27	0,30	0,30	0,32	
Distrito Federal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	

Fonte: Autor (2019).

Tabela 63. Emissões indiretas de N₂O pela deposição atmosférica - deposição de dejetos (categoria 3.D.2.a.c), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.

Estado	Gg N ₂ O																										
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rondônia	0,225	0,360	0,357	0,414	0,405	0,458	0,449	0,483	0,573	0,613	0,637	0,743	0,902	1,058	1,196	1,253	1,255	1,220	1,244	1,300	1,334	1,350	1,345	1,315	1,378	1,443	1,468
Acre	0,048	0,049	0,050	0,057	0,059	0,060	0,094	0,095	0,100	0,104	0,115	0,183	0,200	0,206	0,227	0,246	0,264	0,249	0,261	0,265	0,270	0,266	0,276	0,282	0,293	0,308	0,320
Amazonas	0,078	0,080	0,079	0,086	0,093	0,100	0,090	0,094	0,100	0,103	0,105	0,108	0,113	0,135	0,138	0,141	0,146	0,134	0,152	0,160	0,163	0,175	0,175	0,178	0,171	0,159	0,161
Roraima	0,051	0,048	0,049	0,043	0,039	0,037	0,046	0,044	0,048	0,055	0,055	0,051	0,049	0,049	0,052	0,056	0,057	0,054	0,053	0,054	0,064	0,072	0,076	0,083	0,082	0,089	0,088
Pará	0,865	0,919	0,964	1,030	1,043	1,107	0,829	0,921	1,012	1,084	1,237	1,317	1,466	1,584	1,991	2,033	1,970	1,743	1,829	1,909	1,963	2,024	2,060	2,115	2,191	2,250	2,292
Amapá	0,020	0,020	0,019	0,028	0,033	0,034	0,026	0,027	0,030	0,030	0,032	0,033	0,032	0,031	0,033	0,039	0,042	0,042	0,040	0,041	0,044	0,049	0,053	0,056	0,060	0,052	0,051
Tocantins	0,508	0,524	0,548	0,577	0,603	0,622	0,569	0,580	0,592	0,638	0,670	0,721	0,766	0,838	0,862	0,852	0,833	0,796	0,801	0,837	0,880	0,866	0,880	0,890	0,887	0,924	0,961
Maranhão	0,543	0,543	0,532	0,537	0,545	0,551	0,486	0,476	0,485	0,491	0,504	0,548	0,589	0,665	0,708	0,763	0,784	0,780	0,800	0,807	0,820	0,855	0,870	0,880	0,904	0,900	0,896
Piauí	0,378	0,391	0,386	0,377	0,389	0,402	0,327	0,325	0,328	0,329	0,332	0,336	0,339	0,339	0,339	0,338	0,340	0,324	0,323	0,301	0,301	0,301	0,290	0,280	0,280	0,277	0,272
Ceará	0,450	0,452	0,450	0,378	0,392	0,404	0,402	0,401	0,360	0,370	0,376	0,379	0,386	0,391	0,396	0,401	0,410	0,424	0,428	0,434	0,443	0,453	0,461	0,444	0,453	0,446	0,436
Rio Grande do Norte	0,144	0,146	0,141	0,092	0,105	0,117	0,141	0,141	0,125	0,123	0,131	0,130	0,140	0,148	0,157	0,163	0,169	0,167	0,170	0,184	0,175	0,174	0,148	0,161	0,176	0,174	0,163
Paraíba	0,215	0,213	0,214	0,147	0,163	0,176	0,192	0,189	0,143	0,141	0,152	0,153	0,159	0,159	0,165	0,170	0,176	0,180	0,186	0,192	0,192	0,205	0,151	0,161	0,177	0,185	0,186
Pernambuco	0,339	0,338	0,332	0,230	0,247	0,252	0,313	0,294	0,264	0,256	0,280	0,305	0,320	0,313	0,316	0,347	0,380	0,392	0,404	0,416	0,433	0,461	0,363	0,365	0,389	0,420	0,416
Alagoas	0,120	0,132	0,133	0,113	0,115	0,117	0,118	0,129	0,120	0,111	0,107	0,116	0,114	0,116	0,122	0,131	0,136	0,145	0,147	0,149	0,153	0,159	0,153	0,156	0,159	0,165	0,160
Sergipe	0,139	0,142	0,144	0,124	0,113	0,111	0,121	0,120	0,118	0,121	0,114	0,114	0,115	0,120	0,125	0,135	0,146	0,145	0,146	0,154	0,155	0,162	0,158	0,166	0,167	0,169	0,165
Bahia	1,684	1,733	1,788	1,487	1,474	1,483	1,396	1,417	1,360	1,380	1,439	1,481	1,465	1,494	1,542	1,554	1,595	1,631	1,586	1,545	1,591	1,580	1,482	1,552	1,546	1,435	1,367
Minas Gerais	2,657	2,686	2,731	2,735	2,691	2,647	2,471	2,515	2,587	2,538	2,533	2,578	2,604	2,638	2,727	2,726	2,819	2,863	2,850	2,885	2,934	3,063	3,082	3,113	3,062	3,043	2,990
Espírito Santo	0,226	0,239	0,249	0,268	0,265	0,269	0,219	0,232	0,234	0,232	0,228	0,213	0,218	0,231	0,245	0,256	0,267	0,268	0,264	0,273	0,276	0,280	0,287	0,291	0,290	0,279	0,248
Rio de Janeiro	0,239	0,242	0,245	0,249	0,252	0,246	0,226	0,224	0,231	0,230	0,243	0,246	0,247	0,250	0,258	0,261	0,261	0,259	0,266	0,269	0,270	0,273	0,277	0,291	0,293	0,288	0,296
São Paulo	1,528	1,534	1,554	1,581	1,600	1,605	1,511	1,510	1,510	1,521	1,504	1,531	1,578	1,613	1,569	1,535	1,473	1,343	1,311	1,263	1,285	1,255	1,233	1,192	1,146	1,187	1,240
Paraná	1,049	1,045	1,042	1,059	1,091	1,140	1,152	1,154	1,149	1,128	1,147	1,162	1,187	1,210	1,218	1,211	1,174	1,144	1,156	1,172	1,163	1,176	1,166	1,169	1,148	1,163	1,178
Santa Catarina	0,341	0,348	0,347	0,345	0,341	0,344	0,339	0,340	0,339	0,338	0,339	0,350	0,353	0,362	0,372	0,386	0,396	0,399	0,443	0,454	0,460	0,468	0,472	0,485	0,491	0,505	0,520
Rio Grande do Sul	1,706	1,700	1,724	1,734	1,783	1,745	1,560	1,586	1,587	1,578	1,577	1,592	1,633	1,656	1,660	1,617	1,596	1,563	1,642	1,672	1,696	1,708	1,667	1,663	1,651	1,636	1,611
Mato Grosso do Sul	1,980	2,020	2,101	2,248	2,294	2,298	2,104	2,125	2,174	2,186	2,253	2,325	2,378	2,549	2,526	2,512	2,436	2,256	2,315	2,332	2,382	2,261	2,270	2,214	2,210	2,238	2,295
Mato Grosso	0,946	1,035	1,060	1,210	1,309	1,457	1,578	1,651	1,697	1,740	1,908	2,033	2,255	2,489	2,622	2,702	2,642	2,621	2,661	2,822	3,027	2,997	2,946	2,876	2,938	3,048	3,165
Goiás	2,098	2,210	2,175	2,232	2,207	2,221	1,929	1,956	2,061	2,083	2,105	2,211	2,312	2,316	2,339	2,385	2,361	2,350	2,357	2,423	2,507	2,538	2,577	2,515	2,500	2,534	2,627
Distrito Federal	0,013	0,012	0,013	0,015	0,015	0,015	0,014	0,015	0,014	0,013	0,014	0,014	0,014	0,015	0,015	0,013	0,012	0,013	0,010	0,013	0,013	0,013	0,012	0,014	0,014	0,014	0,014

Fonte: Autor (2019).

Tabela 64. Emissões indiretas de N₂O pela lixiviação - fertilizantes sintéticos (categoria 3.D.2.b.a), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Gg N ₂ O																										
Rondônia	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,006	0,007	0,009	0,011	0,010	0,011	0,019	0,014	0,014	0,016	0,021	0,015	0,035	0,041	0,043	0,058
Acre	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,002	0,002
Amazonas	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,004	0,004	0,004	0,003	0,004
Roraima	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,004	0,003	0,003	0,004	0,005	0,004	0,008	0,009	0,004	0,005
Pará	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,007	0,010	0,014	0,017	0,019	0,023	0,026	0,031	0,037	0,035	0,038	0,065	0,047	0,050	0,055	0,074	0,054	0,120	0,134	0,130	0,149
Amapá	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,004	0,002	0,002	0,003
Tocantins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,012	0,009	0,020	0,014	0,021	0,021	0,024	0,037	0,032	0,031	0,042	0,053	0,043	0,038	0,039	0,063	0,065	0,105	0,127	0,140	0,162
Maranhão	0,003	0,004	0,004	0,005	0,010	0,008	0,018	0,025	0,017	0,020	0,032	0,027	0,040	0,051	0,048	0,037	0,042	0,051	0,056	0,057	0,051	0,100	0,084	0,079	0,125	0,113	0,185
Piauí	0,000	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,003	0,001	0,003	0,005	0,003	0,005	0,006	0,014	0,007	0,011	0,011	0,018	0,023	0,004	0,042	0,003	0,032	0,016	0,030	0,098
Ceará	0,000	0,006	0,000	0,000	0,011	0,009	0,010	0,001	0,000	0,005	0,008	0,004	0,016	0,020	0,029	0,000	0,020	0,018	0,024	0,025	0,000	0,020	0,000	0,000	0,002	0,007	0,014
Rio Grande do Norte	0,000	0,000	0,005	0,000	0,012	0,013	0,007	0,008	0,000	0,000	0,010	0,000	0,010	0,013	0,012	0,011	0,003	0,018	0,024	0,022	0,000	0,019	0,000	0,000	0,006	0,000	0,011
Paraíba	0,002	0,004	0,004	0,000	0,011	0,010	0,005	0,007	0,000	0,000	0,011	0,000	0,007	0,011	0,014	0,006	0,010	0,016	0,019	0,026	0,003	0,022	0,013	0,014	0,008	0,013	0,025
Pernambuco	0,030	0,031	0,032	0,000	0,050	0,040	0,040	0,056	0,000	0,000	0,040	0,023	0,046	0,038	0,054	0,056	0,065	0,051	0,076	0,084	0,062	0,052	0,014	0,060	0,037	0,037	0,053
Alagoas	0,063	0,059	0,078	0,000	0,089	0,068	0,019	0,017	0,037	0,010	0,089	0,089	0,014	0,048	0,098	0,097	0,111	0,114	0,084	0,103	0,120	0,104	0,004	0,076	0,075	0,044	0,064
Sergipe	0,004	0,007	0,009	0,000	0,008	0,005	0,002	0,000	0,007	0,006	0,008	0,010	0,005	0,006	0,002	0,011	0,015	0,022	0,031	0,040	0,050	0,037	0,000	0,038	0,037	0,033	0,070
Bahia	0,000	0,006	0,054	0,000	0,000	0,033	0,000	0,058	0,000	0,065	0,107	0,000	0,047	0,000	0,185	0,178	0,080	0,082	0,145	0,141	0,000	0,317	0,000	0,270	0,097	0,014	0,349
Minas Gerais	0,116	0,275	0,316	0,391	0,469	0,526	0,632	0,789	0,870	0,854	1,008	0,845	0,990	1,190	1,357	1,514	1,539	1,576	1,419	1,493	1,631	1,997	1,920	1,972	0,444	1,666	2,408
Espírito Santo	0,000	0,032	0,034	0,000	0,045	0,022	0,037	0,107	0,072	0,054	0,128	0,058	0,068	0,028	0,092	0,166	0,180	0,038	0,159	0,197	0,128	0,279	0,000	0,269	0,000	0,000	0,276
Rio de Janeiro	0,006	0,008	0,015	0,005	0,008	0,006	0,030	0,014	0,011	0,007	0,012	0,009	0,009	0,021	0,015	0,020	0,027	0,016	0,018	0,021	0,013	0,024	0,008	0,025	0,027	0,007	0,028
São Paulo	0,956	0,992	1,104	1,141	1,311	1,294	1,239	1,289	1,340	1,146	1,374	1,362	1,356	1,729	1,591	1,677	1,899	2,081	1,613	1,793	1,578	2,223	1,560	1,957	0,156	0,086	2,409
Paraná	0,332	0,197	0,404	0,523	0,469	0,468	0,571	0,528	0,713	0,560	0,898	0,688	0,872	1,155	1,182	1,081	0,860	1,143	0,505	1,228	1,178	0,775	0,908	1,414	1,506	1,471	1,830
Santa Catarina	0,109	0,126	0,131	0,160	0,187	0,169	0,170	0,185	0,207	0,199	0,253	0,296	0,341	0,358	0,348	0,355	0,235	0,414	0,378	0,442	0,404	0,413	0,426	0,520	0,483	0,364	0,554
Rio Grande do Sul	0,377	0,091	0,416	0,524	0,638	0,452	0,462	0,514	0,571	0,530	0,595	0,653	0,817	0,845	0,450	0,720	0,747	1,047	1,047	1,251	1,502	1,536	1,528	1,986	2,118	1,686	2,114
Mato Grosso do Sul	0,033	0,014	0,047	0,080	0,148	0,135	0,104	0,141	0,141	0,042	0,088	0,187	0,180	0,285	0,264	0,206	0,201	0,303	0,268	0,290	0,369	0,448	0,380	0,548	0,591	0,594	0,713
Mato Grosso	0,029	0,039	0,053	0,084	0,128	0,115	0,145	0,236	0,264	0,331	0,388	0,411	0,468	0,735	0,693	0,576	0,557	0,826	0,755	0,693	0,918	1,101	1,135	1,464	1,507	1,463	2,053
Goiás	0,091	0,160	0,169	0,210	0,173	0,161	0,260	0,261	0,296	0,310	0,392	0,376	0,405	0,498	0,493	0,485	0,509	0,671	0,682	0,578	0,728	1,020	1,053	1,103	1,244	1,212	1,406
Distrito Federal	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,012	0,010	0,016	0,013	0,016	0,015	0,017	0,020	0,016	0,017	0,015	0,017	0,015	0,017	0,021	0,030	0,031	0,032	0,035	0,029	0,027

Fonte: Autor (2019).

