



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

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

SUBSETOR CULTIVO DE ARROZ

Versão de novembro de 2020

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

SETOR AGROPECUÁRIA

SUBSETOR CULTIVO DE ARROZ

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)

Coordenadora Técnico-Científica do Subsetor Cultivo de Arroz

Walkyria Bueno Scivittaro (Embrapa Clima Temperado)

Autores

Walkyria Bueno Scivittaro (Embrapa Clima Temperado)

Rosane Maria Morales Guidotti (Consultora)

Colaboradores

Alberto Baêta dos Santos (Embrapa Arroz e Feijão)

Beata Eموke Madari (Embrapa Arroz e Feijão)

Cimélio Bayer (Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS)

Julio José Centeno da Silva (Embrapa Clima Temperado)

Luis Fernando Stone (Embrapa Arroz e Feijão)

Márcia Thaís de Melo Carvalho (Embrapa Arroz e Feijão)

Marcos Lima Campos do Vale (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI)

Mellissa Ananias Soler da Silva (Embrapa Arroz e Feijão)

Osmira Fátima da Silva (Embrapa Arroz e Feijão)

Instituições colaboradoras

Embrapa Arroz e Feijão

Embrapa Clima Temperado

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Instituto Rio-Grandense do Arroz

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

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, na medida do possível, informações oficiais públicas para o período de 1990 a 2016.

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
Sumário Executivo	12
1. Introdução	14
<i>1.1 Caracterização da produção de arroz no Brasil</i>	<i>17</i>
2. Metodologia	25
<i>2.1 Dados de atividade</i>	<i>31</i>
<i>2.2 Fatores de emissão e outros parâmetros</i>	<i>34</i>
3. Resultados	41
4. Controle de qualidade	47
5. Avaliação de incertezas e consistência temporal	48
<i>5.1 Dados de atividade</i>	<i>48</i>
<i>5.2 Fatores de emissão</i>	<i>49</i>
<i>5.3 Resultados</i>	<i>49</i>
6. Diferenças em relação ao Terceiro Inventário	56
<i>6.1 Atualização metodológica</i>	<i>57</i>
<i>6.2 Recálculos e correções</i>	<i>58</i>
7. Referências	61
APÊNDICE A - Detalhamento metodológico	64
<i>A.1 Resumo metodológico</i>	<i>64</i>
APÊNDICE B - Resultados detalhados	65

Lista de Tabelas

	Página
<i>Tabela 1. Emissões de CH₄ do Cultivo de Arroz no Brasil e variações percentuais entre os anos de 1990, 2005 e 2010 e o ano de 2016</i>	13
<i>Tabela 2. Apresentação dos gases e Tiers utilizados para calcular as emissões do subsetor Emissões de CH₄ do Cultivo de Arroz.</i>	26
<i>Tabela 3. Representatividade dos sistemas de preparo do solo no cultivo de arroz irrigado no Rio Grande do Sul no período de 1990 a 2016.</i>	29
<i>Tabela 4. Resumo dos dados de atividade utilizados no cálculo de emissões de CH₄ do cultivo de arroz no Brasil.</i>	33
<i>Tabela 5. Área colhida de arroz no Brasil, estratificada por regime hídrico, no período de 1990 a 2016.</i> ..	33
<i>Tabela 6. Regimes hídricos adotados no cultivo de arroz nas Unidades da Federação brasileiras no período de 1990 a 2016.</i>	36
<i>Tabela 7. Fatores de escala default para estimativa das emissões de CH₄ em função do regime hídrico durante o período de cultivo do arroz, utilizando como referência o sistema irrigado por inundação contínua (SFw).</i>	37
<i>Tabela 8. Fatores de escala default para estimativa das emissões de CH₄ em função do regime hídrico durante o período que precede o cultivo do arroz (entressafra) (SFp).</i>	38
<i>Tabela 9. Fatores de conversão default para tipos de material orgânico (CFOA).</i>	39
<i>Tabela 10. Resumo dos fatores de emissão e parâmetros utilizados no cálculo das emissões de CH₄ do cultivo de arroz.</i>	39
<i>Tabela 11. Emissões de CH₄ do subsetor Cultivo de Arroz no Brasil, por regime hídrico.</i>	41
<i>Tabela 12. Emissões anuais de CH₄ do cultivo de arroz no Brasil e por região no período de 1990 a 2016.</i> .	42
<i>Tabela 13. Emissões quinquenais de CH₄ do cultivo de arroz no Brasil e por região no período de 1990 a 2016.</i>	43
<i>Tabela 14. Apresentação dos métodos para controle de qualidade utilizados nas estimativas de emissão do setor Cultivo de Arroz.</i>	47
<i>Tabela 15. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensibilidades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas por regime hídrico no ano de 1995. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 1- Propagação do erro (IPCC, 2006).</i>	51
<i>Tabela 16. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensibilidades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas por regime hídrico no ano de 2000. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 1- Propagação do erro (IPCC, 2006).</i>	51

Tabela 17. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensitividades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas por regime hídrico no ano de 2005. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 1- Propagação do erro (IPCC, 2006). 52

Tabela 18. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensitividades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas por regime hídrico no ano de 2010. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 1- Propagação do erro (IPCC, 2006). 52

Tabela 19. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensitividades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas por regime hídrico no ano de 2016. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 1- Propagação do erro (IPCC, 2006). 53

Tabela 20. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensitividades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas por regime hídrico no ano de 1995. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 2 (Simulação de Monte Carlo) (IPCC, 2006). 53

Tabela 21. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensitividades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas por regime hídrico no ano de 2000. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 2 (Simulação de Monte Carlo) (IPCC, 2006). 54

Tabela 22. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensitividades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas por regime hídrico no ano de 2005. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 2 (Simulação de Monte Carlo) (IPCC, 2006). 54

Tabela 23. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensitividades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas por regime hídrico no ano de 2010. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 2 (Simulação de Monte Carlo) (IPCC, 2006). 55

Tabela 24. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensitividades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas

por regime hídrico no ano de 2016. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 2 (Simulação de Monte Carlo) (IPCC, 2006)..... 55

Tabela 25. Comparação das emissões de CH₄ do cultivo de arroz estimadas pelas metodologias das Guias IPCC 1996 (Terceiro Inventário Nacional) e IPCC 2006 (Quarto Inventário Nacional)..... 56

Tabela 26. Categorias de Cultivo de Arroz contempladas pelo Terceiro e pelo Quarto Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. 58

Tabela 27. Áreas cultivadas de arroz estratificadas por regime hídrico e Unidade da Federação adotadas no Terceiro e no Quarto Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa.. 59

Tabela 28. Resumo metodológico referente às emissões de CH₄ do Cultivo de Arroz..... 64

Tabela 29. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz irrigado do estado de Santa Catarina de 1990 a 2016. 66

Tabela 30. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz irrigado por inundação contínua do estado do Rio Grande do Sul, por sistema de preparo do solo. 68

Tabela 31. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1990. . 69

Tabela 32. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1991. . 70

Tabela 33. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1992. . 71

Tabela 34. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1993. . 72

Tabela 35. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1994. . 73

Tabela 36. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1995.. 74

Tabela 37. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1996. . 75

Tabela 38. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1997. . 76

Tabela 39. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1998. . 77

Tabela 40. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1999. . 78

Tabela 41. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2000. . 79

Tabela 42. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2001. . 80

Tabela 43. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2002. . 81

Tabela 44. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2003. . 82

Tabela 45. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2004. . 83

Tabela 46. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2005. . 84

Tabela 47. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2006. . 85

Tabela 48. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2007. . 86

Tabela 49. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2008. . 87

Tabela 50. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2009. . 88

Tabela 51. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2010. . 89

Tabela 52. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2011. . 90

Tabela 53. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2012. . 91

Tabela 54. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2013. . 92

Tabela 55. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2014. . 93

<i>Tabela 56. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2015. .</i>	94
<i>Tabela 57. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2016. .</i>	95
<i>Tabela 58. Quantidade de material orgânico aplicado ao solo por regime hídrico e estado brasileiro de 1990 a 1993.</i>	96
<i>Tabela 59. Quantidade de material orgânico aplicado ao solo por regime hídrico e estado brasileiro de 1994 a 1997.</i>	97
<i>Tabela 60. Quantidade de material orgânico aplicado ao solo por regime hídrico e estado brasileiro de 1998 a 2001.</i>	98
<i>Tabela 61. Quantidade de material orgânico aplicado ao solo por regime hídrico e estado brasileiro de 2002 a 2005.</i>	99
<i>Tabela 62. Quantidade de material orgânico aplicado ao solo por regime hídrico e estado brasileiro de 2006 a 2009.</i>	100
<i>Tabela 63. Quantidade de material orgânico aplicado ao solo por regime hídrico e estado brasileiro de 2010 a 2013.</i>	101
<i>Tabela 64. Quantidade de material orgânico aplicado ao solo por regime hídrico e estado brasileiro de 2014 a 2016.</i>	102