Tabela 65. Emissões indiretas de N₂O pela lixiviação - adubos orgânicos (categoria 3.D.2.b.b), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	Gg N ₂ O																											
Rondônia	0,012	0,014	0,016	0,017	0,016	0,017	0,010	0,010	0,010	0,011	0,011	0,010	0,008	0,011	0,012	0,011	0,011	0,012	0,011	0,011	0,012	0,011	0,010	0,009	0,010	0,011	0,010	
Acre	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	
Amazonas	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006	0,007	0,007	0,007	0,007	0,008	0,006	0,006	0,007	0,006	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	
Roraima	0,005	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	
Pará	0,029	0,030	0,031	0,033	0,033	0,035	0,026	0,027	0,027	0,028	0,029	0,027	0,027	0,028	0,026	0,026	0,025	0,025	0,025	0,025	0,024	0,024	0,024	0,023	0,029	0,033	0,033	
Amapá	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	
Tocantins	0,009	0,009	0,011	0,011	0,012	0,014	0,008	0,009	0,010	0,009	0,009	0,010	0,011	0,011	0,011	0,011	0,012	0,013	0,013	0,014	0,014	0,015	0,020	0,025	0,030	0,029	0,031	
Maranhão	0,026	0,039	0,032	0,031	0,037	0,039	0,030	0,030	0,022	0,031	0,032	0,030	0,031	0,032	0,032	0,031	0,032	0,031	0,032	0,035	0,035	0,033	0,034	0,027	0,024	0,030	0,025	0,033
Piauí	0,008	0,015	0,010	0,011	0,019	0,019	0,016	0,017	0,012	0,017	0,018	0,014	0,016	0,015	0,023	0,015	0,019	0,015	0,020	0,019	0,012	0,019	0,009	0,011	0,014	0,010	0,017	
Ceará	0,002	0,023	0,002	0,000	0,024	0,029	0,031	0,004	0,000	0,015	0,022	0,011	0,024	0,017	0,031	0,000	0,020	0,019	0,035	0,035	0,000	0,038	0,000	0,000	0,010	0,014	0,041	
Rio Grande do Norte	0,002	0,002	0,008	0,002	0,008	0,011	0,010	0,010	0,002	0,002	0,008	0,002	0,009	0,011	0,012	0,011	0,003	0,012	0,013	0,017	0,002	0,013	0,002	0,001	0,006	0,002	0,010	
Paraíba	0,010	0,013	0,016	0,004	0,011	0,019	0,016	0,019	0,005	0,005	0,016	0,004	0,015	0,017	0,022	0,021	0,013	0,023	0,027	0,032	0,014	0,025	0,024	0,021	0,013	0,024	0,025	
Pernambuco	0,050	0,047	0,049	0,008	0,043	0,052	0,060	0,075	0,010	0,008	0,046	0,023	0,041	0,040	0,057	0,061	0,048	0,051	0,082	0,080	0,062	0,062	0,022	0,036	0,034	0,041	0,059	
Alagoas	0,056	0,055	0,056	0,013	0,035	0,056	0,012	0,017	0,042	0,016	0,049	0,065	0,012	0,033	0,076	0,075	0,063	0,071	0,086	0,081	0,069	0,079	0,014	0,061	0,050	0,047	0,045	
Sergipe	0,002	0,006	0,006	0,001	0,005	0,005	0,002	0,001	0,005	0,005	0,006	0,008	0,003	0,002	0,002	0,009	0,008	0,010	0,010	0,011	0,011	0,011	0,002	0,013	0,012	0,014	0,014	
Bahia	0,000	0,004	0,025	0,001	0,000	0,009	0,002	0,014	0,002	0,008	0,019	0,001	0,003	0,001	0,017	0,019	0,011	0,006	0,013	0,007	0,002	0,022	0,002	0,012	0,011	0,009	0,023	
Minas Gerais	0,082	0,223	0,246	0,171	0,231	0,233	0,179	0,198	0,218	0,232	0,257	0,232	0,255	0,228	0,285	0,288	0,313	0,290	0,361	0,390	0,410	0,444	0,379	0,439	0,125	0,393	0,466	
Espírito Santo	0,002	0,017	0,023	0,002	0,014	0,005	0,010	0,016	0,011	0,014	0,023	0,012	0,014	0,013	0,029	0,034	0,034	0,008	0,037	0,041	0,029	0,038	0,004	0,036	0,003	0,003	0,040	
Rio de Janeiro	0,024	0,028	0,043	0,023	0,035	0,040	0,040	0,029	0,026	0,025	0,025	0,026	0,023	0,032	0,035	0,037	0,035	0,024	0,035	0,035	0,026	0,030	0,019	0,028	0,033	0,016	0,026	
São Paulo	0,530	0,566	0,632	0,608	0,650	0,702	0,695	0,763	0,776	0,788	0,795	0,609	0,645	0,792	0,820	0,882	0,953	1,024	1,038	1,352	1,120	1,341	0,865	1,030	0,322	0,282	1,258	
Paraná	0,177	0,103	0,192	0,195	0,171	0,226	0,225	0,237	0,249	0,194	0,264	0,237	0,265	0,271	0,307	0,323	0,292	0,332	0,165	0,442	0,446	0,216	0,269	0,393	0,469	0,498	0,492	
Santa Catarina	0,153	0,156	0,164	0,174	0,183	0,192	0,181	0,179	0,194	0,205	0,221	0,233	0,236	0,239	0,252	0,281	0,274	0,317	0,344	0,355	0,350	0,317	0,296	0,268	0,274	0,268	0,269	
Rio Grande do Sul	0,173	0,040	0,201	0,211	0,217	0,189	0,173	0,181	0,184	0,186	0,194	0,199	0,198	0,202	0,150	0,206	0,211	0,242	0,253	0,259	0,273	0,251	0,251	0,257	0,250	0,236	0,234	
Mato Grosso do Sul	0,028	0,019	0,035	0,029	0,037	0,040	0,043	0,045	0,050	0,019	0,033	0,063	0,053	0,076	0,072	0,067	0,072	0,092	0,093	0,119	0,133	0,187	0,129	0,184	0,208	0,233	0,244	
Mato Grosso	0,030	0,033	0,033	0,031	0,040	0,045	0,049	0,056	0,066	0,066	0,072	0,070	0,082	0,090	0,107	0,111	0,113	0,117	0,140	0,153	0,148	0,175	0,175	0,193	0,193	0,217	0,229	
Goiás	0,047	0,083	0,089	0,086	0,092	0,097	0,076	0,083	0,089	0,092	0,093	0,098	0,112	0,124	0,144	0,148	0,156	0,162	0,196	0,233	0,265	0,315	0,310	0,341	0,381	0,392	0,417	
Distrito Federal	0,000	0,004	0,005	0,005	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008	0,007	0,007	0,008	0,009	0,011	0,011	0,014	0,011	0,012	0,010	0,010	0,009	0,010	0,008	0,010	0,011	0,011	0,014	

Fonte: Autor (2019).

Tabela 66. Emissões indiretas de N₂O pela lixiviação - Deposição de dejetos (categoria 3.D.2.b.c), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.

Estado	Gg N ₂ O																										
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rondônia	0,253	0,405	0,402	0,466	0,455	0,515	0,505	0,543	0,644	0,690	0,717	0,835	1,015	1,190	1,345	1,409	1,412	1,373	1,400	1,463	1,501	1,519	1,513	1,479	1,551	1,624	1,655
Acre	0,054	0,055	0,056	0,065	0,067	0,067	0,106	0,107	0,112	0,117	0,129	0,206	0,225	0,232	0,255	0,277	0,297	0,280	0,294	0,298	0,304	0,299	0,311	0,317	0,330	0,347	0,361
Amazonas	0,088	0,090	0,089	0,096	0,104	0,113	0,101	0,106	0,112	0,115	0,118	0,121	0,127	0,151	0,156	0,159	0,165	0,151	0,171	0,180	0,184	0,197	0,197	0,200	0,192	0,179	0,183
Roraima	0,057	0,054	0,055	0,049	0,044	0,042	0,051	0,050	0,054	0,062	0,062	0,057	0,055	0,055	0,059	0,063	0,064	0,060	0,060	0,060	0,072	0,081	0,085	0,093	0,092	0,100	0,102
Pará	0,973	1,034	1,085	1,158	1,173	1,245	0,933	1,036	1,138	1,219	1,392	1,482	1,649	1,782	2,240	2,287	2,216	1,961	2,057	2,147	2,208	2,277	2,318	2,379	2,465	2,535	2,581
Amapá	0,022	0,022	0,022	0,032	0,037	0,039	0,029	0,031	0,034	0,034	0,036	0,037	0,036	0,035	0,037	0,043	0,047	0,047	0,045	0,046	0,050	0,055	0,060	0,063	0,067	0,058	0,058
Tocantins	0,571	0,590	0,616	0,649	0,679	0,700	0,640	0,652	0,666	0,718	0,754	0,811	0,861	0,942	0,969	0,958	0,937	0,896	0,901	0,941	0,990	0,974	0,991	1,001	0,998	1,039	1,085
Maranhão	0,346	0,611	0,555	0,495	0,614	0,619	0,547	0,536	0,367	0,552	0,567	0,598	0,662	0,749	0,796	0,858	0,882	0,877	0,900	0,908	0,923	0,962	0,907	0,898	0,990	0,825	1,013
Piauí	0,068	0,207	0,115	0,130	0,304	0,289	0,208	0,268	0,128	0,221	0,241	0,166	0,226	0,175	0,382	0,208	0,275	0,163	0,309	0,272	0,095	0,260	0,048	0,086	0,134	0,067	0,233
Ceará	0,013	0,189	0,034	0,000	0,317	0,455	0,452	0,065	0,000	0,142	0,279	0,084	0,324	0,169	0,445	0,000	0,201	0,152	0,482	0,457	0,000	0,510	0,000	0,000	0,045	0,051	0,465
Rio Grande do Norte	0,000	0,000	0,041	0,000	0,103	0,087	0,057	0,042	0,000	0,000	0,056	0,000	0,050	0,053	0,086	0,055	0,056	0,075	0,176	0,207	0,000	0,127	0,000	0,000	0,019	0,000	0,072
Paraíba	0,002	0,010	0,017	0,000	0,099	0,075	0,035	0,034	0,000	0,000	0,062	0,000	0,030	0,039	0,085	0,022	0,096	0,070	0,172	0,210	0,001	0,105	0,012	0,012	0,003	0,014	0,072
Pernambuco	0,029	0,057	0,037	0,000	0,135	0,047	0,075	0,143	0,000	0,000	0,121	0,019	0,094	0,037	0,157	0,164	0,139	0,097	0,306	0,311	0,175	0,196	0,010	0,034	0,033	0,039	0,182
Alagoas	0,016	0,028	0,061	0,000	0,086	0,036	0,024	0,044	0,015	0,002	0,076	0,042	0,048	0,018	0,088	0,099	0,096	0,105	0,124	0,126	0,130	0,117	0,003	0,060	0,060	0,034	0,126
Sergipe	0,017	0,109	0,131	0,000	0,098	0,082	0,035	0,000	0,035	0,063	0,073	0,103	0,075	0,020	0,022	0,118	0,125	0,123	0,125	0,114	0,132	0,103	0,000	0,118	0,104	0,095	0,141
Bahia	0,000	0,114	0,925	0,000	0,000	0,308	0,006	0,317	0,000	0,183	0,486	0,000	0,104	0,000	0,531	0,588	0,347	0,124	0,314	0,123	0,000	0,505	0,000	0,273	0,163	0,036	0,407
Minas Gerais	0,982	2,762	3,072	2,044	2,765	2,660	2,271	2,485	2,604	2,614	2,827	2,275	2,929	2,281	3,068	2,882	3,152	2,301	2,988	3,019	2,977	3,105	2,341	3,298	0,354	2,078	3,325
Espírito Santo	0,000	0,225	0,280	0,000	0,109	0,054	0,087	0,187	0,086	0,105	0,257	0,078	0,158	0,078	0,276	0,288	0,301	0,078	0,297	0,307	0,137	0,315	0,000	0,290	0,000	0,000	0,285
Rio de Janeiro	0,140	0,227	0,276	0,163	0,258	0,276	0,254	0,201	0,183	0,206	0,219	0,224	0,225	0,282	0,291	0,294	0,294	0,231	0,299	0,303	0,241	0,307	0,175	0,327	0,330	0,161	0,355
São Paulo	1,439	1,536	1,645	1,671	1,760	1,721	1,700	1,698	1,699	1,556	1,610	1,396	1,206	1,814	1,380	1,476	1,603	1,285	1,160	1,421	1,159	1,413	1,074	1,038	0,177	0,008	1,428
Paraná	1,180	0,570	1,172	1,191	0,962	1,282	1,296	1,298	1,293	0,855	1,280	1,182	1,336	1,361	1,370	1,362	1,208	1,102	0,595	1,319	1,309	0,794	0,804	1,192	1,293	1,309	1,352
Santa Catarina	0,384	0,392	0,390	0,388	0,384	0,387	0,382	0,382	0,382	0,380	0,382	0,393	0,397	0,407	0,418	0,434	0,359	0,448	0,499	0,511	0,518	0,527	0,532	0,546	0,553	0,569	0,610
Rio Grande do Sul	1,919	0,538	1,940	1,951	2,006	1,447	1,567	1,785	1,785	1,523	1,774	1,791	1,837	1,863	0,756	1,508	1,125	1,759	1,800	1,881	1,746	1,537	1,326	1,872	1,858	1,840	1,836
Mato Grosso do Sul	1,835	1,271	2,364	1,794	2,443	2,415	2,367	2,391	2,029	0,954	1,637	2,616	1,656	2,868	2,269	1,888	2,269	2,209	1,977	1,882	2,172	2,544	1,411	1,869	2,350	2,518	2,586
Mato Grosso	1,064	1,165	1,192	1,148	1,473	1,639	1,776	1,857	1,909	1,957	2,146	2,287	2,537	2,800	2,950	3,040	2,972	2,948	2,993	3,175	3,405	3,371	3,138	3,236	3,306	3,223	3,568
Goiás	1,463	2,486	2,447	2,420	2,483	2,499	2,170	2,201	2,319	2,344	2,368	2,487	2,601	2,605	2,631	2,683	2,656	2,553	2,652	2,726	2,821	2,856	2,900	2,830	2,814	2,694	2,999
Distrito Federal	0,000	0,014	0,015	0,016	0,017	0,017	0,016	0,017	0,015	0,015	0,015	0,016	0,016	0,016	0,017	0,014	0,014	0,014	0,011	0,015	0,014	0,014	0,014	0,016	0,016	0,016	0,018

Fonte: Autor (2019).

Tabela 67. Emissões indiretas de N₂O pela lixiviação - Resíduos agrícolas (categoria 3.D.2.b.d), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Gg N ₂ O																										
Rondônia	0,14	0,15	0,16	0,18	0,20	0,20	0,18	0,18	0,19	0,20	0,20	0,21	0,39	0,40	0,42	0,40	0,41	0,41	0,42	0,43	0,43	0,44	0,46	0,46	0,47	0,49	0,49
Acre	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11
Amazonas	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Roraima	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08
Pará	0,45	0,45	0,44	0,45	0,45	0,46	0,47	0,49	0,49	0,51	0,52	0,52	0,95	0,99	1,01	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,99	1,00	1,02	1,04	1,07	1,09
Amapá	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Tocantins	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,34	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,35	0,36	0,37	0,42	0,40	0,40	0,42	0,42	0,44	0,46	0,47	0,49	0,53	0,57	0,53
Maranhão	0,22	0,27	0,23	0,24	0,28	0,27	0,23	0,24	0,21	0,26	0,27	0,27	0,37	0,38	0,40	0,42	0,42	0,43	0,44	0,43	0,44	0,47	0,43	0,47	0,48	0,46	0,42
Piauí	0,04	0,06	0,03	0,03	0,06	0,06	0,04	0,04	0,03	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,08	0,09	0,10	0,07	0,11	0,12	0,04	0,13	0,03	0,10	0,04	0,15	0,10
Ceará	0,00	0,03	0,00	0,00	0,07	0,08	0,05	0,01	0,00	0,02	0,06	0,01	0,04	0,02	0,05	0,00	0,04	0,02	0,08	0,06	0,00	0,10	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02
Rio Grande do Norte	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02
Paraíba	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03
Pernambuco	0,04	0,05	0,05	0,02	0,06	0,05	0,05	0,06	0,03	0,03	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,06	0,06	0,05	0,07	0,06	0,05	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
Alagoas	0,05	0,05	0,05	0,03	0,06	0,05	0,03	0,04	0,05	0,04	0,07	0,06	0,04	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07	0,09	0,08	0,09	0,09	0,05	0,09	0,09	0,08	0,08
Sergipe	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06	0,08	0,07	0,09	0,05	0,04	0,07	0,06	0,05	0,06
Bahia	0,28	0,33	0,40	0,28	0,28	0,39	0,29	0,41	0,29	0,40	0,45	0,30	0,29	0,29	0,62	0,69	0,36	0,34	0,75	0,70	0,33	0,87	0,33	0,72	0,33	0,33	0,74
Minas Gerais	1,22	1,43	1,44	1,37	1,43	1,41	1,33	1,38	1,39	1,39	1,42	1,36	1,46	1,48	1,55	1,70	1,60	1,73	1,86	1,93	1,96	2,05	2,11	2,17	1,45	2,04	2,24
Espírito Santo	0,12	0,15	0,15	0,12	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,16	0,15	0,17	0,14	0,16	0,15	0,15	0,16
Rio de Janeiro	0,11	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,17	0,18	0,19	0,18	0,19	0,18	0,21	0,21	0,19	0,21
São Paulo	0,95	1,01	1,02	0,98	1,01	1,04	1,09	1,17	1,18	1,18	1,19	1,24	1,21	1,37	1,36	1,44	1,62	1,49	1,68	2,06	1,91	2,31	1,76	2,23	0,47	0,42	2,89
Paraná	1,24	0,94	1,34	1,36	1,31	1,48	1,48	1,44	1,50	1,42	1,40	1,71	1,73	2,11	1,90	1,79	1,72	1,92	1,17	1,86	2,33	1,59	1,59	2,47	2,52	2,64	2,55
Santa Catarina	0,39	0,31	0,42	0,41	0,42	0,43	0,35	0,37	0,36	0,38	0,42	0,44	0,40	0,48	0,42	0,40	0,37	0,52	0,52	0,49	0,53	0,54	0,47	0,53	0,53	0,54	0,53
Rio Grande do Sul	1,39	0,69	1,48	1,48	1,41	1,32	1,19	1,29	1,40	1,25	1,34	1,61	1,43	1,76	0,98	1,10	1,46	1,92	1,77	1,79	1,95	2,08	1,48	2,24	2,19	2,39	2,42
Mato Grosso do Sul	0,78	0,68	0,79	0,78	0,83	0,84	0,84	0,87	0,88	0,73	0,75	1,00	0,94	1,13	1,03	1,13	1,20	1,32	1,29	1,28	1,50	1,50	1,48	1,72	1,79	1,95	1,82
Mato Grosso	1,05	1,05	1,13	1,16	1,28	1,30	1,27	1,34	1,41	1,52	1,67	1,79	2,41	2,52	2,78	2,93	2,72	2,90	3,14	3,08	3,12	3,39	3,86	4,05	4,23	4,45	4,04
Goiás	0,66	0,83	0,84	0,83	0,89	0,89	0,87	0,93	0,97	1,00	1,05	1,08	1,13	1,22	1,23	1,35	1,27	1,34	1,49	1,55	1,59	1,75	1,92	1,96	2,04	2,01	1,97
Distrito Federal	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03

Fonte: Autor (2019).

Tabela 68. Emissões indiretas de N₂O pela Lixiviação da Mineralização de N associada a perda de C do solo (categoria 3.D.2.b.e), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.

Bioma	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Amazonia	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467	0,752	0,752	0,752	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386	0,386
Cerrados	0,813	0,813	0,813	0,813	0,813	0,813	0,813	0,813	0,813	0,813	0,813	0,813	0,813	1,252	1,252	1,252	1,252	1,252	1,252	1,252	1,252	1,252	1,252	1,252	1,252	1,252	1,252	1,252
Caatinga	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,187	0,187	0,187	0,187	0,187	0,187	0,187	0,187	0,187	0,187	0,187	0,187	0,187	0,187	0,187
Mata Atlântica	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	0,648	3,430	3,430	3,430	3,430	3,430	3,430	3,430	3,430	3,430	3,430	3,430	3,430	3,430	3,430	3,430
Pampa	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,641	0,641	0,641	0,641	0,641	0,641	0,641	0,641	0,641	0,641	0,641	0,641	0,641	0,641	0,641
Pantanal	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
Brasil	2,190	2,190	2,190	2,190	2,190	2,190	2,190	2,190	2,190	2,190	2,190	2,190	2,190	6,283	6,283	6,283	5,917	5,917	5,917	5,917	5,917	5,917	5,917	5,917	5,917	5,917	5,917	5,917

Fonte: Autor (2019).

Tabela 69. Emissão total de CO₂ pelo Uso de Calcário (subsetor 3.G), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Gg CO ₂																										
Rondônia	3.326	3.410	7.309	1.391	3.367	5.462	4.158	6.055	5.241	8.456	11.337	9.693	10.222	17.064	11.712	46.775	40.289	65.708	80.322	35.818	79.958	151.533	186.764	129.749	145.628	51.494	88.366
Acre	689	851	1.407	264	573	962	783	1.141	994	1.591	2.410	2.279	2.971	4.335	3.169	11.829	9.617	15.563	16.360	5.969	17.498	29.722	46.876	31.155	32.463	10.020	15.547
Amazonas	447	366	715	147	335	604	1.664	2.412	2.152	3.333	4.321	4.011	4.969	6.821	3.932	17.462	14.896	21.828	24.723	10.792	22.336	39.082	55.355	38.894	34.700	10.246	14.957
Roraima	98	122	275	0	145	308	396	599	470	725	967	752	1.147	2.039	1.612	5.752	4.711	6.126	7.760	2.583	5.551	10.805	15.949	14.090	15.129	5.341	9.038
Pará	4.926	5.402	12.139	1.992	4.455	8.807	12.655	16.828	14.036	22.806	29.816	24.726	28.273	45.757	29.208	110.821	89.539	144.769	159.054	65.814	132.843	217.347	316.629	255.399	307.517	114.050	204.371
Amapá	42	34	65	12	19	44	82	134	107	139	225	322	383	531	353	1.472	1.235	2.255	3.081	1.479	3.447	5.620	7.620	6.586	11.548	3.007	5.575
Tocantins	142.613	107.130	71.977	262.167	28.600	14.300	143.000	38.133	38.086	35.321	64.827	12.346	166.833	157.777	381.333	255.970	188.760	178.035	233.090	223.938	185.900	286.191	524.333	671.051	617.140	563.658	654.749
Maranhão	97.241	105.397	82.463	66.733	190.667	85.800	133.467	104.867	130.607	102.483	181.133	190.667	166.833	238.333	238.333	40.517	95.333	111.826	0	0	162.067	0	0	278.087	240.526	193.384	175.461
Piauí	9.215	9.335	17.269	2.747	6.479	11.748	7.593	11.252	9.520	14.877	20.078	19.606	24.744	36.632	25.540	100.791	87.610	149.042	172.382	79.506	169.339	306.147	443.521	360.471	416.652	139.078	224.785
Ceará	13.833	13.679	24.948	4.039	9.778	16.110	14.202	20.106	17.163	29.465	40.942	36.655	48.333	70.996	42.126	140.644	130.187	227.186	273.336	121.561	216.370	427.661	487.516	274.225	350.327	115.569	185.898
Rio Grande do Norte	2.778	3.846	7.501	500	2.652	4.643	5.779	7.522	4.131	6.043	9.185	7.577	10.948	16.774	11.986	33.738	31.121	50.185	60.425	26.437	35.567	76.894	77.610	58.173	69.751	21.020	32.115
Paraíba	6.949	6.151	12.007	612	3.571	6.811	6.974	10.476	4.924	8.181	13.721	10.726	14.264	23.179	15.746	50.393	46.866	71.540	92.295	39.317	54.093	119.226	99.271	62.862	87.258	24.723	47.283
Pernambuco	36.679	44.702	0	42.900	74.837	28.600	28.600	28.600	19.162	26.693	43.853	23.833	42.900	62.920	42.900	76.267	76.267	54.769	0	0	0	0	0	0	30.364	36.322	32.556
Alagoas	30.420	30.597	0	30.983	50.050	28.600	28.600	41.470	0	55.865	38.133	15.635	33.367	47.667	46.523	0	9.533	35.178	0	0	0	0	0	0	35.988	35.559	76.171
Sergipe	1.518	1.928	2.712	460	1.452	2.621	3.209	4.381	3.179	4.939	6.324	6.168	7.491	12.416	7.972	28.719	29.148	45.347	53.486	23.608	52.901	80.678	103.084	79.356	88.815	28.770	46.639
Bahia	117.796	123.753	54.817	128.700	200.200	70.594	105.296	232.947	237.094	250.107	356.690	222.127	207.350	227.370	288.860	127.937	140.617	301.921	377.043	471.137	422.088	415.892	0	407.121	460.174	434.339	510.367
Minas Gerais	1.041.086	1.037.430	858.000	1.096.333	1.115.877	843.509	891.557	933.313	894.608	1.037.799	1.423.660	1.117.211	1.324.28	1.392.582	1.131.845	1.076.266	1.590.494	1.413.031	1.440.010	937.222	1.769.196	2.052.860	2.166.593	1.999.760	2.183.944	1.942.560	2.298.344
Espírito Santo	43.388	43.330	0	57.200	61.967	62.539	28.552	53.768	53.673	114.400	196.339	39.134	77.172	109.157	76.124	70.308	0	93.713	95.333	112.875	79.603	90.853	113.494	0	151.103	135.469	173.554
Rio de Janeiro	1.911	1.767	3.153	534	1.107	1.764	2.234	3.067	2.411	3.486	4.426	4.226	4.890	7.196	4.670	16.926	14.128	20.177	23.472	9.952	21.521	31.183	48.148	32.070	32.396	9.098	12.867
São Paulo	1.918.734	1.930.281	1.634.967	1.721.243	2.176.937	1.602.553	1.638.160	1.775.250	1.714.475	1.527.669	1.584.011	1.494.684	1.525.143	1.831.830	1.437.579	1.598.692	1.954.953	2.020.066	1.583.487	1.249.72	1.610.085	1.904.569	2.021.591	1.759.377	1.793.792	1.596.166	2.055.530
Paraná	1.462.718	1.374.570	988.130	1.340.387	1.659.277	882.787	1.154.582	1.385.622	1.206.729	1.032.555	1.089.040	1.322.178	1.239.333	1.810.285	1.635.443	825.634	780.685	1.214.833	1.198.817	1.405.595	1.352.256	1.254.587	1.824.156	1.685.350	1.882.595	2.118.307	1.638.399
Santa Catarina	428.672	408.702	452.833	349.873	365.603	384.479	331.569	441.441	352.066	236.427	284.093	282.568	524.333	345.679	456.647	286.000	252.395	298.155	430.430	165.880	290.814	435.483	546.784	414.509	396.348	310.691	326.612
Rio Grande do Sul	1.620.778	1.543.503	1.343.247	1.761.760	1.488.153	663.520	857.619	1.105.438	1.002.621	891.796	955.383	1.081.032	1.080.746	1.345.725	1.083.511	411.459	522.808	744.077	935.697	894.608	848.276	1.161.112	1.254.968	1.549.739	1.475.283	1.422.850	1.524.857
Mato Grosso do Sul	481.631	420.609	247.867	512.893	497.640	185.900	282.139	428.905	306.306	285.762	387.816	427.570	516.230	759.521	772.200	427.427	328.900	692.406	920.443	847.418	810.762	884.932	1.416.367	1.375.326	1.442.250	1.324.466	1.513.035
Mato Grosso	816.233	673.527	679.727	1.062.013	1.088.707	368.797	640.259	597.645	912.531	644.167	1.215.500	1.523.760	2.127.602	2.589.921	3.363.598	1.395.203	807.092	1.585.060	1.838.980	1.602.601	1.811.333	2.541.873	3.047.092	3.185.849	3.250.056	2.837.454	2.540.300
Goiás	856.381	781.653	839.887	924.733	707.850	562.467	67	879.069	758.186	948.567	1.215.000	1.430.000	1.447.351	1.430.000	1.430.000	928.642	774.583	983.363	1.386.147	752.132	1.121.454	1.437.436	1.331.092	1.251.202	1.262.928	1.107.630	1.410.743
Distrito Federal	603	575	1.066	172	388	654	808	1.208	974	1.444	2.012	1.957	2.479	4.129	2.849	11.636	9.971	17.112	20.481	8.117	17.023	29.863	44.681	34.109	48.694	14.703	25.757

Fonte: Autor (2019).

Tabela 70. Emissão total de CO₂ pela Aplicação de Ureia (subsetor 3.H), por Unidade Federativa, de 1990 a 2016.

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Gg CO ₂																										
Rondônia	207	248	332	486	470	533	502	707	1.027	1.281	1.129	1.445	1.543	2.060	2.364	2.416	2.548	4.316	3.230	3.310	3.765	5.091	3.466	8.345	10.105	10.129	14.504
Acre	7	8	11	16	15	17	16	23	33	41	36	47	50	66	76	78	82	139	104	107	121	164	112	269	258	362	480
Amazonas	22	27	36	52	51	57	54	76	111	138	122	156	166	222	255	261	275	466	348	357	406	549	374	900	1.029	760	985
Roraima	48	57	77	113	109	123	116	164	238	297	262	335	357	477	548	560	590	1.000	749	767	872	1.180	803	1.934	2.144	915	1.174
Pará	720	860	1.154	1.687	1.633	1.849	1.745	2.455	3.567	4.447	3.922	5.017	5.357	7.153	8.208	8.389	8.847	14.987	11.217	11.496	13.074	17.679	12.036	28.980	33.325	30.590	37.565
Amapá	25	30	40	59	57	65	61	86	124	155	137	175	187	250	286	293	309	523	391	401	456	617	420	1.011	488	466	644
Tocantins	0	0	0	0	0	1.362	2.847	2.116	5.172	3.847	4.280	4.691	5.055	8.411	7.280	7.362	9.782	12.250	10.223	8.878	9.207	15.030	14.632	25.410	31.720	32.935	40.825
Maranhão	1.182	1.049	950	1.564	2.262	1.910	4.334	6.133	7.180	5.453	6.613	6.548	8.329	11.687	10.756	9.033	9.759	11.723	13.329	13.233	12.050	23.919	23.285	23.517	35.663	35.314	46.502
Piauí	374	778	732	834	779	814	1.210	1.419	1.489	1.487	2.127	2.449	2.099	3.590	3.054	3.594	4.420	6.633	6.685	7.403	9.566	14.900	14.505	20.634	18.550	17.202	31.285
Ceará	2.248	2.542	2.179	3.046	3.073	2.172	2.318	3.265	3.324	2.172	1.892	2.271	3.846	6.342	6.456	5.284	6.135	5.918	5.664	5.932	4.475	4.724	4.599	4.534	5.568	4.416	3.722
Rio Grande do Norte	2.594	2.739	2.824	2.773	3.310	3.609	3.239	4.275	4.981	4.592	3.912	4.244	4.686	5.985	4.792	5.532	6.191	7.793	5.885	5.120	5.855	5.260	5.121	4.736	5.470	4.804	6.023
Paraíba	4.102	5.487	4.533	4.151	4.114	3.900	4.025	5.302	5.218	3.943	3.584	3.738	4.232	5.367	4.679	4.744	6.363	5.823	5.064	6.100	7.306	7.094	6.906	7.270	9.105	6.596	8.001
Pernambuco	17.124	19.951	18.605	21.771	20.087	19.188	20.069	21.071	19.304	17.217	14.843	20.667	17.959	21.391	19.316	21.807	25.988	24.969	22.894	24.611	30.268	23.282	22.665	25.866	24.269	20.079	22.469
Alagoas	21.644	21.050	22.148	16.797	26.272	24.867	26.465	25.602	26.256	20.267	20.138	24.482	21.412	27.617	24.529	26.926	30.171	29.634	21.565	25.674	30.924	26.500	25.798	21.534	22.029	15.400	17.017
Sergipe	2.471	2.228	2.007	2.650	2.357	1.595	2.324	1.876	3.429	2.604	2.214	2.330	2.665	4.244	1.760	2.992	3.864	5.703	8.249	11.997	12.953	13.946	13.577	12.611	16.515	14.184	19.230
Bahia	13.016	19.068	20.814	32.750	36.096	39.179	38.940	37.150	50.841	56.000	50.738	51.274	64.387	88.284	84.465	88.157	96.778	113.814	101.236	106.021	123.302	133.232	129.699	131.430	159.973	124.551	149.804
Minas Gerais	78.039	68.817	69.635	107.595	117.024	128.197	163.076	203.747	230.135	235.739	206.415	203.956	206.930	296.688	305.045	371.818	359.332	400.861	344.153	352.907	399.558	485.532	472.659	482.674	531.246	470.626	614.580
Espirito Santo	9.430	8.780	7.477	17.369	23.172	25.672	22.154	32.650	37.708	28.685	25.973	25.376	22.160	19.764	20.777	39.993	41.864	44.056	37.922	45.622	53.393	66.487	64.724	68.315	76.317	59.607	69.441
Rio de Janeiro	3.205	3.103	3.308	2.538	1.912	1.434	7.157	5.670	5.472	3.229	4.106	3.578	3.504	4.861	3.450	4.924	6.357	6.823	4.194	4.842	5.595	5.625	5.476	6.010	6.737	5.128	6.945
São Paulo	234.715	244.678	248.276	307.720	312.762	301.774	296.152	316.821	341.429	319.161	282.975	323.168	313.435	397.672	379.247	416.895	443.759	497.586	437.244	415.435	453.083	529.644	515.600	546.861	548.855	472.321	606.814
Paraná	76.105	81.821	89.066	138.508	128.786	107.270	136.406	129.759	181.680	195.069	187.128	173.720	182.396	265.639	265.597	260.863	231.594	301.299	299.249	284.495	280.774	345.628	336.464	365.347	374.883	345.190	460.843
Santa Catarina	24.981	29.970	28.965	42.366	44.510	38.708	40.535	45.547	52.809	53.305	51.519	65.960	71.233	82.451	78.171	85.663	74.782	96.068	90.006	102.456	96.298	98.310	95.703	125.515	120.166	85.410	139.434
Rio Grande do Sul	86.190	85.747	91.701	138.718	151.623	119.317	113.587	126.412	145.380	151.811	121.223	145.335	170.858	194.415	219.074	192.331	216.950	242.731	254.003	290.006	366.819	392.061	381.665	479.903	527.287	395.749	532.472
Mato Grosso do Sul	7.650	8.744	10.247	25.821	36.477	31.808	24.788	34.625	37.015	34.278	43.729	41.720	43.389	65.475	63.765	57.969	55.004	72.438	76.641	68.467	88.205	106.719	103.889	137.616	152.596	139.353	179.600
Mato Grosso	6.662	9.314	11.623	23.688	30.494	26.432	34.729	57.959	67.271	88.746	78.977	91.626	97.935	169.002	155.681	138.978	129.783	191.484	179.657	160.680	218.871	262.285	255.331	353.662	375.212	343.994	516.983
Goiás	37.941	37.943	37.291	57.331	40.999	36.900	62.219	64.022	75.523	83.071	79.924	83.665	84.676	114.521	110.749	117.056	118.640	157.251	162.390	133.882	173.394	242.869	236.429	266.551	309.610	288.850	354.184
Distrito Federal	0	0	0	0	0	1.371	2.859	2.411	4.107	3.429	3.353	3.376	3.620	4.555	3.653	4.078	3.401	3.932	3.627	3.891	4.961	7.035	6.849	7.734	8.606	6.770	6.909

Fonte: Autor (2019).