Lista de Figuras

	Página
<i>Figura 1. Evolução da produção de arroz no Brasil no período de 1990 a 2016.</i>	18
<i>Figura 2. Evolução das áreas colhidas de arroz, arroz de sequeiro e arroz irrigado no Brasil no período de 1990 a 2016.</i>	19
<i>Figura 3. Evolução da produtividade média de arroz, arroz de sequeiro e arroz irrigado no Brasil no período de 1990 a 2016.</i>	19
<i>Figura 4. Evolução das áreas colhidas de arroz de sequeiro e arroz irrigado na região Sul no período de 1991 a 2015.</i>	20
<i>Figura 5. Evolução das áreas colhidas de arroz de sequeiro e arroz irrigado na região Norte no período de 1991 a 2015.</i>	20
<i>Figura 6. Evolução das áreas colhidas de arroz de sequeiro e arroz irrigado na região Nordeste no período de 1991 a 2015.</i>	21
<i>Figura 7. Evolução das áreas colhidas de arroz de sequeiro e arroz irrigado na região Centro-Oeste no período de 1991 a 2015.</i>	21
<i>Figura 8. Evolução das áreas colhidas de arroz de sequeiro e arroz irrigado na região Sudeste no período de 1991 a 2015.</i>	22
<i>Figura 9. Magnitude da área colhida de arroz de sequeiro por Unidade da Federação.</i>	22
<i>Figura 10. Magnitude da área colhida de arroz irrigado por Unidade da Federação.</i>	23
<i>Figura 11. Evolução dos sistemas de preparo do solo adotados no Cultivo de Arroz irrigado no Rio Grande do Sul no período de 1990 a 2016.</i>	24
<i>Figura 12. Emissões anuais de CH₄ do cultivo de arroz no Brasil no período de 1990 a 2016.</i>	41
<i>Figura 13. Emissões anuais de CH₄ do cultivo de arroz irrigado por inundação intermitente com aeração única no Brasil no período de 1990 a 2016.</i>	44
<i>Figura 14. Emissões anuais de CH₄ do cultivo de arroz irrigado por inundação intermitente com aeração múltipla no Brasil no período de 1990 a 2016.</i>	45
<i>Figura 15. Emissões anuais de CH₄ do cultivo de arroz irrigado por inundação contínua no Brasil no período de 1990 a 2016.</i>	45
<i>Figura 16. Contribuição das categorias de regime hídrico para as emissões de CH₄ do cultivo de arroz no Brasil em 2016.</i>	46

Siglas

CH₄ – metano

CO₂ – dióxido de carbono

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

GEE – gases de efeito estufa

GRiSP – *Global Rice Science Partnership*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IRGA – Instituto Rio-Grandense do Arroz

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*

LSPA – Levantamento Sistemático da Produção Agrícola

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

MMA – Ministério do Meio Ambiente

N₂O – óxido nitroso

Sumário Executivo

Neste relatório são apresentadas as estimativas das emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros do subsetor Cultivo de Arroz para o período de 1990 a 2016. Os dados apresentados neste documento restringem-se ao metano (CH₄)¹, principal gás de efeito estufa associado a esse cultivo. O relatório foi elaborado com base 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.5.5 - *Cropland, Emissions from Rice Cultivation*).

As emissões de CH₄ decorrentes do cultivo de arroz estão associadas ao sistema irrigado por inundação do solo, visto que o CH₄ é o produto final da decomposição da matéria orgânica em condições anaeróbias, estabelecidas pelo alagamento do solo. No Brasil, a produção de arroz é desenvolvida em sistemas irrigado e sequeiro, que responderam, no ano de 2016, respectivamente, por 71% e 29% da área cultivada (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2018).

Segundo a classificação quanto aos regimes hídricos de cultivo de arroz, estabelecida pelo IPCC 2006, no Brasil são desenvolvidas três subcategorias de cultivo de arroz irrigado: inundação contínua, inundação intermitente com aeração única e inundação intermitente com aeração múltipla. Dessas, a subcategoria inundação contínua responde por quase a totalidade da área nacional de arroz irrigado (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2018). A categoria arroz de terras altas, nacionalmente conhecida como arroz de sequeiro, não gera emissões de CH₄, razão pela qual não é considerada para fins de contabilização de emissões de CH₄ neste relatório de referência.

Em 2016, as emissões de CH₄ provenientes do Cultivo de Arroz irrigado foram estimadas em 398,53 Gg, ou seja, 20,4% superiores às emissões de 1990, ano inicial de contabilizações do presente Inventário, mas foram apenas 3,4% maiores que as emissões de 2005 e 2010, último ano contemplado pelo Segundo e Terceiro Inventários Nacionais, respectivamente (Tabela 1). A magnitude das emissões de CH₄ do Cultivo de Arroz esteve fortemente associada à variação na área cultivada com o cereal no sistema irrigado, bem como à quantidade de material orgânico aportada ao solo. A principal exceção refere-se ao estado do Rio Grande do Sul, para o qual foram considerados fatores de emissão distintos para os sistemas de preparo do solo (convencional, preparo antecipado e outros sistemas) e, em consequência, as emissões de CH₄ foram influenciadas, também, pela variação temporal da representatividade desses sistemas na lavoura arrozeira gaúcha no período compreendido entre 1990 e 2016. Em Santa Catarina, por sua vez, as variações nas emissões de CH₄ sofreram ainda alguma influência de alterações no regime hídrico, no tipo e época de incorporação do material orgânico ao solo e na duração do período de cultivo do arroz.

Em 2016, a região Sul respondeu pela maior parte das emissões brasileiras de CH₄ do Cultivo de Arroz, contribuindo com 89,4% do total. Nesse ano, as emissões provenientes do cultivo de arroz

¹ As emissões de óxido nitroso (N₂O) pelo cultivo de arroz são reportadas no subsetor “Solos Manejados (3.D)”, conforme recomenda IPCC 2006.

irrigado em regime irrigado por inundação contínua totalizaram 95,5%; o restante das emissões foi proveniente dos regimes irrigado por inundação intermitente com aeração única e múltipla, cuja contribuição foi de 0,7 e 3,8%, respectivamente.

Considerando que, em nível nacional, apenas para o Rio Grande do Sul, o cultivo de arroz apresenta relevância em termos de emissão de CH₄, por abrigar mais da metade da área cultivada do cereal e dispor de fatores de emissão de CH₄ locais, adotou-se a metodologia *Tier 2* exclusivamente para esse estado, sendo os fatores de emissão e, portanto, as estimativas de emissão de CH₄ estratificadas em função do sistema de preparo do solo. Para os demais estados, onde ambas as condições supramencionadas não são atendidas, adotou-se a metodologia *Tier 1*. Ressalta-se que, para o estado de Santa Catarina, pela disponibilidade de dados de atividade individualizados para as sete regiões produtoras, as estimativas foram calculadas por região.

A Tabela 1 apresenta as estimativas de emissões de CH₄ associadas ao Cultivo de Arroz para os anos de 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2016, bem como as variações percentuais nos períodos de 2005 a 2016 e 2010 a 2016.

Tabela 1. Emissões de CH₄ do Cultivo de Arroz no Brasil e variações percentuais entre os anos de 1990, 2005 e 2010 e o ano de 2016

Subsetor/categoria		1990	1995	2000	2005	2010	2016	Varição 2005-2016	Variações 2010-2016
		----- Gg CH ₄ -----						----- % -----	
3.C	Cultivo de Arroz	331,12	412,09	368,25	385,56	385,52	398,53	3,4	3,4
3.C.1	Terras baixas / Irrigado	331,12	412,09	368,25	385,56	385,52	398,53	3,4	3,4
3.C.1.a	Irrigado por inundação contínua	300,80	382,68	346,54	359,52	364,03	380,79	5,9	4,6
3.C.1.b	Irrigado por inundação intermitente	30,32	29,41	21,71	26,04	21,46	17,74	-31,9%	-17,3%
3.C.2	Terras altas / Sequeiro	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	-	-

N.O. - não ocorre (*not occurring*)².

² O fator de escala (*SFw*) que considera o regime hídrico durante o período de cultivo é nulo para cultivos de arroz de terras altas ou sequeiro (IPCC, 2006).

1. Introdução

O arroz é um alimento básico da população humana, sendo consumido por mais da metade da população mundial. O cereal é cultivado em cerca de 160 milhões de hectares, correspondendo a aproximadamente 11% das terras cultivadas no mundo. A maior parte do arroz é cultivada e consumida no continente asiático, que responde, em média, por 91% da produção mundial, sendo também importante exportador do cereal. China e Índia são os principais países produtores de arroz. Muito embora a área cultivada de arroz na China seja menor que a indiana, a produção chinesa é superior devido à maior produtividade, que está associada ao fato de quase a totalidade das áreas serem cultivadas no sistema irrigado, enquanto na Índia menos da metade das áreas são irrigadas. Depois de China e Índia, os principais países produtores de arroz são Indonésia, Bangladesh, Vietnã, Tailândia, Mianmar e Filipinas. Apesar da dominância asiática na produção e no consumo de arroz, o cultivo do cereal é muito importante em outras partes do mundo, tais como África e América Latina. O Brasil é o nono produtor mundial, respondendo por quase 45% da produção de arroz da América Latina e Caribe (GRiSP, 2013).

A situação descrita é representativa da importância da produção de arroz para a humanidade e do impacto potencial dessa atividade sobre o meio ambiente, que está fortemente associado à liberação de Gases de Efeito Estufa (GEE) para a atmosfera, particularmente o CH_4 , cuja produção decorre da decomposição da matéria orgânica em condições anaeróbias, estabelecidas no cultivo com alagamento do solo (LE MER; ROGER, 2001; CONRAD, 2002). A lavoura de arroz também pode atuar como fonte importante de N_2O , que é produto da transformação microbiana do nitrogênio (N) nativo do solo e presente em resíduos orgânicos, estando associada à alternância nas condições de oxirredução do solo, que predispõe a ocorrência dos processos de nitrificação/desnitrificação (REDDY; DELAUNE, 2008).