ANEXOS

Tabela 71. Produção de açúcar (t).

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rondônia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amazonas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11905	14188	16214	17455	17170	14151	15712	16185	14320	8679	19643	0	0	0	0	0
Roraima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pará	4470	2500	3285	2270	3102	2210	2741	3625	4735	8367	15960	0	0	0	0	0	0	5210	22805	13726	24458	20956	4470	2500	3285	2270	3102
Amapá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tocantins	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maranhão	26705	25082	19918	13485	1216	4302	63680	25337	8599	14041	23451	10238	12406	3149	11118	11881	11618	2718	13075	15335	15868	8823	26705	25082	19918	13485	1216
Piauí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3431	7	3	22255	38796	53884	46297	0	0	0	0	0
Ceará	37522	35340	31140	24837	12348	14984	29934	23080	21801	12801	8180	5350	6220	6260	5887	6225	2076	1471	0	0	0	0	37522	35340	31140	24837	12348
Rio Grande do Norte	114166	92476	103290	111792	75588	110264	122974	128420	155035	127945	96813	134790	116952	165815	173616	233847	175340	259053	174068	197914	220849	169003	114166	92476	103290	111792	75588
Paraíba	111572	89935	75719	85359	15096	65885	45565	79341	105395	66484	78030	74239	114539	142865	168151	165945	115573	135878	173157	133883	183818	182778	111572	89935	75719	85359	15096
Pernambuco	1316860	1193512	1162024	1322774	893760	1317483	1412961	1227409	1233317	1058233	856109	1110622	1104199	1230998	1434156	1464335	1226763	1370149	1684094	1521275	1515697	1364783	1316860	1193512	1162024	1322774	893760
Alagoas	1281447	1234894	1237085	1436046	736504	1586115	1479472	1524832	1779166	1384844	1215469	1989735	1678222	1994142	2441268	2388716	2079812	2217121	2523340	2200862	2101248	2499414	1281447	1234894	1237085	1436046	736504
Sergipe	93832	102520	60942	67983	35399	45946	36057	60493	73384	46001	48504	71818	55662	68651	68882	74491	65064	62162	94061	82099	57127	79716	93832	102520	60942	67983	35399
Bahia	87727	80256	76201	81426	85350	97752	134876	138010	151322	144596	144905	145670	143448	161111	172105	170048	117485	122571	102524	81177	129897	113582	87727	80256	76201	81426	85350
Minas Gerais	392345	413196	428528	374227	407330	449932	438051	489372	493526	625036	802058	619544	747053	1093233	1346598	1664692	1741649	1911700	2117696	2207621	2685317	3244070	392345	413196	428528	374227	407330
Espírito Santo	31267	8261	21083	29506	37780	71568	49621	52925	50380	54235	45341	45474	22953	58635	54405	56006	48260	48949	86823	85324	77685	90083	31267	8261	21083	29506	37780
Rio de Janeiro	400410	280970	416295	316477	351901	389703	402065	421363	351420	373786	357443	307698	218592	312423	331442	339297	287734	262104	243472	241005	176638	118250	400410	280970	416295	316477	351901
São Paulo	3031885	3471138	4509763	4937618	5833316	7598359	8113193	9068672	8704938	11787753	13091378	9675481	12350253	14347908	15188887	16576128	16762389	19510464	19139062	19662436	20729364	23446119	3031885	3471138	4509763	4937618	5833316
Paraná	178008	221113	235842	232778	304541	430990	555875	783531	936854	1244512	1430202	996539	1351249	1468921	1854203	1810243	1503421	2178077	2510547	2459512	2430692	3022089	178008	221113	235842	232778	304541
Santa Catarina	30905	28728	25962	29915	28933	19586	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30905	28728	25962	29915	28933	
Rio Grande do Sul	605	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	605	0	0	0	0
Mato Grosso do Sul	21925	20125	28551	46708	73504	66897	135190	191674	165505	250829	320125	231635	327865	373715	402844	406397	400857	576130	616170	657078	746772	1328546	21925	20125	28551	46708	73504
Mato Grosso	27681	23200	41557	45600	113647	175755	264538	300894	366706	482767	485107	369530	448354	546153	579401	566456	520989	540200	536234	478424	414223	446110	27681	23200	41557	45600	113647
Goiás	24718	42095	53277	105348	152820	203897	226021	309107	285146	341361	368528	397440	505843	577067	668185	729787	749836	768168	950602	958419	1384143	1805458	24718	42095	53277	105348	152820
Distrito Federal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: UNICA (2018).

Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Relatório de Referência

Tabela 72. Produção de etanol (m³).

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rondônia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7224	8550	10763	12416	8763	10759	12596	12909
Acre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1489	2681	4101	5009	0	4510
Amazonas	812	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3854	2666	3889	4375	4671	6009	5650	8264	7963	4739	7140	6432	4046	4874	2918	5804
Roraima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pará	11819	10440	7981	7637	8647	1320	15226	16534	16238	15551	25504	27419	24993	26426	35012	48405	42175	51818	35804	44908	37634	22959	39017	32863	38188	40949	40926
Amapá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tocantins	0	1846	7717	6120	11761	14750	18815	10673	16675	1257	0	0	0	0	0	0	4218	11567	0	2801	2433	16488	111202	157047	196115	175985	212821
Maranhão	30445	31662	26457	16190	9534	22665	31581	39989	64402	71916	57174	46944	75097	83579	89865	95905	56143	128469	170164	181559	168497	181788	177204	159934	167953	179610	187284
Piauí	32854	32596	30634	24256	18360	27071	30802	21795	25140	22781	15440	16624	18676	22831	22373	19453	35083	50501	36169	44553	40953	35497	37478	32837	31923	32503	32674
Ceará	21103	15949	12772	5123	1760	2997	25797	17047	12554	17122	2435	783	1186	976	317	153	1022	1002	571	9241	10924	2545	8392	3976	9000	9129	14597
Rio Grande do Norte	116901	106214	84674	96869	59050	104604	118864	127572	136968	109848	68896	93786	79865	99015	94870	89463	73770	78096	49244	114909	121507	83178	105673	71549	56939	88715	89420
Paraíba	283310	264424	309020	247914	113857	280765	277683	334994	310291	260114	201633	218221	226606	240367	277763	337947	267648	313362	342266	390695	389227	297858	357490	305741	324390	420619	344192
Pernambuco	582765	517865	518631	476890	223325	408715	498407	706756	554492	436261	340226	299764	261933	306974	381660	415316	325579	342912	508477	530467	400019	385172	357606	274586	296565	349871	350464
Alagoas	882628	778368	734689	718636	412074	646633	624574	873565	841076	584123	550514	712719	562286	567868	702964	687165	546446	637290	852907	845363	625785	716049	672788	543156	481066	554705	378470
Sergipe	29826	29735	27681	36357	28882	45689	50087	71114	84105	64186	46839	58620	52024	61325	64567	64285	47971	62813	48957	89832	76821	103354	132910	110622	103542	140745	112450
Bahia	26964	18202	35435	35765	23501	63842	74772	96928	101709	76494	70648	48484	54632	57891	49650	63023	103275	95023	140535	141484	118075	127334	117917	155221	174480	240393	221404
Minas Gerais	423003	427359	481216	401669	392709	470931	418556	471977	641667	636595	643805	485063	524441	635816	771732	792966	958902	1291448	1774988	2180616	2251446	2557693	2083987	1993713	2657357	2727310	3069407
Espírito Santo	98371	62122	100772	94924	69591	93997	93713	108598	171674	119207	126219	150663	131020	202559	184103	232936	234960	173192	252461	274592	238037	186799	224106	177626	181820	167263	150600
Rio de Janeiro	240620	71444	153771	105038	98089	109278	108420	105060	134877	104065	117853	92596	64792	109042	107315	157541	135536	87455	120274	127795	113124	60625	75758	37469	85402	89209	58652
São Paulo	7774713	7766944	8578915	7925863	8289695	8696357	8112257	8950958	9496528	9020128	8442455	6439113	7134529	7690689	8804908	9121284	9943838	1,1E+07	1,3E+07	1,7E+07	1,5E+07	1,5E+07	1,2E+07	1,2E+07	1,4E+07	1,4E+07	1,5E+07
Paraná	667262	624245	729613	732364	730697	886620	1076341	1233819	1311123	1016327	1043465	799364	960270	980472	1220229	1201445	1039832	1321516	1859346	2048752	1884596	1619339	1402054	1299344	1487641	1633581	1573743
Santa Catarina	5892	8617	4487	5285	3710	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rio Grande do Sul	4245	2588	2385	2997	3939	0	0	0	0	0	0	0	5306	6411	6045	4823	3338	5686	6818	6318	2457	5801	6570	1665	4510	4399	3786
Mato Grosso do Sul	252234	262145	283690	244188	238889	233702	292169	287798	393445	344546	371046	314777	396521	418052	480199	520681	495591	640843	876773	1076161	1261407	1848508	1631250	1916972	2231415	2506811	2776972
Mato Grosso	154674	191507	223492	234694	243751	277474	376971	468214	593874	527970	544197	464357	580127	653919	792169	814167	770572	757257	894381	952171	826040	856971	843942	974685	1103857	1168840	1325870
Goias	279894	290879	368201	310712	310364	364401	365669	451611	508339	447979	314759	318431	379284	455124	646347	716938	728851	821971	1213628	1726080	2196205	2894860	2677000	3129934	3878931	4211278	4688856
Distrito Federal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: UNICA (2018).

Tabela 73. Quantidade de Nitrogênio-N na forma de fertilizante entregue ao consumidor final no Brasil, de 1990 a 2016.

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	ton																										
Rondônia	256	295	427	519	560	657	594	814	1.141	1.351	1.568	1.835	2.086	2.533	2.974	2.832	3.090	5.265	3.838	4.040	4.468	6.045	4.366	9.770	11.482	12.205	16.287
Acre	8	10	14	17	18	21	19	26	37	44	51	59	67	82	96	91	100	170	124	130	144	195	141	315	293	436	539
Amazonas	28	32	46	56	60	71	64	88	123	146	169	198	225	273	321	306	333	568	414	436	482	652	471	1.054	1.169	916	1.106
Roraima	59	68	99	120	130	152	138	189	264	313	363	425	483	587	689	656	716	1.220	889	936	1.035	1.401	1.012	2.264	2.436	1.103	1.318
Pará	890	1.026	1.482	1.801	1.945	2.280	2.064	2.826	3.961	4.691	5.446	6.371	7.245	8.795	10.327	9.834	10.732	18.282	13.328	14.031	15.515	20.990	15.161	33.927	37.865	36.861	42.182
Amapá	31	36	52	63	68	80	72	99	138	164	190	222	253	307	360	343	375	638	465	490	541	733	529	1.184	554	561	723
Tocantins	0	0	0	0	0	1.680	3.369	2.436	5.742	4.058	5.943	5.957	6.837	10.341	9.160	8.630	11.865	14.944	12.147	10.836	10.927	17.845	18.431	29.748	36.042	39.687	45.843
Maranhão	1.460	1.251	1.220	1.670	2.693	2.355	5.128	7.059	7.972	5.753	9.183	8.315	11.265	14.369	13.533	10.589	11.838	14.301	15.838	16.151	14.300	28.398	29.330	27.532	40.522	42.554	52.217
Piauí	462	928	940	891	927	1.004	1.432	1.633	1.653	1.569	2.954	3.110	2.839	4.414	3.843	4.213	5.361	8.092	7.943	9.036	11.353	17.690	18.270	24.156	21.077	20.729	35.130
Ceará	2.778	3.033	2.798	3.252	3.659	2.679	2.743	3.758	3.691	2.291	2.628	2.884	5.202	7.797	8.123	6.194	7.442	7.219	6.730	7.240	5.311	5.609	5.793	5.308	6.327	5.321	4.179
Rio Grande do Norte	3.205	3.268	3.626	2.961	3.941	4.450	3.832	4.921	5.531	4.844	5.433	5.389	6.338	7.358	6.030	6.485	7.510	9.507	6.993	6.249	6.948	6.245	6.450	5.545	6.215	5.789	6.763
Paraíba	5.069	6.547	5.821	4.432	4.898	4.809	4.762	6.103	5.794	4.160	4.977	4.747	5.724	6.599	5.887	5.561	7.718	7.103	6.017	7.445	8.670	8.423	8.699	8.511	10.345	7.948	8.984
Pernambuco	21.159	23.804	23.889	23.246	23.917	23.661	23.746	24.253	21.434	18.163	20.612	26.246	24.290	26.299	24.304	25.562	31.523	30.459	27.203	30.038	35.921	27.642	28.549	30.282	27.575	24.195	25.231
Alagoas	26.744	25.115	28.439	17.935	31.282	30.664	31.315	29.468	29.152	21.381	27.966	31.090	28.961	33.954	30.863	31.563	36.597	36.150	25.624	31.336	36.700	31.463	32.495	25.210	25.030	18.557	19.109
Sergipe	3.053	2.658	2.577	2.829	2.806	1.967	2.750	2.159	3.807	2.747	3.074	2.959	3.605	5.218	2.214	3.507	4.687	6.957	9.802	14.643	15.372	16.558	17.101	14.764	18.765	17.092	21.594
Bahia	16.083	22.750	26.725	34.968	42.980	48.313	46.076	42.759	56.450	59.078	70.459	65.114	87.086	108.541	106.276	103.338	117.390	138.838	120.288	129.401	146.330	158.182	163.373	153.867	181.768	150.085	168.216
Minas Gerais	96.427	82.105	89.413	114.883	139.340	158.086	192.958	234.510	255.522	248.698	286.647	259.009	279.882	364.762	383.815	435.849	435.865	488.999	408.921	430.731	474.181	576.458	595.374	565.074	603.624	567.108	690.115
Espírito Santo	11.652	10.475	9.601	18.545	27.591	31.657	26.214	37.580	41.868	30.262	36.068	32.226	29.973	24.299	26.142	46.880	50.780	53.743	45.059	55.683	63.365	78.938	81.528	79.977	86.714	71.827	77.976
Rio Janeiro	3.960	3.702	4.247	2.710	2.277	1.768	8.469	6.526	6.076	3.406	5.702	4.544	4.739	5.976	4.341	5.772	7.711	8.323	4.983	5.910	6.640	6.678	6.897	7.036	7.655	6.179	7.799
São Paulo	290.021	291.925	318.790	328.564	372.406	372.131	350.419	364.657	379.094	336.706	392.965	410.400	423.934	488.917	477.177	488.689	538.274	606.991	519.531	507.048	537.702	628.830	649.465	640.218	623.632	569.150	681.395
Paraná	94.037	97.620	114.362	147.890	153.346	132.279	161.401	149.351	201.722	205.792	259.863	220.611	246.698	326.589	334.180	305.786	280.920	367.546	355.566	347.233	333.212	410.354	423.820	427.717	425.958	415.956	517.483
Sta Catarina	30.867	35.757	37.191	45.236	52.998	47.733	47.963	52.424	58.635	56.235	71.544	83.764	96.345	101.369	98.356	100.415	90.709	117.190	106.945	125.050	114.283	116.720	120.550	146.942	136.537	102.920	156.571
Rio Grande do Sul	106.499	102.305	117.745	148.114	180.538	147.135	134.401	145.499	161.418	160.156	168.342	184.565	231.093	239.023	275.644	225.452	263.157	296.100	301.805	353.959	435.327	465.482	480.757	561.830	599.125	476.880	597.915
Mato Grosso do Sul	9.453	10.433	13.157	27.570	43.433	39.224	29.330	39.853	41.098	36.162	60.726	52.981	58.685	80.498	80.231	67.952	66.719	88.365	91.064	83.565	104.679	126.704	130.862	161.109	173.386	167.922	201.674
Mato Grosso	8.232	11.113	14.924	25.293	36.309	32.595	41.093	66.710	74.692	93.625	109.675	116.358	132.461	207.779	195.881	162.911	157.425	233.586	213.467	196.113	259.748	311.403	321.622	414.037	426.331	414.515	580.523
Goiás	46.881	45.270	47.882	61.214	48.818	45.503	73.620	73.689	83.854	87.637	110.990	106.249	114.528	140.797	139.347	137.214	143.909	191.826	192.951	163.406	205.777	288.351	297.813	312.055	351.792	348.067	397.715
Distrito Federal	0	0	0	0	0	1.691	3.383	2.775	4.560	3.618	4.656	4.287	4.896	5.600	4.596	4.780	4.125	4.797	4.309	4.749	5.887	8.353	8.627	9.054	9.778	8.158	7.758

Fonte: ANDA (2018).

Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Relatório de Referência

Tabela 74. Distribuição percentual das diferentes fontes sintéticas de N utilizadas no Brasil, no período de 1990 - 2016.

Fonte de N	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ureia	0,497	0,514	0,478	0,575	0,515	0,498	0,519	0,533	0,553	0,582	0,442	0,483	0,454	0,499	0,488	0,523	0,506	0,503	0,516	0,503	0,517	0,517	0,487	0,524	0,540	0,509	0,546
Outros	0,503	0,486	0,522	0,425	0,485	0,502	0,481	0,467	0,447	0,418	0,558	0,517	0,546	0,501	0,512	0,477	0,494	0,497	0,484	0,497	0,483	0,483	0,513	0,476	0,460	0,491	0,454

Tabela 75. Área colhida de arroz (ha).

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rondônia	86161	86651	117343	124997	157300	148545	87359	91326	98407	100584	96528	72866	54543	62045	83047	95539	71218	70867	66437	68762	68251	62811	82525	45522	47795	43569	43848
Acre	30210	32229	29756	31481	35121	35459	17342	19101	18695	23292	25830	23797	23364	23182	27610	23971	24844	21829	18184	13832	16677	16279	13521	11117	6154	5327	4884
Amazonas	2628	3697	2546	1879	2627	5088	4276	5407	16588	16907	17437	17398	17447	15808	10784	12215	13361	7741	4901	5556	4487	5495	5896	3405	2754	1954	357
Roraima	9801	7500	9900	10350	10800	15675	14755	14100	15000	15500	12330	16398	21600	25845	23235	22000	19000	22000	15500	15500	20000	19775	15342	12000	7964	9878	
Pará	127409	144007	145473	193884	187923	231541	247359	256076	261147	300247	292889	235735	232187	289576	297065	298541	208829	193749	158521	156347	126916	102797	98242	91549	80039	66255	72766
Amapá	500	374	350	362	425	895	720	890	800	825	1200	2182	2220	2360	2760	3264	2000	2600	3215	3635	3685	2650	2425	2150	1900	1650	1367
Tocantins	174860	163379	200642	166145	165944	167313	137025	108244	126172	163967	148543	136045	138986	140025	161655	198038	121873	145301	156481	127908	137946	132522	111155	114941	108740	119826	109749
Maranhão	679087	758952	760890	737788	760165	777960	409747	414760	425736	449615	478839	458574	478171	496233	516740	527013	503226	505518	467405	459345	476255	469052	419279	403668	389418	239004	159414
Piauí	235426	273369	267763	250560	281051	275584	132441	145589	142084	160053	168049	156708	154006	140020	150279	176389	135678	150633	133003	129197	122962	146297	112266	103692	104079	77237	60849
Ceará	62180	76601	64617	43829	79993	77444	54244	51861	48799	53685	58592	41221	38496	38525	38261	34134	32020	32802	32806	34776	27563	31755	24902	19493	13201	8801	6050
Rio Grande do Norte	2259	4994	3123	121	2679	2638	3202	1302	63	578	971	1883	1638	2728	2446	1231	1452	1419	1493	2586	1146	1003	722	1396	1681	866	739
Paraíba	11387	15792	11607	1393	9594	10563	15211	12254	1574	4220	8778	1179	7242	7918	8635	6868	7399	7069	6542	6815	2067	4272	128	484	1562	977	738
Pernambuco	7566	6759	4846	4057	6433	5070	5049	3844	2864	3800	4024	3412	3347	3190	9350	9203	4452	5009	4881	3730	3319	2587	2675	2077	558	305	342
Alagoas	7737	8401	7244	8712	3923	9169	4336	7832	7760	7770	6430	6706	5179	2786	2821	2818	3253	2905	3386	3030	3019	3030	2904	2923	2751	3041	2733
Sergipe	5798	7147	6154	7589	7396	4170	2920	6070	8515	8467	8550	8842	8740	7812	8660	8900	11450	11510	11510	11481	9520	3679	4179	4693	5768	4087	4580
Bahia	39425	60892	84579	66257	41638	63324	49364	52767	50353	66105	54432	36203	26940	17968	29551	38968	17442	17266	27119	32855	18371	17729	14418	10658	9275	7540	7074
Minas Gerais	422694	434554	430788	402682	368577	355302	194789	202343	180544	161491	130562	94128	97810	87788	93964	109363	81489	83999	64346	57092	51589	39050	30375	19292	17759	10139	6143
Espirito Santo	33417	32828	32558	27612	26750	25054	11575	11384	9910	8106	6149	4988	4288	3272	4042	4048	3254	2698	1972	1460	1298	1170	1044	798	535	305	198
Rio de Janeiro	15892	18264	20120	20296	18184	12897	8220	7604	4518	5420	4952	3342	2746	2902	3268	2792	2684	2249	2353	2207	2179	1843	1506	883	826	214	251
São Paulo	221505	191544	189470	164200	142240	133540	104010	80000	59800	71000	61900	43130	37800	35130	35780	32420	28900	26751	22610	15691	20601	23861	26292	17504	13724	12196	10996
Paraná	151003	121297	127512	121381	105301	99745	93173	85387	79557	81894	79823	76895	76202	70694	68051	59681	59804	54197	46959	43729	40455	38856	35035	32790	29059	27594	25673
Santa Catarina	152191	130165	149824	146054	149694	153683	113548	116364	118538	126492	134952	137149	137340	143670	150852	151134	154330	149767	153100	148808	150473	149943	148314	149244	149869	148705	147436
Rio Grande do Sul	698099	804085	897585	981526	976540	988866	863034	800260	831883	989562	944225	949782	981322	961760	1044124	1005871	1023074	941058	1065357	1109976	1066127	1168958	1038780	1083863	1113532	1121675	1062487
Mato Grosso do Sul	116991	101379	128961	109817	95787	92574	87032	70293	57647	68904	66068	52763	49168	49332	53866	51538	42160	41948	35419	34167	26510	29477	16642	15508	15003	16151	13267
Mato Grosso	355210	303526	571723	491167	476542	417074	429086	355231	364148	726682	698518	450413	434829	439502	738165	853581	279813	274928	239808	280547	235139	205499	141706	157653	180680	187757	169414
Goias	296070	328411	416548	304510	300336	263068	164947	137471	130607	196570	150334	115000	111492	114894	165427	184950	114875	117897	100870	102945	90382	72176	58557	42502	32216	25258	22705
Distrito Federal	4500	4800	5100	3016	1840	1297	713	367	486	1530	729	155	150	139	100	150	38	216	0	59	22	100	25	5	0	0	0

Fonte: IBGE - PAM (2018).

Tabela 76. Produtividade média do arroz (k/ha).

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	k/ha																										
Rondônia	1604	1619	1628	1678	1748	1766	1278	1280	1382	1561	1595	1767	1828	1851	2242	2248	1993	2053	2172	2314	2413	2690	2897	2756	2821	2808	3151
Acre	1443	1538	1563	1544	1460	1445	1152	1014	1258	1380	1375	1367	1404	1406	1402	1316	1307	1287	1571	1528	1548	1459	1358	1386	1217	1341	1305
Amazonas	1044	1304	1140	1322	1249	1284	1424	1287	1866	1916	1939	1808	2270	1680	1909	1378	1457	1887	2026	1797	1942	2016	2189	2409	2583	2098	2294
Roraima	2183	2693	2619	3005	3338	3160	2068	2772	2604	3280	3280	4314	5144	5450	5286	5138	5056	5578	5718	5504	5504	5354	5395	5806	6551	6655	6839
Pará	1162	1348	1262	1475	1435	1458	1493	1454	1355	1381	1378	1660	1759	2019	2143	2116	1908	1901	1844	1937	2079	2038	2151	2243	2400	2541	2496
Amapá	676	877	800	704	807	824	758	800	800	796	800	832	1036	1307	1209	1227	900	840	1083	1114	1201	1069	1089	1112	1144	970	960
Tocantins	1491	1904	1804	1840	2373	2493	1902	2300	2449	2675	2637	2653	2230	2748	2580	2340	2159	2511	2687	2940	3242	3529	3133	4259	4700	5184	4822
Maranhão	684	1278	526	856	1362	1223	1354	1348	894	1437	1519	1360	1314	1388	1419	1277	1395	1354	1466	1326	1238	1509	1047	1193	1507	1316	955
Piauí	605	1394	454	764	1494	1434	1258	957	600	1435	1469	1041	583	1397	1127	1293	1418	955	1686	1645	919	1857	1164	872	1387	1294	715
Ceará	2009	2172	1954	2347	2432	2555	2173	2303	2188	2413	2532	1250	2134	2643	2255	2602	3130	2180	2980	2685	2317	2943	2056	2527	3015	2795	2376
Rio Grande do Norte	1226	1498	686	6008	1564	1686	1184	1313	1936	1031	1682	2910	2476	2952	2863	2502	2484	3565	3586	4035	4499	3167	2535	2500	2326	2808	4390
Paraíba	1198	2086	1194	4884	2040	1607	1322	1198	1493	1215	1498	1143	1196	1226	1482	921	1408	713	1297	1238	234	1014	1086	366	646	368	195
Pernambuco	3715	4005	3816	5211	4023	3899	4063	4138	5303	4276	4137	5118	5337	5315	5546	5115	4300	4393	5496	5371	5443	5320	5478	5932	5658	5984	6453
Alagoas	3405	3333	3419	3636	2526	2996	3539	3868	4031	4292	6327	5780	3900	4437	4262	3817	3938	4091	4137	5804	5769	5888	6407	4100	6110	5689	5580
Sergipe	3356	3370	3257	3904	3800	3366	2989	3981	4401	4319	3838	4002	4320	4415	4414	4383	4563	4627	5089	4979	5105	5157	6380	6582	7232	6157	7218
Bahia	829	1485	1255	1292	1703	1654	1271	1574	1583	1457	1710	1130	1467	1727	2144	2376	1130	1663	1565	1768	1816	1952	1696	1480	1101	1108	1024
Minas Gerais	1372	1787	1687	1748	1761	1761	1566	1794	1840	1889	2011	1883	2168	2174	2279	2264	2161	2183	2184	2247	2236	2125	2044	2198	2179	2423	2488
Espírito Santo	2793	3058	2553	3104	3195	2430	2435	2384	2420	2683	2805	2955	2934	2412	2902	2912	2948	2983	2926	2969	2600	2749	2690	2772	2559	2564	2480
Rio de Janeiro	2711	3335	3214	3504	3503	3399	3337	3139	2671	2811	3000	3020	3072	2949	3407	3525	3435	3398	3437	3602	3630	3671	3590	3787	3460	3224	3410
São Paulo	1413	1749	1779	1894	1944	1947	2045	2187	2183	1776	1835	2583	2739	2904	2965	2890	2865	3280	3625	3718	4098	4230	4588	3858	4357	5085	5535
Paraná	1678	1349	1679	1824	2065	2085	2195	2061	2138	2282	2249	2319	2445	2735	2678	2296	2895	3215	3676	3826	4124	4942	5076	5361	5677	5940	4635
Santa Catarina	3730	4586	4599	4096	4455	4609	4676	4953	5355	5999	5920	6508	6719	7200	6705	6984	6943	6933	6649	6949	6922	6539	7398	6841	7223	7273	7128
Rio Grande do Sul	4575	4737	5091	5058	4332	5094	5048	5102	4317	5689	5275	5534	5590	4883	6070	6067	6631	6737	6886	7187	6448	7648	7405	7473	7402	7738	7053
Mato Grosso do Sul	1559	1961	1749	2000	2364	2584	2908	3064	3410	3795	3430	4179	4337	4836	4477	4362	4453	4956	5319	5315	5381	5341	6372	6180	6267	6147	5719
Mato Grosso	1184	1534	1488	1196	1704	1827	1682	1956	2132	2377	2650	2557	2716	2851	2949	2651	2576	2572	2846	2825	2922	3186	3222	3154	3218	3237	2958
Goiás	1039	1597	1419	1261	1565	1596	1461	1625	1637	1792	1959	1676	1908	2124	2233	2025	1999	2112	2365	2453	2449	2788	3115	3450	3940	4313	4765
Distrito Federal	836	1430	1347	1139	1604	1313	1245	1204	1880	2472	2975	1103	1593	2330	1980	3333	1000	3652	0	1508	2000	2700	2480	3000	0	0	0

Fonte: IBGE - PAM (2018).

Tabela 77. Produção de cana-de-açúcar (kt).

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Gg																										
Rondônia	23	23	24	20	16	17	24	22	23	20	19	19	16	25	30	49	87	55	207	253	234	219	222	310	335	159	339
Acre	17	15	14	19	17	17	5	5	6	6	7	10	11	18	23	26	35	37	53	39	107	179	199	152	189	197	117
Amazonas	115	43	31	108	104	53	8	10	148	184	218	239	244	228	235	340	350	343	366	368	341	303	305	289	302	232	224
Roraima	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	4	3
Pará	390	393	384	451	478	425	344	444	496	241	520	387	369	368	504	505	618	678	575	699	669	715	750	935	922	918	919
Amapá	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	1	4	3	4	4	4	4	5
Tocantins	238	182	130	173	226	213	90	116	120	127	150	216	152	157	160	162	193	203	392	664	715	2165	1859	2074	2806	2856	2974
Maranhão	2042	2010	1709	1844	1591	1366	928	1290	1122	981	1110	771	1407	1703	1652	1968	2306	2440	3006	2825	3177	2673	3012	2948	2665	3124	2521
Piauí	1562	1490	933	811	874	904	501	450	491	489	396	394	409	476	524	648	641	779	778	860	779	982	808	756	904	861	727
Ceará	2724	2900	2792	1596	1923	2029	1152	1245	1853	1943	1792	1729	1669	1743	1762	1787	1617	2251	2271	2324	2306	2210	1997	1675	1177	907	716
Rio Grande do Norte	2492	3127	2557	1373	2350	2336	2426	2378	1946	1597	2376	1750	2846	3153	3257	3286	3391	3837	4105	4260	3962	3582	4268	3807	3899	3724	3616
Paraíba	8283	8115	7915	1838	4586	6522	3948	4458	3478	3188	3987	4895	4985	6074	6364	4976	6059	6222	6297	6303	5646	6417	5865	6094	6762	6802	6909
Pernambuco	22818	23505	25199	14347	19259	20665	18784	20765	19622	12253	15167	15977	17626	18522	19015	17115	17596	19637	20360	19445	19704	19332	14242	14834	15417	15965	13421
Alagoas	26151	22214	22669	12922	21740	21573	20754	24850	28524	26860	27798	28693	25171	27221	26284	23724	23497	24993	29220	26804	24352	29257	27674	28171	26884	20714	18983
Sergipe	2182	1970	1667	1490	1454	1242	1248	1394	1389	1286	1353	1328	1165	1449	1697	1777	1925	2402	2430	2607	2995	3336	3260	3087	3037	3220	2393
Bahia	3435	3397	3283	3390	3549	4021	4038	4543	4860	4799	4879	4358	4447	4752	4944	5593	6150	6279	5689	4630	5869	6992	6894	6754	6705	6228	6414
Minas Gerais	17533	17583	17354	15743	16212	16726	13331	16262	16918	17557	18706	18975	18231	20787	24332	25386	32213	38741	47915	58384	60603	67732	70521	71619	71087	69018	69935
Espírito Santo	1501	1580	1871	1900	2078	2070	2437	2378	2404	2440	2376	2481	2996	3786	4080	4241	4206	4436	5176	5250	5315	4682	4651	3969	4076	3321	2706
Rio de Janeiro	5575	8145	7073	6885	6891	7295	7555	7364	7537	7466	7086	5091	7215	7235	8653	7554	6835	5965	6583	6482	6394	5138	5693	4956	4783	3920	2514
São Paulo	137835	136200	145500	148647	174100	174960	192320	194025	199794	197144	189040	198932	212707	227981	239528	254810	289484	329096	386061	408451	426572	427365	406153	434080	401332	423420	442282
Paraná	11736	12219	13571	13694	15946	20430	23468	24564	26642	27106	23192	27424	28083	31926	32643	29717	33917	45888	51244	53832	48361	44908	47941	48450	47948	47368	47491
Santa Catarina	979	744	874	837	768	427	346	418	484	501	509	635	656	649	603	602	660	735	757	699	422	533	499	499	564	385	374
Rio Grande do Sul	915	850	1024	1041	1046	831	831	824	948	1020	959	1044	1075	1136	1026	909	1167	1427	1431	1254	1505	1385	982	1126	1043	835	761
Mato Grosso do Sul	4193	3932	4045	4085	3840	4922	5563	5390	6388	6959	5837	7557	8575	9031	9572	9514	12012	15840	21362	25228	34796	34877	37761	42400	44039	43924	51927
Mato Grosso	3037	3111	3670	4284	5230	6945	8462	9988	9871	10289	8470	11118	12641	14667	14291	12596	13552	15000	15851	16210	14565	14051	17109	19682	19032	20077	19210
Goiás	6896	7136	7186	7033	7818	7690	8533	8396	10187	9377	10163	10253	11674	12908	14001	15642	19050	22388	33112	43667	48000	54903	58349	69377	70152	72067	71062
Distrito Federal	0	1	2	2	3	19	7	32	9	12	11	14	15	16	21	26	30	30	55	66	69	65	57	40	41	40	21

Fonte: IBGE - PAM (2018).