De acordo com dados do IPCC (2007), em termos mundiais, a lavoura de arroz contribui com 30% das emissões de CH_4 e 11% das emissões de N_2O associadas à Agropecuária. Muito embora o Brasil seja o maior produtor de arroz fora do continente asiático, as emissões nacionais de CH_4 decorrentes desse cultivo são pouco expressivas (2,8% do total) (BRASIL, 2016), visto que a área cultivada no regime irrigado por inundação do solo é relativamente pequena comparativamente àquela dos principais países produtores do cereal. No entanto, para a região Sul do Brasil, onde aproximadamente 1,3 milhão de hectares do cereal são cultivados anualmente (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2018), o cultivo de arroz irrigado é extremamente relevante na contabilização das emissões de CH_4 , respondendo por 87% das emissões nacionais de CH_4 decorrentes da atividade (MCTI, 2015).

Grande parte da produção brasileira de arroz provém das lavouras irrigadas da região Sul, especialmente do estado do Rio Grande do Sul, que responde, atualmente, por 55% da área cultivada e contribui com mais de 70% da produção nacional do cereal (CONAB, 2018). Isso se deve ao fato de que o cultivo de arroz de sequeiro, tradicionalmente desenvolvido em áreas de fronteira agrícola, tem apresentado decréscimo em área, ano após ano, apresentando ainda baixa

produtividade. Já as áreas de arroz irrigado têm-se mantido estáveis e com tendência de aumento na produtividade. O retrospecto das estatísticas nacionais da cultura do arroz demonstra claramente essa realidade. Em 1990, a área cultivada com arroz de sequeiro no país era próxima a 3,1 milhões de hectares (74% do total); já em 2016, esse cultivo representou apenas 29% da área total (menos de 0,6 milhão de hectares), enquanto o sistema irrigado totalizou quase 1,4 milhão de hectares (71% do total) (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2018). Essa alteração de cenário resultou no aumento da produção nacional de arroz, que passou de pouco menos de 8 milhões de toneladas em 1990 para aproximadamente 10,7 milhões de toneladas em 2016 (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2018). Como resultado, em meados da década de 2000, o país alcançou a autossuficiência no abastecimento do cereal.

Considerando as variações no perfil produtivo de arroz brasileiro, com tendência sistemática de decréscimo na área cultivada de arroz de sequeiro ao longo das últimas três décadas e que, na atualidade, a produção brasileira de arroz provém majoritariamente do cultivo irrigado por inundação do solo, cujas áreas estão concentradas nas terras baixas dos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, sendo esse o regime hídrico responsável pela produção e emissão de CH₄ da lavoura arrozeira, essa atividade apresenta especial importância para a região Sul do país quanto à contabilização de emissões de CH₄. Esse efeito é mais marcante para o Rio Grande do Sul, pela elevada extensão de áreas cultivadas. Em decorrência, para fins de inventário de emissões do setor, o cultivo de arroz é especialmente relevante para esse estado.

Segundo as Guias do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (IPCC, 2006), utilizadas como orientador para a estimativa de emissões de CH₄ do Cultivo de Arroz neste relatório, a produção de arroz é realizada em dois ecossistemas: terras altas e terras baixas. Ao ecossistema de terras altas, também conhecido como cultivo de sequeiro, em razão da ausência da condição de solo inundado, não são associadas emissões de CH₄. Por sua vez, o ecossistema de terras baixas, que pressupõe a inundação do solo durante todo ou parte do período de cultivo de arroz, é estratificado em função do regime de manejo da água, incluindo os sistemas irrigado (inundação contínua e inundação intermitente com aeração única ou aeração múltipla); alimentado por chuvas e águas profundas (chuvas regulares, propenso a seca e águas profundas).

Dentre as categorias de Cultivo de Arroz mencionadas, no Brasil são desenvolvidos os sistemas sequeiro e irrigado. Especificamente quanto a este último, são identificadas apenas três subcategorias de Cultivo de Arroz: inundação contínua, inundação intermitente com aeração única e inundação intermitente com aeração múltipla. Dessas, a subcategoria inundação contínua, via de regra, respondeu pela maior parte da área nacional de arroz irrigado ao longo de todo o período coberto por este relatório, com tendência crescente. Assim, em 1990, o país apresentou uma área colhida de 1.259.295 hectares de arroz irrigado, dos quais 78,4% em regime de inundação contínua, 5,8% em regime de inundação intermitente com aeração única e 15,8% em regime de inundação intermitente com aeração múltipla. No ano de 2016, a categoria de cultivo arroz irrigado por inundação contínua também foi predominante, respondendo por 89,6% da área nacional (1.394.097

ha), enquanto as categorias inundação intermitente com aeração única e aeração múltipla representaram, respectivamente, 1,8% e 8,6% da área (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2018). Acrescenta-se que a subcategoria arroz irrigado por inundação intermitente com aeração múltipla esteve restrita aos estados do Maranhão, Sergipe, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Mato Grosso do Sul, Pará e Santa Catarina. Com exceção deste último, cuja representatividade tem aumentado progressivamente entre 1990 e 2016, nos demais estados a subcategoria foi praticada em períodos descontínuos entre 1990 e 2016, com tendência sistemática de declínio de área ao longo do tempo. Por sua vez, o regime irrigado por inundação intermitente com aeração única foi registrado nos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro entre os anos de 1990 e 1995, invariavelmente em área bastante reduzida (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2018), bem como em Santa Catarina em todo o período contemplado pelo presente relatório, com tendência de declínio de área entre 1990 e 2006, estabilizando-se em aproximadamente 25.000 hectares ao ano, a partir de 2007.

O predomínio do sistema irrigado por inundação contínua reflete a elevada representatividade do Rio Grande do Sul no cenário nacional de produção de arroz irrigado, sendo esse o único regime hídrico desenvolvido nesse estado. Também contribuiu para esse cenário a redução sistemática ao longo das três últimas décadas do cultivo em sistema irrigado por inundação intermitente, tradicionalmente desenvolvido em áreas pequenas das regiões Sudeste, Nordeste e Norte, bem como em Santa Catarina.

Os dados apresentados demonstram a importância das lavouras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul para a produção e abastecimento do cereal e a segurança alimentar nacional, mas retratam também o elevado potencial de emissão de CH_4 dessa atividade produtiva do estado, demandando esforços contínuos para otimizar e conferir maior sustentabilidade à produção, o que necessariamente passa pela mitigação das emissões de GEE.

No Brasil, os trabalhos relativos às avaliações e alternativas de manejo para a mitigação das emissões de CH_4 do Cultivo de Arroz iniciaram-se há cerca de 15 anos, nas regiões Sul (clima temperado) e no estado de São Paulo. Mais recentemente, expandiram-se para a região tropical, particularmente nos estados de Goiás, Tocantins e Maranhão. Atualmente, já se encontram disponíveis resultados validados, incluindo fatores de emissão específicos para o Rio Grande do Sul, que consideram distintos sistemas de preparo do solo. Nesse sentido, a exemplo da Terceira Comunicação Nacional, o presente relatório incorpora para esse estado fatores de emissão estabelecidos regionalmente para as áreas cultivadas nos sistemas convencional e preparo antecipado (BAYER *et al.*, 2015).

1.1 Caracterização da produção de arroz no Brasil

Entre 1990 e 2016, a produção brasileira de arroz apresentou um incremento médio anual de 2,1%, sendo que aumentos mais representativos ocorreram na primeira metade da década de 1990 (Figura 1), como resultado da incorporação de novas tecnologias de produção (genética e manejo) ao setor orizícola, de maneira especial o irrigado. A partir de então, as variações anuais refletiram, basicamente, as alterações nas áreas cultivadas nos sistemas sequeiro e irrigado (Figura 2), bem como a influência das condições climáticas sobre o desempenho da cultura. No período de 1990 a 2016, verificaram-se aumentos significativos de produção nas safras 2003/2004, quando o Brasil alcançou autossuficiência na produção de arroz (WANDER, 2006), e 2010/2011, bem como o fraco desempenho da cultura na safra 1997/1998, devido à ocorrência do fenômeno climático *El Niño* de forte intensidade, com conseqüente quebra da safra de arroz irrigado da região Sul. No mesmo período, houve forte e contínuo incremento na produtividade da cultura (Figura 3). Esse comportamento esteve fortemente associado ao aumento da representatividade do sistema irrigado no cenário nacional de produção de arroz, em razão de redução contínua da área cultivada de arroz de sequeiro (Figura 2).

No período compreendido entre 1990 a 2016, registraram-se reduções na área cultivada de arroz na maioria dos anos. Apenas em duas ocasiões ocorreram aumentos significativos na área cultivada de arroz: safras 1998/1999 (24,2%) e 2003/2004 (18,3%) (Figura 2). Pode-se observar ainda que as variações na área cultivada de arroz no Brasil devem-se basicamente às oscilações das áreas do sistema de cultivo de sequeiro, que sofreram intensa redução entre 1990 e 2016, com índice médio de -3,1% ao ano (Figura 2). Isso se deve à conversão de áreas tradicionais de cultivo de arroz de sequeiro por cultivos mais rentáveis, tais como a soja e o milho (CONAB, 2018). Por sua vez, as áreas cultivadas com arroz irrigado, de forma geral, mantiveram-se estáveis ao longo do período acompanhado, com pequenas oscilações anuais.

É importante ressaltar que, mesmo frente à redução significativa da superfície colhida de arroz nas últimas duas décadas e meia (Figura 2), o aumento de produtividade alcançado ao longo dos anos (Figura 3), associado à maior representatividade do sistema irrigado, que apresentou melhorias importantes no desempenho produtivo, resultou em aumento real de produção (Figura 1). Esse fato tem impacto bastante positivo no que diz respeito às emissões de CH₄ por unidade de grão produzido, conhecida como intensidade de emissão, que diminuiu em razão do aumento da produtividade do cultivo irrigado (BAYER *et al.*, 2013).

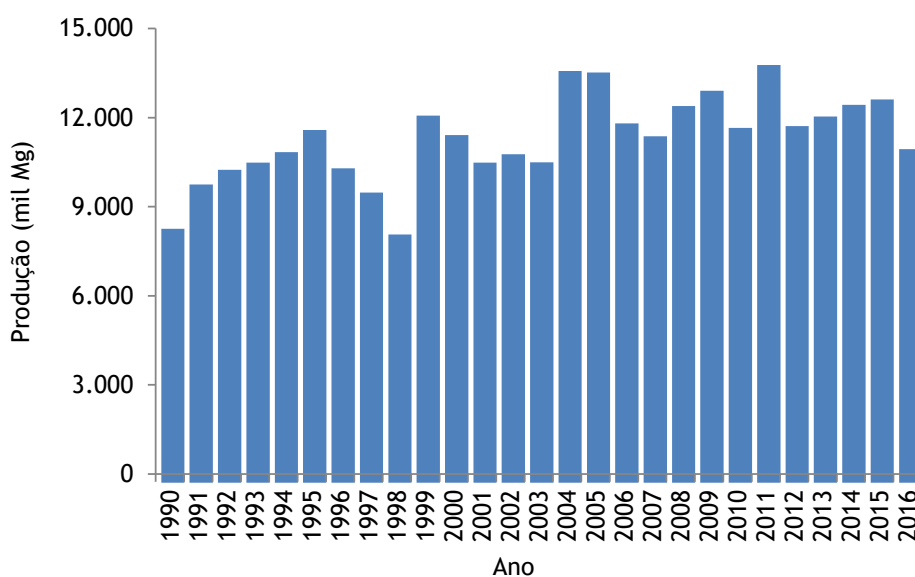
O cultivo de arroz irrigado é majoritário na região Sul (Figura 4), tendo o Rio Grande do Sul como principal estado produtor, enquanto o sistema de sequeiro predomina nas regiões Norte (Figura 5), Nordeste (Figura 6), Centro-Oeste (Figura 7) e Sudeste (Figura 8) (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2018).

Atualmente, os principais estados produtores de arroz de sequeiro são Mato Grosso, Maranhão, Pará, Piauí, Rondônia e Tocantins (Figura 9). Além do Rio Grande do Sul, historicamente outros

estados com tradição no cultivo de arroz irrigado são Santa Catarina, Tocantins, Mato Grosso do Sul e Paraná, embora em magnitude relativa reduzida (Figura 10).

Com relação às subcategorias do sistema irrigado, a inundação intermitente com aeração múltipla (antigo sistema várzea úmida) historicamente representou apenas uma fração reduzida da produção nacional e da área total cultivada de arroz, com tendência contínua de declínio ao longo dos anos, exceção feita para Santa Catarina, onde ao longo do tempo tornou-se predominante. No restante do país, Minas Gerais tradicionalmente foi o principal estado produtor, mas com tendência de decréscimo de área, de forma que não há registros desse sistema no estado desde 2012. Em 2016, o sistema irrigado por inundação intermitente com aeração múltipla foi desenvolvido apenas nos estados de Santa Catarina e Sergipe. A subcategoria irrigado por inundação intermitente com aeração única esteve restrita a apenas três estados, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Santa Catarina, com registros em toda a série histórica apenas neste último (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2018; EPAGRI, 2019³). Por sua vez, a subcategoria irrigado por inundação contínua, embora desenvolvida em todas as regiões brasileiras, está concentrada na região Sul, especialmente nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

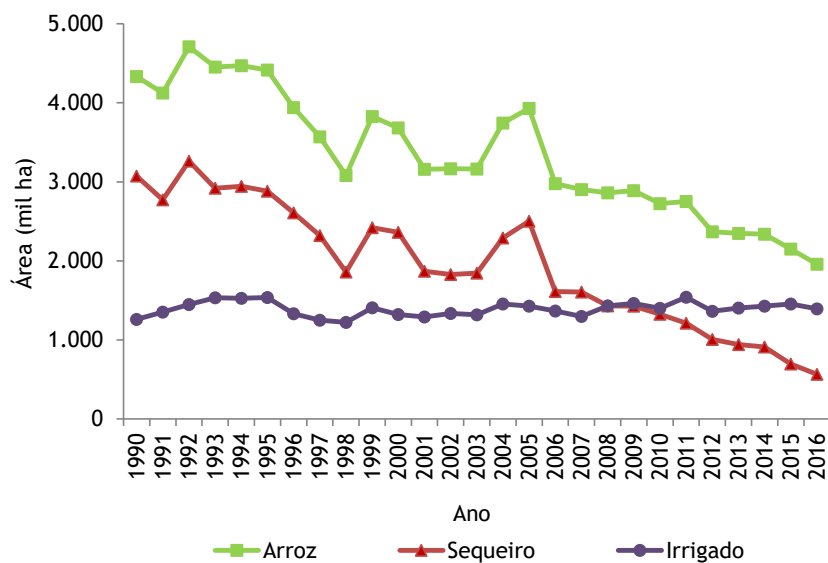
Figura 1. Evolução da produção de arroz no Brasil no período de 1990 a 2016.



Fonte: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO (2018).

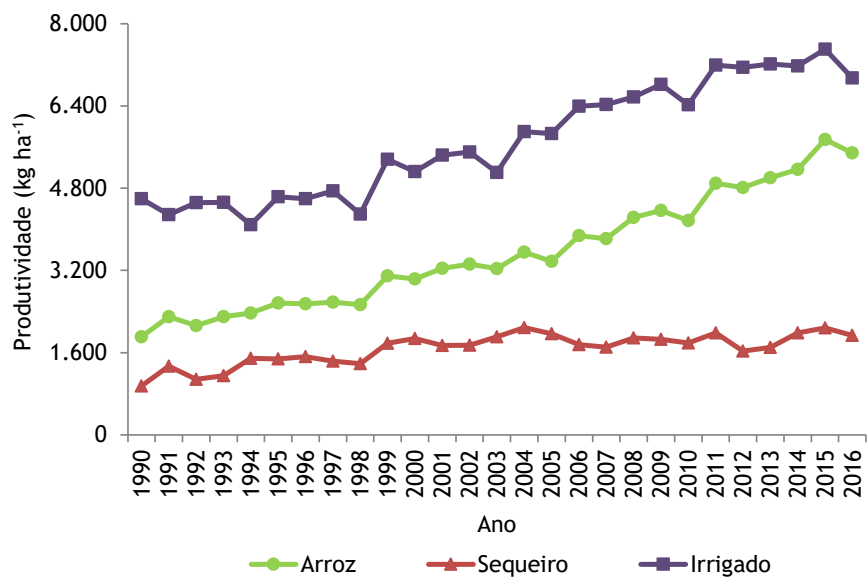
³EPAGRI (2019). Comunicação Pessoal.

Figura 2. Evolução das áreas colhidas de arroz, arroz de sequeiro e arroz irrigado no Brasil no período de 1990 a 2016.



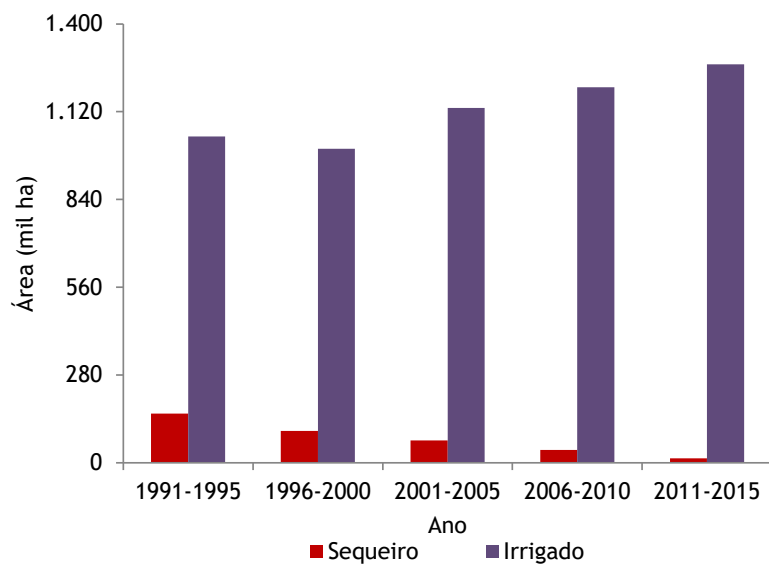
Fonte: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO (2018).

Figura 3. Evolução da produtividade média de arroz, arroz de sequeiro e arroz irrigado no Brasil no período de 1990 a 2016.



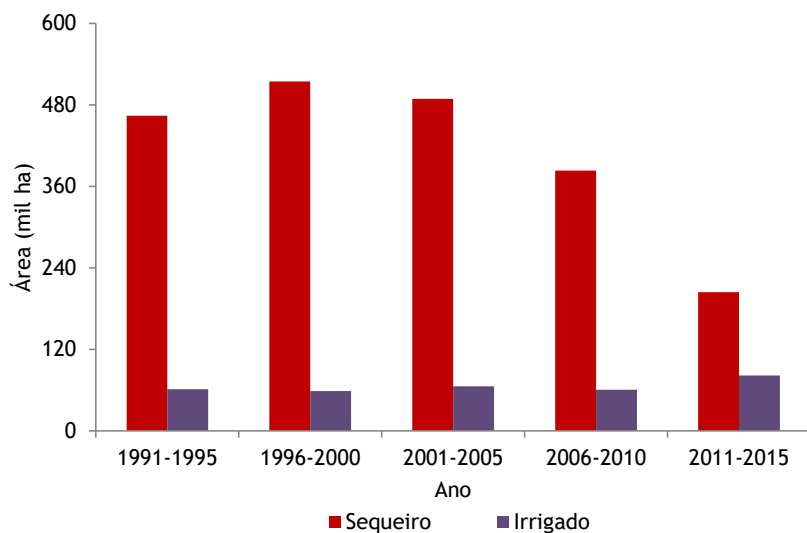
Fonte: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO (2018).