Tabela 78. Área colhida da cultura do feijão (ha).

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rondônia	120847	139254	150323	153785	166063	123682	88015	92011	92607	96802	86197	64011	53622	56101	62190	63032	61625	61600	64058	66681	58917	57491	51400	33475	26857	22175	18762
Acre	12799	15771	15446	16476	17134	12606	10131	11071	11862	11616	14215	19408	12016	13865	16308	10436	13975	14410	10479	8964	12140	10396	11859	11667	7419	7075	7540
Amazonas	988	1538	1919	2292	2303	3734	4954	5039	5125	5191	5281	4964	5006	5066	3899	6315	7076	5211	3235	3235	4860	5328	5406	3667	2204	2428	2145
Roraima	993	1000	1900	2250	2600	2083	775	1900	782	500	500	500	583	900	987	987	987	987	987	2987	2987	2987	2987	2771	2621	2688	2484
Pará	49255	52977	55342	71214	89061	83230	83243	76569	76244	87943	73387	72051	75226	80939	76111	72759	75773	70818	64953	54588	53793	52760	51555	43941	41324	36354	31312
Amapá	113	100	100	98	114	203	285	135	150	297	300	987	981	628	802	1072	1250	1420	1628	1738	1827	1123	1100	1250	1180	1100	1258
Tocantins	11210	8470	8175	10642	8450	8106	5493	4575	6098	5505	4472	5413	6746	14251	9230	12695	12801	14668	15811	20699	26134	26179	30321	19798	11450	8570	16979
Maranhão	105307	118244	97904	113690	121516	115502	63269	62981	61062	62477	70204	77138	67476	71613	76168	78025	85606	87692	85913	95619	87224	90718	84159	94010	97573	86748	69948
Piauí	284698	295091	282866	219411	325738	319716	187631	191820	193680	218836	207617	200715	212615	213001	219692	225216	211890	231634	236464	241833	204961	236244	157739	198187	214224	186972	163536
Ceará	381108	641389	566243	203511	765654	676959	403202	393488	359202	576736	569777	510215	596124	599096	548688	492350	547178	558270	576469	586525	464636	600137	451190	318484	403666	404612	383661
Rio Grande do Norte	62486	191300	192379	21805	185322	174553	159851	124849	20661	39436	86500	33796	87557	89794	90584	56185	73020	55179	70763	54220	24610	68560	6194	19090	24514	14233	11900
Paraíba	206606	281249	306373	53780	262136	261845	210655	229223	21431	71357	190496	32717	160377	185177	186151	169357	201787	169136	189742	191871	74759	161733	25815	50751	65940	47438	70315
Pernambuco	231040	300214	252570	57443	382148	346292	370048	325394	71056	126926	273042	161030	261548	201021	262983	245639	280365	286938	320239	311672	204092	285875	62615	70788	190338	93714	117302
Alagoas	94378	135290	70967	49480	134958	148111	121872	142807	88228	86881	82106	84540	81780	31078	75421	88171	91420	86558	87523	77270	54318	49403	8932	28729	34545	32203	12108
Sergipe	36897	64566	32512	19539	79009	80833	66795	64758	45084	59203	49038	42891	46506	38252	47297	51628	45955	40792	35673	42213	42075	25965	12658	23440	11945	10078	5286
Bahia	592519	703786	740288	630338	591218	530132	660281	807578	439777	652154	826693	557646	758485	729939	704701	689855	638080	539447	496968	554321	560193	397969	209400	374186	498481	507076	312402
Minas Gerais	523031	545463	503010	521670	552896	522148	454649	451806	432595	454444	436329	416012	435676	438775	408016	433127	405054	383125	413921	415999	411091	393636	411301	391753	376625	333535	324505
Espírito Santo	94494	88118	82555	79500	73232	48726	40325	41284	35055	35539	33879	26220	30581	32314	29910	26189	24125	20575	21266	22419	14978	18917	17777	16046	16205	13109	10330
Rio de Janeiro	15153	13413	12653	13052	11926	10525	9556	8943	9188	8704	7583	7231	5684	6406	6454	6812	6390	6503	5671	5181	4770	3952	3589	3075	2543	1699	1686
São Paulo	367650	312500	332450	276950	332170	229760	181690	212870	208390	261500	212780	219618	216320	221990	190190	165317	191670	157114	179670	152032	114385	130545	111737	114728	93918	94614	112136
Paraná	550591	624036	582381	577644	589479	513874	594130	554838	564538	632500	540882	430803	523193	539602	506035	440116	590050	545676	491923	641236	520798	520216	468662	466654	509025	420948	376196
Santa Catarina	404287	374783	385776	353186	352471	359991	254225	237664	212204	240379	212799	143445	151793	146792	134568	109148	128020	129685	107279	129113	110655	103887	84418	80155	88018	76689	71338
Rio Grande do Sul	214260	217973	222031	203499	197581	225113	189986	186701	181202	197083	181830	148010	164777	155937	136456	108580	121670	117058	97350	117007	103008	89287	80602	72384	76133	66588	60889
Mato Grosso do Sul	62229	68628	46871	43096	31913	32487	18683	32899	30873	32911	11632	24339	17247	26421	28744	20812	32470	19785	16838	17806	23255	18911	19292	20909	19651	16404	15219
Mato Grosso	70627	54315	52171	43059	38696	36915	30619	28572	25214	30164	28326	28285	31201	38166	43476	42006	34826	41005	71107	153285	107043	169917	181376	206358	223729	239841	225683
Goiás	180770	177281	147004	143262	152113	133915	85817	103356	108337	143805	112179	126466	122605	139852	104422	118242	133358	124452	97400	113928	118948	132100	140503	130863	129371	122797	143150
Distrito Federal	6331	6893	6489	5919	5421	5362	4333	8639	12976	15305	14501	11896	14803	13592	9177	14585	17962	18541	18578	17549	17189	18926	16898	16347	16246	15708	16100

Fonte: IBGE - PAM (2018).

Tabela 79. Produtividade média da cultura do feijão (kg/ha).

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	kg/ha																											
Rondônia	606	551	452	553	557	654	774	729	584	605	577	667	662	609	680	524	594	686	719	698	148	619	733	836	804	878	710	
Acre	576	689	672	662	601	557	534	531	555	530	518	605	541	553	546	426	487	548	551	553	539	442	542	566	628	597	589	
Amazonas	746	778	702	945	922	788	951	888	837	836	836	841	831	848	1171	913	912	1085	1021	984	895	893	990	1060	819	1002	885	
Roraima	617	600	350	474	600	300	587	294	294	300	300	300	305	600	666	666	666	666	666	666	666	667	667	812	720	731	649	
Pará	604	575	532	585	551	612	627	633	561	645	639	711	755	849	838	774	833	837	768	645	678	720	689	700	696	682	769	
Amapá	513	210	200	387	377	467	487	311	300	444	400	635	611	498	536	636	680	774	770	724	803	850	841	944	884	891	874	
Tocantins	322	350	357	542	374	336	330	459	447	556	387	461	564	1328	620	910	870	774	889	1206	1279	1299	1081	907	1085	893	1061	
Maranhão	380	476	276	365	383	363	328	342	286	418	448	462	432	447	458	457	473	438	448	445	430	474	414	457	512	529	483	
Piauí	165	355	115	130	356	270	285	217	94	322	297	150	129	242	176	211	316	165	276	256	159	338	168	201	258	254	134	
Ceará	200	323	182	199	382	308	361	339	161	329	345	171	334	348	236	268	462	231	438	221	179	440	117	175	270	167	148	
Rio Grande do Norte	180	412	266	75	475	431	383	337	349	257	495	240	444	476	469	370	447	387	469	413	422	493	293	463	412	293	293	
Paraíba	231	335	225	174	361	335	278	415	236	271	481	376	321	369	333	314	501	382	397	269	136	234	124	438	271	148	133	
Pernambuco	302	327	248	340	447	436	389	386	379	283	380	291	314	285	355	377	446	396	475	416	336	376	291	581	277	358	209	
Alagoas	481	306	319	329	521	480	320	389	417	398	433	549	498	383	502	519	464	409	475	461	416	369	344	372	380	331	468	
Sergipe	398	455	352	417	602	677	531	578	652	611	572	404	454	492	558	659	522	548	623	672	744	446	498	763	852	793	500	
Bahia	383	508	606	497	513	473	487	585	502	534	653	441	494	488	469	670	562	592	640	616	564	559	509	617	715	815	463	
Minas Gerais	561	605	564	694	697	658	577	776	783	838	933	931	1139	1240	1137	1291	1176	1255	1411	1447	1517	1481	1541	1440	1522	1527	1610	
Espírito Santo	762	809	779	811	769	788	801	767	810	779	786	770	771	793	701	768	734	805	832	846	884	708	811	831	872	1029	1050	
Rio de Janeiro	677	740	735	750	764	770	761	753	779	773	748	768	769	838	829	863	874	854	877	936	931	971	953	988	970	1065	1018	
São Paulo	739	905	932	1105	884	999	955	1038	1220	1122	1120	1461	1395	1365	1484	1492	1545	1577	1580	1925	2056	1661	1850	1887	2071	2494	2754	
Paraná	506	558	773	820	892	883	825	856	876	901	914	1073	1182	1311	1316	1265	1386	1405	1567	1227	1520	1567	1494	1453	1598	1725	1569	
Santa Catarina	694	526	960	831	974	878	867	951	745	877	1071	1144	1131	1284	1069	951	1036	1283	1657	1686	1382	1517	1509	1371	1695	1649	1810	1731
Rio Grande do Sul	656	456	848	767	851	856	526	748	658	803	802	949	886	884	979	690	987	1213	1047	1073	1092	1334	1062	1310	1455	1432	1441	
Mato Grosso do Sul	545	781	611	663	602	726	778	922	1090	803	861	1271	1010	1275	1121	1133	1207	1200	1088	932	1373	1270	1643	1318	1488	1649	1081	
Mato Grosso	437	516	546	554	630	629	668	699	648	866	870	1075	1268	1317	1529	1574	1327	1470	1551	1240	1250	1154	1342	1355	1359	1330	1023	
Goiás	658	685	770	874	950	988	1279	1611	1703	1384	1786	1753	1920	2067	2009	2371	2013	2038	2263	2299	2428	2361	2394	2247	2445	2357	2307	
Distrito Federal	1185	1362	1056	1544	1733	1741	1641	1933	1879	1915	2209	2089	2387	2483	1999	2523	1904	2446	2473	2581	2851	3011	2923	1531	2730	2132	1602	

Fonte: IBGE - PAM (2018).

Tabela 80. Área colhida da cultura da mandioca (ha).

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	ha																											
Rondônia	30005	30097	32632	33966	38915	41755	8659	9608	13354	15441	15973	18090	19737	24429	26848	28287	28959	30229	29493	29684	29192	30212	27478	28288	24796	26024	29095	
Acre	17962	23771	22500	21524	23877	21477	14326	12914	17838	19148	21107	18067	21329	23188	23646	29079	29762	32232	33650	25891	40698	48292	44898	43865	42895	38294	39621	
Amazonas	40538	30864	29552	32570	37268	35029	86819	91193	91353	98398	94942	94874	95008	83754	78037	91190	85641	75722	97393	97393	68369	81880	78646	80894	74804	70022	66238	
Roraima	3621	2500	3000	3400	3800	4000	4132	4000	4000	4500	4500	4770	4770	5600	5800	5800	5810	5800	5800	5800	5797	5800	5800	8032	8570	7851	7035	
Pará	232732	232637	206049	249013	277655	272931	288985	285469	262480	281633	293187	282305	272105	292663	298400	316426	314076	324407	304864	289980	296732	294049	301364	302300	344323	308964	291740	
Amapá	2268	1752	2000	2277	2405	2970	2485	3245	3550	4000	5000	6856	7020	6375	6830	7535	7800	8250	9250	10250	11152	11257	12698	11850	14500	12500	11820	
Tocantins	8070	8690	8570	8399	9480	11786	7196	10176	11885	12052	12023	11286	13387	14706	16305	17694	17352	18209	17539	18552	18612	17632	16535	15697	12047	13847	15035	
Maranhão	226953	237500	232848	238576	258185	289156	106743	113305	132586	124540	134688	140534	149737	164617	172937	191852	212088	213333	222522	182033	210060	207554	196564	189693	188080	173798	156325	
Piauí	168216	159740	143319	101462	68144	114439	37765	38277	39383	31352	35352	41259	43122	39797	40843	49366	52311	60901	55241	59991	59038	46729	60835	37602	28793	38657	37190	
Ceará	124718	137883	139319	126052	93384	129469	44307	46435	79452	69561	84029	84308	86639	82054	81043	93650	88602	99654	95445	103707	109155	85083	89117	65519	60747	58506	58916	
Rio Grande do Norte	43350	48792	50265	42861	49419	50739	46463	50491	48492	35534	40401	36488	39909	37193	52783	60676	48692	51591	51005	51656	30509	25713	29078	8025	15286	14542	10307	
Paraíba	46002	47270	50709	31875	46161	48157	28905	39169	22750	24036	31014	24757	25684	27922	28957	29508	28831	30936	30647	27749	25763	23316	20518	14796	15366	15187	15580	
Pernambuco	119637	112269	103641	94682	73201	89164	78837	73528	51737	43563	40635	44041	44730	41767	49607	53703	59246	58561	62250	59090	66372	46740	45888	35245	34061	43914	25978	
Alagoas	19968	17239	17518	26713	29831	35175	29526	28730	30366	27216	25106	26029	26946	13720	19165	20569	15902	16794	22813	22200	20396	18051	20910	18243	20435	22570	21896	
Sergipe	34177	32969	33937	38695	40296	43115	39481	38476	36303	30003	30265	32030	30966	30087	32030	32184	33185	33727	34354	33094	32622	32429	30730	28738	26956	24463	20445	
Bahia	325596	337843	298254	256521	249348	243667	244594	244463	249018	256358	318836	286600	325251	330254	334412	357823	344672	339489	336719	271595	262025	252770	221739	179116	193750	189790	174103	
Minas Gerais	82708	79860	75606	78503	78504	75130	71854	74598	72668	71272	69509	63662	62007	60648	58357	59672	60360	59106	57884	56806	55477	57220	59702	58681	59641	59390	58128	
Espírito Santo	19505	18546	16900	18311	22565	21031	16879	16345	17528	15028	16216	16633	14171	12673	17294	19362	18510	17101	16524	15202	13894	11214	11714	9240	9723	8690	8214	
Rio de Janeiro	12261	13304	11368	12117	14505	14717	10774	12738	13291	12708	12948	12767	11719	10666	11764	11399	10167	9672	9474	9539	13779	14814	19662	12956	13643	11132	11065	
São Paulo	22880	24430	24380	26540	35630	34140	25521	24485	27330	32165	34370	42010	37700	36690	43800	48643	47170	42556	44230	40907	52255	56235	57859	53936	54703	50015	49133	
Paraná	101854	102265	97487	141425	157625	144366	116476	138050	152980	164808	182856	172850	144306	110944	150645	165970	172951	150381	141376	153131	172214	184291	159115	155836	157187	159406	147478	
Santa Catarina	67596	63370	56777	56429	53236	49979	40161	37522	36563	35211	38544	37983	32081	28417	32141	32165	32432	32451	30546	30284	29929	27478	29055	28564	23397	22048	20713	
Rio Grande do Sul	121466	112485	106090	107654	115021	101440	99469	97320	94320	90144	90313	85146	84515	88911	88053	87051	87396	88702	84998	83669	81602	80342	78905	71204	68674	65597	62644	
Mato Grosso do Sul	24569	23918	17378	22608	30647	29347	21902	27026	27658	33082	32519	34180	34160	22917	28821	32492	29337	27356	29041	23759	26690	30338	30902	33058	39730	44241	34159	
Mato Grosso	27004	29639	30740	25721	23434	23764	17915	18421	23977	21424	27317	32617	33305	25138	37341	38498	39943	39069	36719	35844	35466	25067	23891	23236	22566	19555	19448	
Goiás	14700	14612	14773	16686	17960	18776	18317	15464	17571	17448	16956	16666	17111	17822	18314	20091	24474	27314	28125	21856	21157	18315	18459	9995	12456	12721	13078	
Distrito Federal	700	650	650	650	436	444	427	523	446	542	709	645	614	616	702	850	840	915	957	916	814	720	924	1309	1124	936	1128	

Fonte: IBGE - PAM (2018).