Figura 4. Evolução das áreas colhidas de arroz de sequeiro e arroz irrigado na região Sul no período de 1991 a 2015.



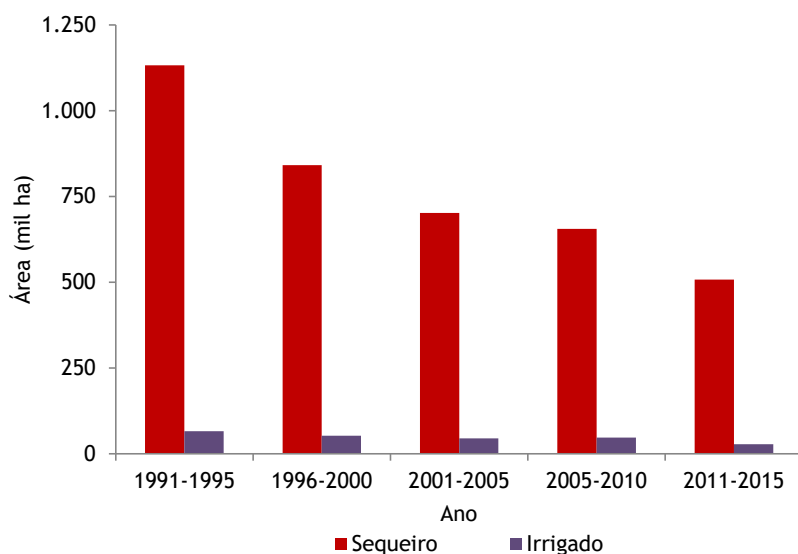
Fonte: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO (2018).

Figura 5. Evolução das áreas colhidas de arroz de sequeiro e arroz irrigado na região Norte no período de 1991 a 2015.



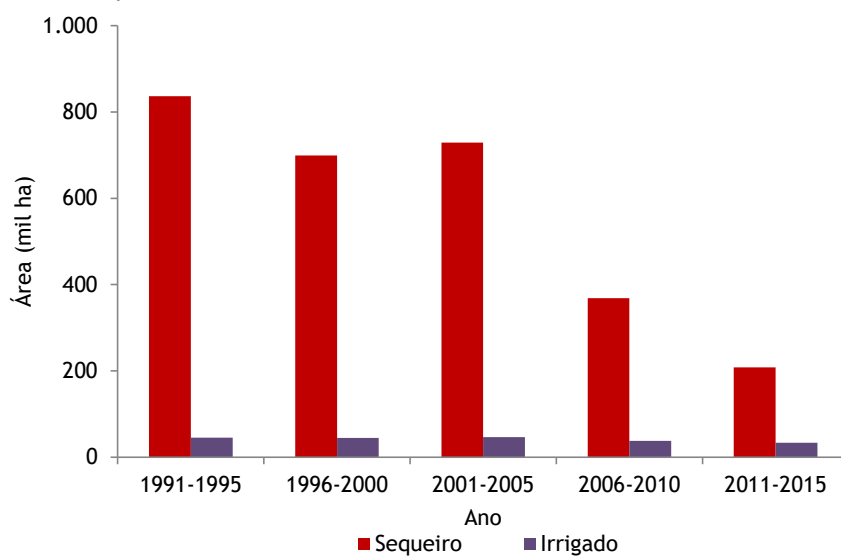
Fonte: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO (2018).

Figura 6. Evolução das áreas colhidas de arroz de sequeiro e arroz irrigado na região Nordeste no período de 1991 a 2015.



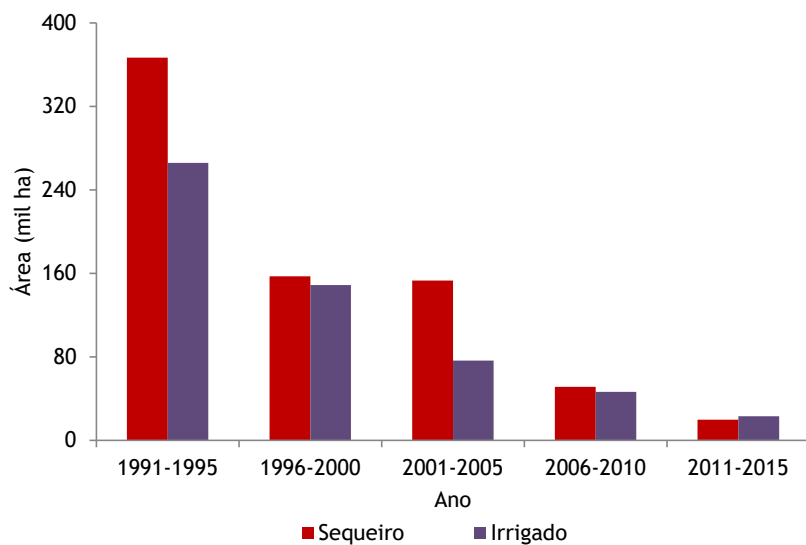
Fonte: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO (2018).

Figura 7. Evolução das áreas colhidas de arroz de sequeiro e arroz irrigado na região Centro-Oeste no período de 1991 a 2015.



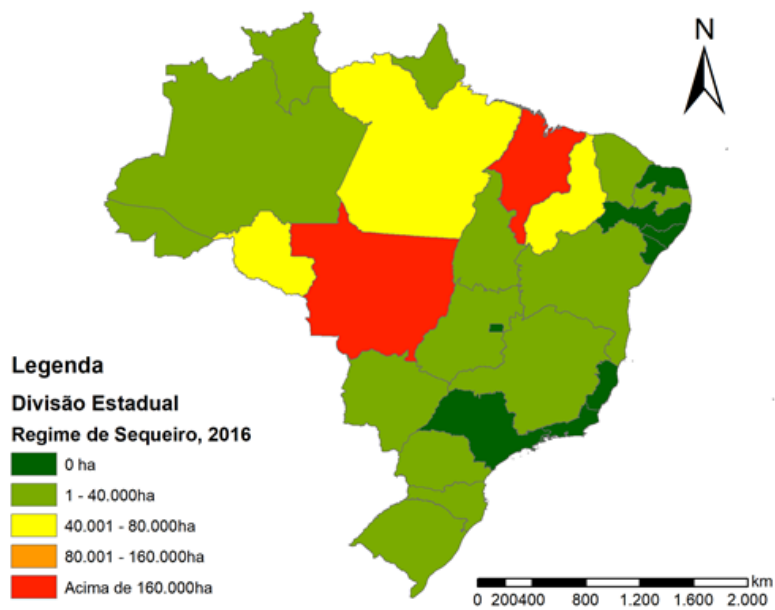
Fonte: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO (2018).

Figura 8. Evolução das áreas colhidas de arroz de sequeiro e arroz irrigado na região Sudeste no período de 1991 a 2015.

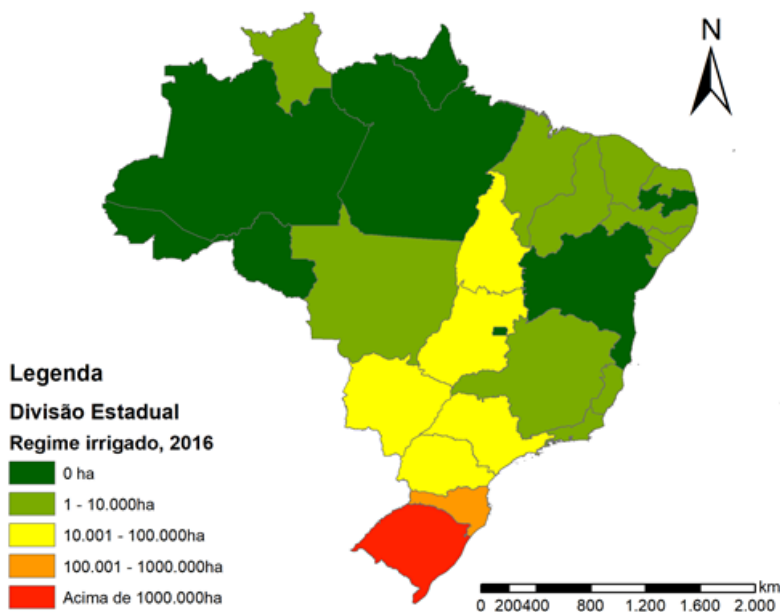


Fonte: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO (2018).

Figura 9. Magnitude da área colhida de arroz de sequeiro por Unidade da Federação.



Fonte: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO (2018).

Figura 10. Magnitude da área colhida de arroz irrigado por Unidade da Federação.

Fonte: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO (2018).

Estatísticas sobre sistemas de preparo do solo para o cultivo de arroz irrigado nos estados brasileiros não se encontram disponíveis, com exceção do Rio Grande do Sul a partir da safra de 1990/1991, cujos dados foram organizados pelo Setor de Política Setorial - DCI do Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA), discriminando as seguintes categorias: sistema convencional; preparo antecipado, também conhecido como cultivo mínimo; pré-germinado; plantio direto e outros. Dentre as categorias relacionadas, as duas primeiras destacam-se por representarem, de forma geral, 80% ou mais da área cultivada com o cereal no estado.

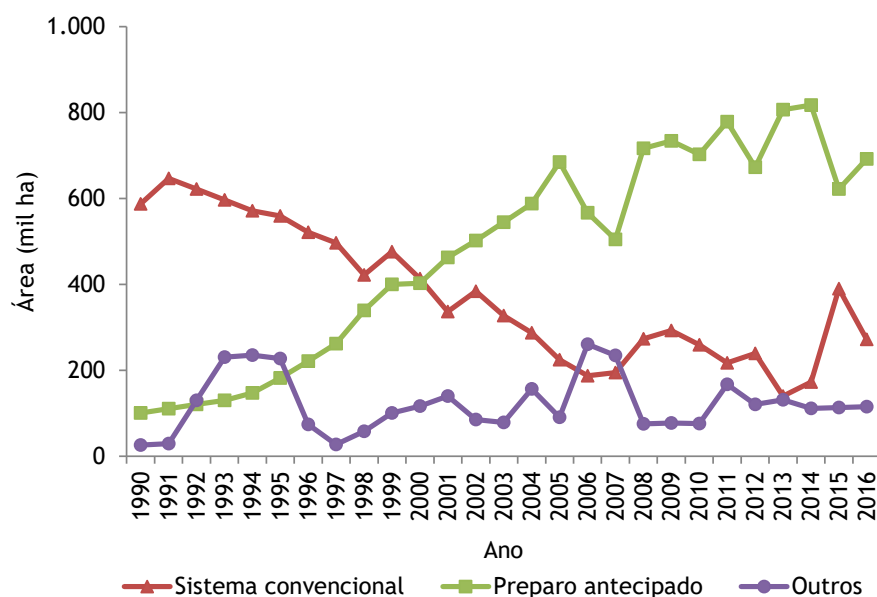
Os dados disponíveis para o Rio Grande do Sul indicam evolução do preparo antecipado, que apresentava área pouco superior a 100 mil hectares no início da década de 1990, passando para aproximadamente 700 mil hectares na safra 2015/2016. No mesmo período, a área preparada no sistema convencional decresceu de pouco menos que 600 mil hectares para aproximadamente 270 mil hectares (Figura 11).

O reflexo dessa mudança no sistema de produção gaúcho implica redução das emissões de CH_4 por unidade de área cultivada com arroz irrigado. No sistema convencional, as áreas cultivadas com arroz são preparadas (operações de aração, gradagem e aplainamento da superfície do terreno) imediatamente antes da semeadura do arroz. Dessa forma, a resteva remanescente do cultivo de arroz e a cobertura vegetal desenvolvida durante o período de outono/inverno são incorporadas ao solo, agindo como fonte de carbono lábil para a produção de CH_4 . De outra forma, no preparo antecipado, a movimentação do solo ocorre no outono/inverno, quando ele se encontra drenado, de forma que grande parte da palhada do arroz é decomposta sob condições aeróbias. Assim, parte significativa do carbono lábil é convertida a dióxido de carbono (CO_2), diminuindo o potencial de

emissão de CH₄, uma vez que a inundação do solo para o cultivo seguinte de arroz ocorre apenas durante a primavera.

Resultados de experimentos realizados ao longo de sete anos em três locais na região Sul do Brasil mostraram que as emissões de CH₄ associadas ao Cultivo de Arroz sob preparo antecipado são, em média, 22% menores relativamente às do sistema convencional (BAYER *et al.*, 2015).

Figura 11. Evolu o dos sistemas de preparo do solo adotados no Cultivo de Arroz irrigado no Rio Grande do Sul no período de 1990 a 2016.



Fonte: IRGA (2018).

2. Metodologia

A metodologia utilizada para a obtenção das estimativas de emissões de CH₄ do Cultivo de Arroz apresentadas neste relatório fundamenta-se nas diretrizes do Guia para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima – IPCC (IPCC, 2006). Para o presente trabalho, utilizou-se o Volume 4, Capítulos 1 e 5. Essa metodologia incorpora diversas alterações em relação às três edições anteriores do Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, que se basearam na metodologia IPCC 1996. Como principal mudança em relação à metodologia anterior, destaca-se o uso de novos fatores de emissão e de escala. Além de valores revistos em função de novos dados de pesquisa disponíveis, os fatores de emissão preconizados na metodologia IPCC 2006 são diários, em substituição aos fatores sazonais anteriormente recomendados. Com relação aos fatores de escala, cujos valores também foram revisados, foram incluídos fatores específicos para os regimes de uso da água no período de pousio (entressafra) e para tipos e quantidades de material orgânico aportado ao solo, considerando-se ainda a época de incorporação em relação ao cultivo de arroz.

A metodologia IPCC 2006 classifica as estimativas de emissões de GEE em três níveis (*Tiers 1, 2 e 3*), com complexidade de recursos requeridos para a elaboração do inventário e acurácia crescentes do *Tier 1* para o *Tier 3* e, contrariamente, incerteza decrescente. Possibilita ainda a combinação de níveis de detalhamento para diferentes subcategorias ou unidades contempladas no inventário. Esse recurso foi utilizado no presente relatório, que, em função do detalhamento dos dados de atividade e/ou da disponibilidade de fatores de emissão locais validados, adotou os níveis de detalhamento *Tier 2*, para as estimativas de emissões do estado do Rio Grande do Sul, e *Tier 1*, para as demais Unidades da Federação (Tabela 2).

A metodologia *Tier 1* é indicada para países onde as emissões de CH₄ provenientes do Cultivo de Arroz não são consideradas de grande relevância, podendo ser aplicada também quando não se dispõe de fatores de emissão e/ou de escala locais, condição que se aplica a todas as Unidades da Federação, com exceção do Rio Grande do Sul. Esse nível de detalhamento requer a desagregação da área anual colhida de arroz em função do regime hídrico praticado durante o período de cultivo de arroz. Considera ainda a duração do período que o solo foi mantido inundado na entressafra e o tipo, quantidade e época de incorporação de material orgânico ao solo. Por sua vez, o *Tier 2* apresenta os mesmos pressupostos considerados no *Tier 1*, mas os associa ao uso de fatores de emissão e/ou de escala locais. Os fatores de escala locais devem refletir a influência local das condições de cultivo sobre as emissões de CH₄, devendo preferencialmente ser obtidos em experimentação de campo. Esse nível de detalhamento preconiza também a implementação do maior nível de desagregação possível para representar de forma fidedigna a variabilidade das condições determinantes das emissões de CH₄ do cultivo de arroz.

Tabela 2. Apresentação dos gases e *Tiers* utilizados para calcular as emissões do subsetor Emissões de CH₄ do Cultivo de Arroz⁴.

Subsetor / Categoria IPCC		Gases e <i>Tiers</i> inventariados		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
3.C	Cultivo de Arroz			
3.C.1	Terras baixas / Irrigado	N.A.	1, 2 ¹	N.A. ²
3.C.1.a	Irrigado por inundação contínua	N.A.	1, 2 ¹	N.A. ²
3.C.1.b	Irrigado por inundação intermitente	N.A.	1, 2 ¹	N.A. ²
3.C.1.b.i	Com aeração única	N.A.	1, 2 ¹	N.A. ²
3.C.1.b.ii	Com aeração múltipla	N.A.	1, 2 ¹	N.A. ²
3.C.2	Terras altas / Sequeiro	N.O.	N.O.	N.O.

¹Tier 1 utilizado em todas as Unidades da Federação, com exceção do estado do Rio Grande do Sul, para o qual foi utilizado Tier 2.

²Informação incorporada ao Relatório de Referência do subsetor Solos Manejados, conforme recomenda o IPCC 2006. N.A.- não aplicável (*not applicable*); N.O. - não ocorre (*not occurring*).

Para ambos os níveis de detalhamento, *Tiers* 1 e 2, a metodologia IPCC 2006 adota uma equação básica para a estimativa das emissões de CH₄ provenientes do cultivo de arroz, a qual associa fatores de emissão diários a períodos de cultivo e áreas cultivadas de arroz durante o ano. A estimativa das emissões de CH₄ consiste no somatório dos produtos das multiplicações desses três fatores nas diferentes unidades contempladas pelo Inventário Nacional, conforme descrito na Equação 1 (IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 5, Equação 5.1). Com relação a essa equação, destaca-se que, em áreas com cultivo de soca do arroz, o período de cultivo deve ser estendido pelo número de dias despendido nessa atividade. Por sua vez, nas áreas com mais de um cultivo ao longo do ano, considera-se área colhida o somatório da área cultivada em cada safra.

$$CH_{4\text{ arroz}} = \sum_{i,j,k} (EF_{i,j,k} \cdot t_{i,j,k} \cdot A_{i,j,k} \cdot 10^{-6}) \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

$CH_{4\text{ arroz}}$ = emissões anuais de CH₄ provenientes do cultivo de arroz, em Gg CH₄ ano⁻¹;

$EF_{i,j,k}$ = fator de emissão diário para as condições *i*, *j*, e *k*, em kg CH₄ ha⁻¹ dia⁻¹;

$t_{i,j,k}$ = período de cultivo do arroz para as condições *i*, *j*, e *k*, em dia;

$A_{i,j,k}$ = área de arroz colhida anualmente, para as condições *i*, *j*, e *k*, em ha ano⁻¹; e

i, *j* e *k* = representam os diferentes ecossistemas, regimes de manejo da água, tipo e quantidade de material orgânico e outras condições que podem influenciar as emissões de CH₄ provenientes do cultivo de arroz.

⁴ A categorização e nomenclatura das categorias de emissão do subsetor Cultivo de Arroz foram baseadas no IPCC 2006, com algumas adequações pontuais para a realidade do país.

Em sua forma mais simples, a Equação 1 é implementada utilizando dados de atividade nacionais, ou seja, o período médio de cultivo de arroz e a área cultivada por regime hídrico no país, associados a fatores de emissão específicos dos diferentes regimes hídricos. Considerando a ampla variabilidade das condições ambientais e de cultivo de arroz no Brasil, esse procedimento não é aplicável ao país. Assim como nas três edições anteriores do Inventário Nacional, para este relatório setorial, desagregou-se a área de arroz colhida no país em subunidades, representadas pelas 27 Unidades da Federação (26 estados e o Distrito Federal).