Tabela 81. Produtividade média da cultura da mandioca (kg/ha).

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	kg/ha																										
Rondônia	16386	16506	16953	17072	17292	16970	14398	14160	14919	15639	15488	16081	15364	16374	16792	17269	17378	17550	16587	16842	17299	16997	17185	15792	21448	22055	22854
Acre	18700	18600	18499	18325	17892	18409	11716	11832	13285	16753	16855	17577	17040	18847	19044	19392	15307	19055	21706	21685	20877	19445	19982	21411	28902	29315	28405
Amazonas	11480	12464	11995	12349	12444	12746	9163	9255	9254	10152	10084	10085	9940	9610	9617	9615	8995	8959	11697	10225	11382	11802	11778	11632	11321	11444	11428
Roraima	13936	13818	13818	13817	13817	13817	6109	13186	3000	13000	13000	10000	13291	13285	13308	13308	13280	13308	13308	13308	13303	13309	13309	17473	15152	22514	21533
Pará	12437	12760	12747	13421	13476	13163	13201	13557	13451	14440	13913	14150	15173	15269	14897	15162	16169	16081	15741	15686	15489	15805	15322	15288	14274	15198	14612
Amapá	10509	10000	9000	9546	10398	10114	9378	9657	10000	10035	9500	9521	10641	10535	10351	10625	10961	11212	10427	11380	12397	12183	11762	11369	11010	12550	12576
Tocantins	14303	14165	15381	16550	16861	16709	6407	17610	15612	14978	14845	15183	14653	23424	19304	18934	19314	19203	18853	18712	18107	17927	17038	15564	18281	18791	17332
Maranhão	7852	8263	7068	8208	8492	8458	5764	5950	6135	6653	6968	7357	7605	7539	7748	7974	8111	8276	7775	6682	7334	8577	7782	6987	8610	8527	8353
Piauí	13652	12108	7669	6191	9450	13800	5823	10743	7024	8366	11419	10404	8200	9017	10535	7715	9674	9041	8498	8830	9581	10944	5254	4156	6075	6873	5438
Ceará	8094	8597	6991	3356	7869	7819	6691	6970	6164	7442	8475	8680	9410	9236	9310	8820	9715	7520	9694	6617	5688	9833	5260	4584	7876	6134	6583
Rio Grande do Norte	8140	9159	8519	6100	9659	9779	8835	8419	8393	7780	9067	8945	9350	10608	11198	11486	10711	10975	11233	11368	11195	11868	8111	10054	10486	10046	9367
Paraíba	8398	8921	8844	7485	9448	9187	6498	7952	5921	8207	8497	8434	8441	9160	8931	9119	9372	9254	9769	9444	8854	9473	7695	9128	8793	8631	9428
Pernambuco	9454	10030	9810	8123	9963	9810	8517	9746	8104	8113	9296	9328	10812	10545	10954	11149	11147	10620	10476	11100	11199	11132	7451	8307	8877	8843	5333
Alagoas	10657	10707	10502	8937	13265	11450	13034	11621	12466	12504	14377	14183	12881	13205	14223	12953	11991	13250	13995	14064	15602	16348	15046	12322	12246	12988	12744
Sergipe	14888	15125	14509	15955	15038	14986	15063	14986	14777	14165	14691	14539	14509	14479	14689	14470	14778	14772	14837	14847	14878	14925	14659	15092	15429	15541	14454
Bahia	12752	12552	12642	11587	12060	12504	12007	12463	11583	12297	12997	12450	12571	11802	12440	12888	12748	13200	12946	12655	12255	11735	9925	10352	11001	11057	11235
Minas Gerais	11481	12800	12228	13004	12788	12799	8104	11885	11854	12154	12970	12949	13849	14025	15104	15543	15037	15296	15358	15212	14326	14266	13802	13889	14278	14338	14525
Espírito Santo	16340	16688	16891	17095	16805	16448	15858	16037	13420	15177	15708	15678	17137	16307	16871	17535	17586	17289	17243	17069	17299	16774	17665	17073	16775	16220	14900
Rio de Janeiro	15921	15905	15649	15932	17581	16160	15612	15806	16074	15799	15333	14065	14795	14503	15138	15326	15010	13599	13597	13687	14994	15473	16501	15077	14176	13838	14146
São Paulo	23686	23376	23372	23648	22502	23258	22459	23012	21405	21803	22378	24844	21364	23554	24803	23536	23443	24126	23477	24007	22372	23496	23416	24531	24074	23431	23587
Paraná	21448	22116	22526	21557	21696	21518	22187	21305	20907	21202	20659	20915	23946	21229	19692	19931	22204	22376	23525	23866	23302	22680	24316	24126	25185	27056	26364
Santa Catarina	17193	17356	17928	18032	17614	18136	10790	15602	16212	17964	17953	18664	18172	18965	18418	18342	18860	19512	19068	18233	18063	18425	18229	19302	18954	19217	18630
Rio Grande do Sul	14309	13423	14622	15057	14960	14845	10290	14233	13961	14492	14369	14817	15096	14792	14020	12975	14842	15466	15761	15321	15632	16217	15097	16381	17203	17611	17450
Mato Grosso do Sul	17772	18108	17806	17914	18790	18939	18355	19331	19547	18831	18181	18159	21418	21175	17042	16581	16884	17566	19729	19319	20356	20775	20534	21836	21975	22699	21641
Mato Grosso	13995	14219	14642	14024	13989	14371	7841	12880	12683	13261	13258	12815	12503	13958	14356	13441	14111	14069	15083	14664	14002	14198	14646	14449	14954	14935	14686
Goiás	14938	15096	15358	15128	15013	15419	13305	14003	14913	14783	14855	14914	14897	15088	15048	16053	16560	17085	16767	16255	16025	15975	16467	16671	16563	16331	16263
Distrito Federal	12000	12000	11329	13518	14461	12545	16156	15250	14863	15317	16451	15000	15519	16555	16310	16756	16401	15735	15913	14823	14210	14000	16293	15423	15018	15060	15993

Fonte: IBGE - PAM (2018).

Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Relatório de Referência

Tabela 82. Área colhida da cultura do milho (ha).

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rondônia	121686	127649	149624	168728	211524	198785	115551	120799	133670	136316	129953	104836	87628	105635	120686	122050	125209	123069	133852	153691	157799	154478	160213	147657	154159	175711	157518
Acre	32749	36386	35008	34901	38525	36683	22791	24335	25308	26824	31813	29473	32416	34067	43473	40837	37863	37065	31850	27583	39314	36686	40802	45486	42181	38386	36387
Amazonas	3130	4500	4089	3838	3974	5944	9925	9928	10136	11742	12004	9523	10325	13094	12902	18943	20097	14308	11905	12200	13952	14450	14298	11018	7280	5364	3258
Roraima	6036	3800	4000	5750	7500	12833	11248	13500	13500	15000	15000	10300	13590	15800	12000	12000	12000	6400	6400	6400	6400	5900	5900	6061	6181	5221	5090
Pará	164199	184503	180745	228291	226636	280707	339863	324195	339602	399825	393092	310029	260667	284558	294222	278258	275770	272719	265886	240387	201764	210532	215935	220962	205150	228866	197261
Amapá	340	242	200	314	390	542	559	910	800	1170	1210	1885	1870	1382	1280	1568	1750	2070	3186	3468	3530	2854	2535	2250	2150	1750	1546
Tocantins	71650	67990	74990	71249	65404	75388	54553	60755	56672	52973	58575	62248	64160	68708	71825	78182	74100	77524	88619	74874	83229	86358	96973	95565	122213	162078	148039
Maranhão	483345	554396	539932	558267	605767	641409	288310	289168	305104	298567	319759	321233	324728	352676	370768	376213	363985	366879	353045	349669	375486	381297	445893	505615	551885	456746	332713
Piauí	394683	413253	386980	300198	455838	446559	233848	242589	256978	276508	272496	277962	277961	279680	274588	290179	262654	292118	282981	320812	287048	349984	269061	271997	377217	370650	410197
Ceará	346331	596899	494803	166382	705315	650913	491135	425558	355151	593057	612976	603601	702962	707891	655677	566846	639205	674041	675480	691632	551984	725301	497598	355871	472059	495682	473696
Rio Grande do Norte	40755	132088	138812	17675	139253	136201	146659	103924	13691	32185	93196	36999	98839	101399	87143	49763	78496	51290	73698	65750	20317	72541	6195	19161	23415	11253	7700
Paraíba	192556	260971	271075	34769	243948	242906	226048	225472	11981	44748	169464	18361	149219	167577	163329	152855	183295	159884	180116	181830	73582	156523	15379	44196	67064	45803	68209
Pernambuco	203665	280878	200441	22036	357288	317330	351037	305651	36337	86049	238365	107645	174473	166456	210053	207174	262828	270652	275402	282687	176892	259335	53855	41592	163157	77250	91859
Alagoas	50773	65775	37714	17830	96942	96028	95643	103817	56226	45455	57090	38198	58398	23734	45103	72565	72161	68756	78000	68350	43486	40730	4356	14225	22500	19226	8469
Sergipe	29798	65012	23218	14912	83914	71803	81960	86637	62210	79881	78488	54114	58854	78519	91560	126551	139434	147712	160455	172941	182068	148850	81690	148289	162545	150935	88618
Bahia	397131	495761	476308	315901	517935	450145	504200	691796	418050	521194	674267	559465	512758	673978	753346	773462	721215	747711	724812	759603	724102	625363	403926	570529	656718	702854	457942
Minas Gerais	1410772	1546153	1526794	1476030	1486992	1496606	1294074	1330166	1262854	1284939	1240549	1209100	1203653	1259408	1319380	1353544	1225917	1313212	1320275	1278299	1169506	1177061	1230479	1214555	1272338	1219333	1102087
Espírito Santo	119567	128475	120290	119076	113243	71136	61941	67190	56311	52614	45504	46581	53640	51295	50147	45900	39393	37634	37292	37671	28122	34426	31694	24686	21489	13154	13161
Rio de Janeiro	22659	29553	30313	32305	29647	18529	20062	18391	17858	17266	16366	14328	11424	10685	11442	11814	10891	10180	8083	7759	7053	7353	6165	5639	4596	2370	2812
São Paulo	1151100	1448000	1566300	1349300	1309000	1243300	1155450	1206900	1100130	1215800	1084360	1122535	1063900	1114180	1073620	1074521	1049400	904147	965907	768410	768759	799030	837660	819310	777133	808017	864965
Paraná	2079784	2358797	2560811	2727267	2512859	2699273	2449510	2414543	2228724	2519833	2229948	2817287	2457326	2846054	2470151	2028372	2413754	2751151	2926572	2735654	2257031	2408721	2996979	2988990	2558424	2437929	2566054
Santa Catarina	1011565	962715	1078151	1030511	1035884	1056244	755611	766512	765277	772193	825572	896112	799722	856427	783623	730518	741370	694393	715774	648509	582221	542240	518045	484310	436433	404487	360341
Rio Grande do Sul	1645951	1795379	2007320	1741492	1721487	1883445	1408777	1616301	1473474	1326085	1487037	1672923	1425131	1415297	1199523	965586	1403218	1363323	1372768	1318854	1148708	1099541	1007106	1003965	924363	854735	738370
Mato Grosso do Sul	255747	346610	341193	346902	410536	472160	420005	561537	483017	521437	394538	537874	439323	708858	624318	476497	644485	859361	967616	838234	873777	964913	1244604	1537810	1595232	1681672	1678387
Mato Grosso	270283	253022	290266	339772	434705	439390	542636	573276	410934	440612	541792	536420	719945	880623	941092	1043815	1079970	1648671	1830447	1662920	2011742	1921101	2740553	3416701	3330803	3570606	3736321
Goiás	873650	881090	799610	734389	913394	880003	868734	950783	667719	810776	839844	907628	731073	716047	696324	614709	695127	831804	905680	906250	858301	960792	1221160	1229994	1404928	1401843	1337699
Distrito Federal	16800	23804	24622	17328	20913	22058	25681	27497	23784	28434	27118	28515	26980	31650	33102	36703	39507	41357	48481	40278	32702	32532	49442	53218	71296	65222	70163

Fonte: IBGE - PAM (2018).

Tabela 83. Produtividade média da cultura do milho (kg/ha).