A área cultivada de arroz nos distintos regimes hídricos de cada unidade foi multiplicada pelo respectivo período médio de cultivo e por fator de emissão representativo das condições locais. Exceções a esse procedimento referem-se aos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. No Rio Grande do Sul, as áreas foram desagregadas em função do sistema de preparo do solo, incluindo os sistemas convencional, preparo antecipado ou cultivo mínimo e outros sistemas; para os dois primeiros foram associados fatores de emissão (EF_i) obtidos localmente. Já em Santa Catarina, segundo maior produtor de arroz irrigado do país, os dados de atividade foram desagregados para as sete regiões produtoras do cereal (Araranguá, Blumenau, Criciúma, Itajaí, Joinville, Rio do Sul e Tubarão), em razão de variações nas práticas de manejo da cultura que influenciam nas emissões de CH_4 do cultivo. Dessa forma, a estimativa de emissões foi estabelecida para cada região, cuja soma resultou no valor total do estado.

Por sua vez, as emissões nacionais de CH_4 do cultivo de arroz, em cada ano, corresponderam ao somatório das emissões das 27 Unidades da Federação.

O fator de emissão de CH_4 diário (EF_i) constante na Equação 1 foi calculado de acordo com a Equação 2 (IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 5, Equação 5.2):

$$EF_i = EF_c \cdot SF_w \cdot SF_p \cdot SF_o \cdot SF_{s,r} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

EF_i = fator de emissão diário para dada área colhida, em $kg\ CH_4\ ha^{-1}\ dia^{-1}$;

EF_c = fator de emissão da linha de base para áreas de cultivo de arroz irrigado por inundação contínua, sem aporte de material orgânico em $kg\ CH_4\ ha^{-1}\ dia^{-1}$;

SF_w = fator de escala que explica as diferenças de regime hídrico durante o período de cultivo do arroz;

SF_p = fator de escala que explica as diferenças de regime hídrico no período que antecede o cultivo do arroz (entressafra);

SF_o = fator de escala que explica as variações no tipo e quantidade de material orgânico aportado ao solo; e

$SF_{s,r}$ = fator de escala para tipo de solo, cultivares de arroz, etc., se disponíveis.

A descrição detalhada dos termos que compõem a Equação 2, cujo produto define o fator de emissão diário para cada unidade inventariada (E_{Fi}), é apresentada a seguir.

De acordo com as diretrizes do IPCC 2006, o fator de emissão da linha de base para áreas de cultivo de arroz irrigado por inundação contínua sem aporte de material orgânico (E_{Fc}) deve preferencialmente ser determinado localmente em experimentações de campo com avaliação dos fluxos e emissões totais de CH_4 . Na ausência de fatores de emissão validados, o IPCC recomenda o uso de valor *default* indicado, que assume a ausência de aporte de material orgânico e a manutenção do solo inundado por período inferior a 180 dias no período que antecede o cultivo de arroz.

O fator de emissão *default* do IPCC 2006 foi adotado no cálculo das estimativas de emissão de CH_4 do cultivo de arroz para todas as Unidades da Federação brasileiras, com exceção do Rio Grande do Sul. Para esse estado, por se dispor de fatores de emissão locais validados para os dois sistemas mais representativos de preparo do solo adotados, sistema convencional e preparo antecipado (BAYER *et al.*, 2015), eles foram utilizados. Ainda com relação ao estado do Rio Grande do Sul, para as áreas cultivadas sob outros sistemas de preparo do solo, representados predominantemente pelo sistema pré-germinado, que responderam por 3,5% a 25,7% da área cultivada com arroz irrigado no estado no período compreendido entre 1990 e 2016 (Tabela 3), em razão da indisponibilidade de fatores de emissão locais validados, adotou-se a mesma metodologia de cálculo utilizada para as demais Unidades da Federação.

Acrescenta-se que, para o ano de 1990, por não se dispor de dados relativos ao percentual de áreas cultivadas nos diferentes sistemas de preparo do solo no Rio Grande do Sul, utilizaram-se, para fins de cálculo das emissões de CH_4 , os valores disponíveis para o ano subsequente (1991), uma vez que são representativos do cenário vigente até o início da década de 1990, com predominância de áreas preparadas no sistema convencional (Tabela 3).

O fator de escala S_{Fw} explica as diferenças de regime hídrico durante o período de cultivo do arroz, ou seja, reflete o efeito associado do ecossistema (terras altas e terras baixas) e do regime de manejo da água (irrigado por inundação contínua ou intermitente; alimentado por chuvas e águas profundas). A metodologia IPCC 2006 propõe valores de referência para o fator de escala S_{Fw} desagregados por regime hídrico para uso no cálculo de estimativas da emissão de CH_4 do cultivo de arroz. Nas condições de cultivo de arroz brasileiras, são identificados os seguintes regimes hídricos: terras altas/sequeiro; irrigado por inundação contínua; irrigado por inundação intermitente com aeração única e irrigado por inundação intermitente com aeração múltipla. Desses regimes, apenas os três últimos incidem em emissões de CH_4 , sendo considerados para fins de inventário, dado que o fator de escala que considera o regime hídrico durante o período de cultivo S_{Fw} é nulo para cultivos de arroz de terras altas ou sequeiro.

Tabela 3. Representatividade dos sistemas de preparo do solo no cultivo de arroz irrigado no Rio Grande do Sul no período de 1990 a 2016.

Sistema de preparo ¹	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
	----- % -----								
SC	82,2	82,2	71,3	62,3	59,8	57,7	63,8	63,2	51,5
PA	14,1	14,1	13,8	13,6	15,5	18,8	27,1	33,4	41,4
Outros	3,7	3,7	14,9	24,1	24,7	23,5	9,1	3,5	7,1
Sistema de preparo ¹	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	----- % -----								
SC	48,7	44,3	35,9	39,6	34,4	27,8	22,5	18,5	20,9
PA	41,0	43,2	49,2	51,6	57,3	57,0	68,4	55,9	54,0
Outros	10,3	12,5	14,9	8,8	8,3	15,2	9,1	25,7	25,1
Sistema de preparo ¹	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	----- % -----								
SC	25,7	26,5	25,0	18,7	23,2	13,0	15,7	34,6	25,2
PA	67,2	66,5	67,7	66,7	65,1	74,8	74,2	55,2	64,1
Outros	7,1	7,0	7,3	14,1	11,7	12,2	10,1	10,1	10,7

¹ Sistema de preparo do solo para o cultivo do arroz: SC - sistema convencional (primavera); PA - preparo antecipado (outono/inverno) ou cultivo mínimo; Outros - outros sistemas, predominantemente sistema pré-germinado.

Fonte: DCI/IRGA.

É importante ressaltar a distinção na identificação do regime hídrico “Irrigado por inundação intermitente com aeração múltipla” adotado no presente relatório setorial, o qual não constou nas edições anteriores do Inventário Nacional. Explica-se esse fato pela alteração na metodologia de cálculo das estimativas de emissões de CH₄ do cultivo de arroz (IPCC, 2006), que apresenta algumas variações na definição de regimes hídricos de cultivo, em relação à metodologia anterior (IPCC, 1996). Assim, nas edições anteriores do Inventário, o regime irrigado por inundação intermitente com aeração múltipla era classificado como “várzea úmida”. Os dados de área cultivada nesse regime do período de 1990 a 2010 foram mantidos.

Outro aspecto considerado no estabelecimento do fator de emissão de CH₄ do cultivo de arroz (*EFi*) é o regime hídrico nas áreas no período que precede o cultivo, ou seja, durante a entressafra. De acordo com a metodologia IPCC 2006, esse aspecto é considerado pelo fator de escala *SRp*, sendo previstas três modalidades de regimes hídricos: 1) áreas não inundadas durante a entressafra por período inferior a 180 dias, características de locais onde se praticam dois cultivos sucessivos de arroz ao ano; 2) áreas não inundadas durante a entressafra por período superior a 180 dias, características de locais com um único cultivo de arroz ao ano; e 3) áreas inundadas durante a entressafra por período superior a 30 dias.

Na quase totalidade das regiões de cultivo de arroz do Brasil, pratica-se uma única safra ao ano, de forma que as áreas são mantidas drenadas durante a entressafra por período superior a 180 dias. Uma exceção a esse comportamento ocorre no estado de Santa Catarina, especificamente nas regiões de Blumenau, Itajaí e Joinville, em que o período de tempo no qual o solo é mantido

drenado durante a entressafra é menor que 180 dias, requerendo o uso de fator de escala SF_p distinto do restante do país. Contudo, destaca-se que esse fato ocorre a despeito de ser realizado apenas um cultivo de arroz ao ano nessas regiões.

O último fator de escala considerado para o estabelecimento do fator de emissão de CH_4 do cultivo de arroz (E_{Fi}) na metodologia IPCC 2006 é aquele que considera o aporte de material orgânico ao solo (SF_o). O estabelecimento desse fator é um pouco mais complexo que os anteriores, visto exigir o conhecimento de algumas variáveis, incluindo a tipificação e quantificação do material orgânico, bem como a época em que é incorporado ao solo relativamente ao período de cultivo do arroz. O fator de escala SF_o é determinado a partir da Equação 3 (IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 5, Equação 5.3).

$$SF_o = (1 + \sum_i ROA_i \cdot CFOA_i)^{0,59} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

SF_o = fator de escala que explica as variações no tipo e quantidade de material orgânico aplicado;
 ROA_i = dose de material orgânico aplicado, com base em matéria seca para a palha do arroz e em matéria fresca para demais resíduos, em $t\ ha^{-1}$; e
 $CFOA_i$ = fator de conversão para aporte de material orgânico, tendo como referência o efeito proporcionado pela aplicação de palha de arroz imediatamente antes do cultivo.