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	kg/ha																										
Rondônia	1747	1711	1775	1814	1845	1862	1437	1432	1500	1599	1570	1612	1746	1866	1991	2008	2111	2030	2283	2399	2319	2201	3336	3044	3518	4479	3824
Acre	1642	1759	1766	1752	1537	1509	1258	1214	1300	1448	1520	1545	1588	1495	1569	1493	1495	1531	1917	2077	2063	2230	2370	2738	2489	2461	2263
Amazonas	1592	1500	1936	1988	1530	1634	1286	1287	1312	1465	1496	1501	1484	1694	1934	1841	1844	2038	2462	2397	2500	2488	2567	2506	2944	3135	2475
Roraima	883	900	800	898	1000	1200	1291	1200	966	1300	1300	1505	1414	1800	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2547	2483	2974	3342
Pará	1187	1265	1188	1310	1273	1373	1375	1476	1468	1597	1354	1561	1597	1840	1938	2011	2090	2060	2340	2296	2573	2570	2801	2777	2876	3319	3260
Amapá	970	801	900	659	682	638	1413	657	700	707	705	777	786	766	723	848	874	884	755	821	915	864	836	894	911	943	981
Tocantins	971	1230	1224	1148	1306	1487	1435	1841	1638	1623	2072	1947	1974	2048	1993	2002	1918	2032	2598	3344	3393	3615	3825	3669	3699	3947	3592
Maranhão	281	599	412	487	659	562	608	615	472	812	1007	996	1007	1082	1102	1070	1170	1272	1358	1499	1427	1695	1757	2614	2754	3060	2052
Piauí	229	811	196	281	933	877	655	456	221	847	841	519	297	816	488	661	873	585	1135	1546	1193	1936	2860	1783	2749	2972	1464
Ceará	348	623	333	236	689	720	783	639	262	747	1017	405	895	1052	579	496	1189	530	1114	779	316	1262	246	317	737	264	242
Rio Grande do Norte	189	453	279	115	667	611	480	415	501	317	617	208	695	686	695	464	657	549	729	643	399	661	402	622	562	375	382
Paraíba	240	498	337	184	869	634	578	604	259	317	739	420	615	739	446	401	855	460	661	556	156	399	426	621	421	239	185
Pernambuco	389	493	365	153	749	618	673	610	417	405	586	190	496	489	312	559	744	457	648	682	394	478	410	575	325	335	145
Alagoas	440	400	371	296	481	415	443	489	366	460	745	720	696	500	661	474	535	496	669	620	539	820	379	615	502	822	1524
Sergipe	624	759	532	526	949	933	1340	1062	1180	1479	1107	863	652	1102	1488	1624	1326	1605	3644	4066	4123	3228	3557	4727	4691	3284	1591
Bahia	319	888	937	1670	1372	1500	1468	1542	1514	1717	1960	1774	1657	1805	2137	2089	1558	2187	2599	2840	3070	3281	4662	3698	4448	3815	3451
Minas Gerais	1611	2401	2464	2575	2477	2502	2572	2943	2936	3044	3411	3325	3994	4229	4511	4612	4202	4619	5007	5113	5207	5553	6197	6132	5476	5609	5302
Espírito Santo	1572	2486	2234	2468	2011	1687	2238	2351	2273	2386	2468	2464	2573	2578	2583	2662	1989	2440	2537	2578	2330	2380	2437	2545	2709	2292	2879
Rio de Janeiro	1398	1740	1855	1951	1839	1608	1938	2049	1974	1947	1956	1872	2035	2144	2171	2282	2367	2223	2441	2451	2506	2486	2435	2362	2407	2630	2690
São Paulo	2402	2811	2601	2730	2444	3358	3067	3239	3323	3134	2822	3741	3706	4247	4328	3809	4172	4634	4846	4781	5237	4208	5346	5381	5126	5803	5310
Paraná	2481	2046	2842	2997	3248	3329	3238	3210	3558	3483	3297	4488	3987	5056	4426	4226	4656	5182	5335	4116	6011	5178	5524	5802	6185	6472	5412
Santa Catarina	2643	1582	3024	3139	3215	3456	3086	3595	3372	3483	4122	4404	3876	5033	4157	3689	3892	5462	5712	5003	6275	6735	5541	6868	7217	7606	7022
Rio Grande do Sul	2404	1139	2756	2644	2760	3151	2149	2535	2960	2422	2647	3666	2737	3833	2815	1537	3226	4378	3811	3174	4904	5250	3133	5398	5831	6509	6406
Mato Grosso do Sul	2329	2692	2506	2653	2662	3039	3504	3440	3508	3690	2710	4063	3144	4333	3802	2711	3634	3458	3798	2602	4329	3760	5204	4925	5172	5785	3593
Mato Grosso	2290	2646	2631	2672	2676	2790	2791	2652	2308	2539	2638	3249	3210	3625	3622	3337	3915	3718	4260	4920	4058	4041	5709	5908	5426	5980	4106
Goiás	2115	3275	3473	3537	3476	3951	3918	3972	3810	4277	4357	4580	4636	5073	5059	4645	4743	4995	5632	5495	5448	5978	6740	6250	6469	6786	4339
Distrito Federal	2700	3725	3532	3778	4120	4418	4099	4810	4697	4661	5115	4269	5458	5678	5666	6187	5929	6393	6707	7026	7529	8112	8153	7904	9347	8098	4168

Fonte: IBGE - PAM (2018).

Tabela 84. Área colhida da cultura da soja (ha).

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	ha																										
Rondônia	4640	940	4140	5140	4640	4500	576	656	7892	7800	11800	21871	28914	41600	56443	75275	103110	88890	99206	111426	122323	132300	146144	179877	191970	233605	246171
Acre	0	0	0	0	0	0	0	0	120	120	0	0	0	0	0	55	20	100	50	50	100	85	0	57	400	0	100
Amazonas	0	0	0	0	0	0	49	48	587	1059	1036	1138	1507	2256	2306	2206	2208	646	200	204	180	180	220	20	0	0	0
Roraima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12000	13000	11000	7000	8000	1400	1400	3600	5000	14900	16000	23820	24035
Pará	0	0	0	0	0	0	0	575	1263	1245	1205	1005	2648	15310	35219	68410	70810	53553	70776	71410	85450	105888	119686	189746	242971	337056	433813
Amapá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4528	15825	11125	14860
Tocantins	26280	4400	6880	15945	31110	20117	7019	26308	56822	46256	57919	82098	107377	153048	253466	355300	321090	304096	329508	315560	352875	396132	415463	536545	718374	830031	828435
Maranhão	15230	4585	21122	43223	62896	87690	63652	109725	146345	166916	178716	213436	238173	275252	340403	372074	382886	384474	421520	409402	494236	530539	556178	563366	677540	761225	783604
Piauí	1560	1900	1590	1860	6345	12784	9585	18780	27152	32217	40004	61841	86460	116613	155781	198547	232009	217006	253566	276672	343092	383618	444856	533114	626799	666718	561715
Ceará	0	0	0	0	0	0	20	9	2	0	0	0	117	650	350	210	300	350	512	975	1020	0	1145	0	0	0	0
Rio Grande do Norte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paraíba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175	0	0
Pernambuco	9	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alagoas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	201	330	120	50	180	68	0	0	0	0	0	278	343
Sergipe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bahia	360015	210000	320000	381049	434036	470575	433263	456550	553700	580000	628356	690000	800000	850000	821270	870000	872600	851000	905018	950920	1017250	1045240	1112627	1211267	1276369	1440113	1536678
Minas Gerais	558387	470436	471673	552745	591491	600655	471018	493680	563327	575337	600054	632418	717679	885407	1086353	1118867	1005113	884982	866222	928708	1020611	1014429	1028341	1151010	1236695	1327581	1458914
Espírito Santo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rio de Janeiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
São Paulo	561200	503413	465621	490000	553900	530000	563600	574900	527160	520500	535010	530000	576800	642450	779880	781210	656600	475973	525940	494273	495104	461305	562647	610452	692589	791903	848782
Paraná	2267638	1972538	1810657	2073537	2154077	2206249	2386623	2540686	2859154	2788054	2857968	2818080	3309789	3649119	4011021	4154667	3931721	4007323	3969113	4077052	4479869	4555312	4456805	4761733	5011004	5240402	5450788
Santa Catarina	366143	261684	203727	220211	217266	204008	167368	188497	217297	220105	212412	198853	240163	257086	314439	350692	331537	385496	373358	385418	440419	457422	451449	521271	560098	608483	660761
Rio Grande do Sul	3516048	3116577	2876568	3078313	3185058	3006535	2493895	2941552	3172139	3050541	3001836	2974513	3295342	3591470	3968530	3733822	3863726	3890183	3803425	3821936	4013616	4074829	4156095	4727821	4986542	5262520	5436653
Mato Grosso do Sul	1256469	1064744	940851	1067132	1101691	1043689	831654	885526	1108974	1073760	1099359	1064726	1195544	1411307	1796433	2025155	1903852	1718031	1731376	1708723	1732297	1738091	1812968	1986894	2157824	2350817	2413322
Mato Grosso	1527754	1164585	1453702	1678532	2022956	2322825	1956148	2192514	2643389	2635010	2906448	3121353	3818231	4413271	5263428	6106654	5811907	5075079	5659149	5831468	6226452	6454331	6980690	7913687	8613593	8966679	9102722
Goiás	972430	797740	822860	982883	1110543	1121511	880267	1021852	1382705	1334100	1491066	1538988	1902950	2176720	2591084	2663380	2492760	2168441	2180471	2315888	2445600	2560508	2669894	2947887	3176995	3260025	3310548
Distrito Federal	53500	43106	42000	44760	49401	43831	34733	34620	35628	28390	33582	34779	37747	43210	50383	59020	53980	52606	48712	48915	55402	54854	55050	52500	72000	68862	70875

Fonte: IBGE - PAM (2018).

Tabela 85. Produtividade média da cultura da soja (kg/ha).

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	kg/ha																											
Rondônia	1993	2055	2379	2111	2381	2400	1892	1975	2000	2064	3069	3140	2897	3038	2888	3099	2654	2914	3140	3202	3150	3171	3219	3196	3202	3204	3087	
Acre	0	0	0	0	0	0	0	0	2500	2500	0	0	0	0	0	2072	1200	3000	3000	3300	3300	3318	0	2702	2738	0	1500	
Amazonas	0	0	0	0	0	0	510	500	1356	1378	1378	1344	2116	2309	2368	2328	2326	2989	3000	3000	3000	3000	3000	3000	0	0	0	
Roraima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2200	2800	2800	2900	2800	2800	2800	2800	2800	2698	2122	2342	2802	
Pará	0	0	0	0	0	0	0	2353	1930	2112	2159	2279	2845	2825	2823	2986	2963	2875	2841	2891	2850	2995	3120	2669	3033	3034	3007	
Amapá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2850	2578	2640	2850	
Tocantins	1337	2025	1635	1662	1851	1812	2005	1722	2166	2450	2492	2292	2275	2467	2573	2548	2313	2406	2714	2774	2809	3013	3074	2904	2915	2914	2321	
Maranhão	274	1752	1137	2021	2236	1851	2156	2019	1984	2450	2544	2300	2358	2398	2655	2679	2431	2926	2995	2958	2675	2962	2949	2808	2769	2758	1586	
Piauí	580	1500	452	1670	1640	1580	2345	2157	1836	2568	2523	2074	1052	2643	2491	2818	2345	2234	3230	2821	2531	2982	2793	1727	2375	2659	1147	
Ceará	0	0	0	0	0	0	3000	2222	2000	0	0	0	2512	2400	3180	3000	3420	3102	3251	3400	3350	0	3366	0	0	0	0	
Rio Grande do Norte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paraíba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2400	0	0	
Pernambuco	444	0	0	0	0	2388	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Alagoas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2343	2981	2200	2400	2400	2411	0	0	0	0	0	0	1978	3041
Sergipe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bahia	612	2100	1500	1554	2012	2280	1616	2220	2145	1982	2400	2040	1830	1830	2880	2760	2282	2700	3035	2551	3060	3361	2888	2283	2512	3134	2120	
Minas Gerais	1340	2065	2065	2027	2145	1997	1932	2190	2268	2327	2397	2198	2718	2637	2449	2625	2441	2732	2962	2962	2843	2899	2989	2933	2705	2654	3254	
Espírito Santo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rio de Janeiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
São Paulo	1669	1953	1833	1992	2222	2236	2190	2449	1949	2730	2224	2557	2705	2660	2377	2180	2510	2613	2749	2684	2853	2756	2785	3022	2468	3039	3290	
Paraná	2050	1790	1900	2297	2475	2581	2698	2590	2558	2781	2515	3057	2881	3017	2547	2284	2381	2963	2973	2307	3145	3393	2454	3347	2976	3288	3141	
Santa Catarina	1467	953	1803	1976	1999	2176	2419	2402	2354	2142	2470	2687	2206	2770	2040	1732	2409	2883	2535	2578	3130	3259	2392	3043	2978	3287	3238	
Rio Grande do Sul	1795	712	1963	1971	1708	1945	1698	1616	2037	1464	1593	2337	1702	2667	1396	654	1956	2552	2019	2099	2611	2876	1430	2698	2615	2983	2982	
Mato Grosso do Sul	1622	1895	1988	2145	2171	2187	2409	2466	2091	2606	2261	2925	2732	2898	1827	1836	2181	2820	2639	2367	3082	2923	2534	2909	2938	3108	3062	
Mato Grosso	2006	2351	2505	2453	2629	2364	2572	2764	2734	2836	3018	3054	3060	2937	2758	2908	2683	3009	3145	3080	3017	3223	3129	2959	3076	3106	2887	
Goiás	1294	2082	2184	2039	2080	1914	2229	2411	2465	2563	2744	2633	2840	2903	2351	2622	2414	2738	3029	2940	2965	3009	3146	3024	2814	2640	3093	
Distrito Federal	1486	2348	2210	2126	2159	1966	1930	2293	2424	2311	2766	2052	2731	2769	2670	3198	2700	2712	3150	3178	3196	3355	3200	2900	3000	2626	3300	

Fonte: IBGE - PAM (2018).

Tabela 86. Área colhida da cultura do trigo (ha).

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	ha																											
Rondônia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amazonas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Roraima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pará	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amapá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tocantins	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maranhão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piauí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceará	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rio Grande do Norte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paraíba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pernambuco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alagoas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sergipe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bahia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	580	743	343	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	500	3300
Minas Gerais	5067	2114	2807	4638	4680	3102	3630	3154	2881	4031	5615	3445	5482	7411	16722	14582	12864	11669	20270	22887	21318	22155	21709	36183	67032	81609	81669	
Espírito Santo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rio de Janeiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
São Paulo	200000	98156	68635	47680	35350	23800	18000	14430	9900	17600	14012	21950	35340	47700	54000	57000	48900	43960	79780	59738	55353	37856	44586	38495	81388	101357	103236	
Paraná	1197149	1138302	1183143	683390	630314	636516	1085444	954269	952047	753513	489920	961649	1115455	1254125	1358692	1275869	767566	821789	1106396	1308792	1172820	1027936	793448	862000	1388111	1318214	1101314	
Santa Catarina	105521	80164	72025	79131	61004	35740	71712	33398	27872	24076	30857	50812	51475	77541	84909	59892	61359	81675	122537	113771	87441	76279	66081	78694	94974	68775	64115	
Rio Grande do Sul	988158	617413	486614	598312	554129	270247	561259	482281	376955	396922	554932	613131	794187	1063194	1124800	844420	607269	848404	970178	855670	787480	932360	961502	1059032	1180817	874362	778486	
Mato Grosso do Sul	184427	112862	139737	64457	57924	23625	47308	29764	29551	42324	34949	61748	79696	90443	141768	95599	49492	31814	42682	43354	39566	30650	14770	8229	13122	17021	20855	
Mato Grosso	12	0	0	0	0	0	0	0	1000	430	1000	500	2000	1377	1660	747	494	660	65	0	280	240	0	0	0	0	0	
Goiás	560	450	2084	3815	4629	899	6023	2756	7973	10288	6887	14415	20609	16610	21772	11114	10761	10491	19100	22438	15824	9615	9776	4062	8091	9190	12775	
Distrito Federal	95	0	576	808	823	805	2629	1493	673	580	515	842	658	1250	2158	1130	1470	2762	2885	3603	1485	1825	839	700	1410	1600	420	

Fonte: IBGE - PAM (2018).

Tabela 87. Produtividade média da cultura do trigo (kg/ha).

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	kg/ha																											
Rondônia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amazonas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Roraima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pará	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amapá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tocantins	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maranhão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piauí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceará	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rio Grande do Norte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paraíba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pernambuco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alagoas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sergipe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bahia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5000	5000	5583	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6000	6000
Minas Gerais	2873	3072	3085	3673	3712	2930	4019	4572	4566	4088	4075	4444	4294	4425	4344	4369	4534	4392	4791	4412	3982	4069	3700	3303	3047	3005	2687	
Espírito Santo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rio de Janeiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
São Paulo	1015	1444	1486	1812	958	1697	1400	1900	1740	2198	1179	2379	1721	2194	2594	2391	2100	2392	2129	1861	2180	2074	2741	2191	2864	3165	3497	
Paraná	1164	1604	1315	1453	1707	1678	1938	1831	1674	2054	1429	2093	1503	2554	2245	2169	1610	2345	2773	1896	2935	2379	2695	2204	2749	2527	3049	
Santa Catarina	1026	1291	1476	1271	1215	1507	1464	1024	1521	1887	1760	1571	1786	2217	2239	1778	2381	2489	2640	2418	2785	3004	2110	3180	2751	1912	3451	
Rio Grande do Sul	1182	1105	1855	1533	1456	1237	1715	1252	1427	1828	1593	1754	1418	2253	1832	1645	1355	2030	2266	2234	2688	2944	1941	3164	1415	1592	3265	
Mato Grosso do Sul	1106	1381	818	1088	1192	837	1056	1582	1658	1679	993	1732	946	1854	1391	1426	1248	1259	1589	1713	1875	1393	1619	1110	1873	1866	2288	
Mato Grosso	916	0	0	0	0	0	0	0	1500	1772	1800	1500	1320	1814	2249	914	1963	2318	1507	0	3342	4200	0	0	0	0	0	
Goiás	1642	1033	1595	2434	3143	4018	3353	3024	1474	1248	1235	1302	2184	3952	4031	4488	4452	4577	4526	3764	5041	5111	4386	4811	5367	4772	4968	
Distrito Federal	3105	0	3145	4149	4659	4837	4312	4170	4172	4236	4695	4735	4635	5138	5089	5477	5204	5242	5225	4011	5078	5200	5700	6300	6000	6200	5700	

Fonte: IBGE - PAM (2018).