O IPCC propõe o uso de fator de conversão $CFOA_i\ default$ para diferentes tipos de material orgânico aportado ao solo. Especificamente para a palha do arroz, os valores indicados variam em função da época de incorporação ao solo.

No Brasil, de forma geral, o material orgânico aportado ao solo em áreas de cultivo de arroz irrigado é constituído por palha, incluindo os resíduos de cultivos realizados em anos anteriores e a vegetação espontânea ou cultivada (predominantemente forrageiras) estabelecida nas áreas durante o período de pousio. Em razão da indisponibilidade de dados de atividade nacionais específicos sobre o quantitativo de material orgânico presente por ocasião de sua incorporação ao solo (ROA_i) em áreas de cultivo de arroz, com base em revisão de literatura e na consulta a especialistas de instituições de pesquisa e extensão das diferentes regiões do país, assumiu-se que o parâmetro ROA_i corresponde a 80% da produtividade média de grãos de arroz, utilizando-se como referência os valores de produtividade disponíveis na base de dados da Embrapa Arroz e Feijão (2018), que apresenta os dados por ano, desagregados por regime hídrico para todas as Unidades da Federação com registro de cultivo de arroz, de acordo com o censo agropecuário realizado pelo IBGE.

Para eventuais situações em que fontes externas à base de dados da Embrapa Arroz e Feijão registraram áreas de cultivo de arroz distintas ou classificação diferente de regime de manejo da água, como é o caso de áreas de cultivo de arroz irrigado por inundação contínua (São Paulo: 1992 a 2006; Espírito Santo: 1990 a 1994), foram incorporadas ao presente relatório, assumindo-se como

produtividade desses estados no ano em questão a média da produtividade do cereal obtida nos demais estados da região Sudeste. Outra situação anômala identificada referiu-se à identificação de áreas cultivadas de arroz no regime irrigado por inundação intermitente com aeração múltipla no estado do Rio de Janeiro nos anos de 1990 a 1995, as quais não constam na base de dados da Embrapa Arroz e Feijão, estando indisponíveis, portanto, os dados de produtividade de grãos desse regime hídrico. Nesse caso, assumiram-se como dados de produtividade do regime irrigado por inundação intermitente com aeração múltipla valores semelhantes aos apresentados para o sistema irrigado por inundação contínua.

Com relação à época de incorporação da palha ao solo, considerou-se como condição geral a incorporação com menos de 30 dias de antecedência do cultivo do arroz, que caracteriza o preparo convencional de primavera. Exceções a esse procedimento referem-se às áreas sob preparo antecipado do Rio Grande do Sul, para as quais foi adotado fator de emissão específico determinado experimentalmente, conforme mencionado previamente, bem como áreas de algumas regiões de Santa Catarina (Araranguá, Criciúma e Tubarão), onde o preparo antecipado predomina ($\geq 95\%$ da área) ao longo de todo o período acompanhado. Nas demais regiões do estado (Blumenau, Itajaí, Joinville e Rio do Sul), também há registros da adoção de preparo antecipado do solo a partir de 2010, com comportamento crescente até 2016.

A aplicação de outro tipo de material orgânico, em substituição à palha, foi registrada apenas no estado de Santa Catarina, especificamente na região de Rio do Sul, para a qual há informações da aplicação de 4 Mg ha^{-1} de esterco em 10% da área cultivada de arroz no período de 1990 a 1995.

Muito embora a metodologia IPCC 2006 preconize o uso de fator de escala que considere variações no tipo de solo (*SFs*) e entre cultivares de arroz (*SFr*) para o estabelecimento do fator de emissão diário de CH_4 (*EFi*), a grande variabilidade dos dados disponíveis inviabilizou, até o presente momento, a indicação de valores *default* que considerem tais variáveis. Dessa forma, e na ausência de fatores de escala locais que as considerem, fatores de escala para tipos de solo e cultivares de arroz não foram utilizados nas estimativas de emissões de CH_4 no presente Inventário.

2.1 Dados de atividade

Os dados de atividade (Tabela 4) utilizados para as estimativas de emissões de CH_4 do cultivo de arroz são: 1) Período de cultivo de arroz e; 2) Área colhida de arroz. A descrição detalhada da forma de estabelecimento desses dados, bem como das fontes consultadas para sua obtenção, é apresentada na sequência.

1. **Período de cultivo de arroz:** a relação desta variável com a magnitude das emissões de CH_4 está associada ao período em que o solo é mantido inundado, visto que o CH_4 é o produto final

da decomposição do material orgânico em condições anaeróbias, estabelecidas pela inundação do solo. Assim, considerando-se que, na maior parte do Brasil, o arroz é produzido em sistema de semeadura em solo seco, no qual o início da irrigação da cultura ocorre normalmente entre 2 a 4 semanas após a emergência das plântulas, assumiu-se, para fins de estimativa de emissões de CH₄, o período de cultivo de arroz como correspondente à duração média do período de manutenção do solo inundado, ou seja, descontou-se do período total o intervalo de tempo em que o solo é mantido seco. Contrariamente, nas áreas cultivadas em sistema pré-germinado, que é predominante em Santa Catarina e na subcategoria “outros sistemas” de preparo do solo do Rio Grande do Sul, considerou-se o período de cultivo estendendo-se da semeadura à maturação do arroz, visto que esse sistema pressupõe a semeadura do arroz em solo inundado. Adicionalmente, para o estado de Santa Catarina, foi considerada a variação na duração média do ciclo das principais cultivares utilizadas ao longo do período de 1990 a 2016. Tais pressupostos foram estabelecidos com base na consulta a especialistas de instituições de pesquisa e extensão rural nacionais, particularmente da Embrapa Arroz e Feijão (estados de Goiás, Maranhão e Tocantins), Epagri (Santa Catarina) e Embrapa Clima Temperado (demais Unidades da Federação).

- 2. Área colhida de arroz estratificada por regime hídrico, incluindo as categorias:** arroz de terras altas/sequeiro, arroz irrigado por inundação contínua, arroz irrigado por inundação intermitente com aeração única e arroz irrigado por inundação intermitente com aeração múltipla. Na Tabela 5, encontram-se os dados anuais de área colhida de arroz no Brasil por regime hídrico. Para fins de estimativa de emissões de CH₄, porém, utilizaram-se os dados desagregados por Unidade da Federação. Especificamente para o estado de Santa Catarina, as áreas de cultivo de arroz foram separadas, ainda, em sete regiões produtoras (Araranguá, Blumenau, Criciúma, Itajaí, Joinville, Rio do Sul e Tubarão) (Apêndice 1), que se distinguem quanto ao regime hídrico durante e anteriormente ao cultivo de arroz e ao tipo e quantidade de material orgânico aportado ao solo. Por sua vez, para o Rio Grande do Sul, a área colhida de arroz foi subdividida entre os sistemas de preparo do solo (convencional, preparo antecipado e outros sistemas) (Apêndice 2). As informações de área colhida de arroz estratificadas por regime hídrico e Unidade da Federação foram obtidas, preponderantemente, junto à Central de Dados de Economia da Embrapa Arroz e Feijão, que tem como fonte de dados a CONAB, o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) do IBGE/CEPAGRO e o DCI/IRGA. A fonte Embrapa Arroz e Feijão (2018) não identifica, porém, o regime irrigado por inundação intermitente com aeração única, o qual foi adotado de 1990 a 1994 no Espírito Santo, de 1990 a 1995 no Rio de Janeiro e de 1990 a 2016 em Santa Catarina. As informações relativas a esse regime foram conseguidas mediante a consulta a dados de literatura e a profissionais que atuam com a cultura de arroz nesses estados. Portanto, os dados de área cultivada de arroz utilizados incorporam ajustes resultantes da comparação das bases de dados oficiais disponíveis com as informações de literatura e especialistas locais. Outra distinção refere-se ao estado do Rio Grande do Sul, para o qual, no período de 2012 a

2016, optou-se pelo uso dos dados de área colhida de arroz fornecidos pelo Setor de Política Setorial do IRGA (DCI/IRGA), que apresentam alguma variação em relação aos valores disponibilizados na Central de Dados de Economia da Embrapa Arroz e Feijão. Todos os dados de área relativos aos sistemas de preparo do solo empregados no cultivo de arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul foram obtidos junto ao DCI/IRGA.

Para alguns estados brasileiros, segundo a CONAB, há registros eventuais de cultivo de duas safras de arroz em um mesmo ano (Sergipe, Alagoas e Pernambuco, por exemplo). Neste relatório foram utilizados os dados disponibilizados na base de dados da Embrapa Arroz e Feijão, os quais se referem à totalização das áreas cultivadas ao longo do ano, não distinguindo a área cultivada em cada safra, conforme preconizado pelo IPCC 2006.

Tabela 4. Resumo dos dados de atividade utilizados no cálculo de emissões de CH₄ do cultivo de arroz no Brasil.

Subsetor/Categoria	Dados de atividade	Nível de desagregação	Fonte dos dados	Observações
Cultivo de arroz	Área cultivada (ha)	Estadual ¹	Embrapa Arroz e Feijão (2018)	Estratificada por regime hídrico
Cultivo de arroz	Área cultivada (ha)	Regional ²	Embrapa Arroz e Feijão (2018); Comunicação Pessoal - Epagri	Estratificada por regime hídrico
Cultivo de arroz	Período de cultivo (dia)	Estadual ¹	Comunicação Pessoal - Embrapa	Estratificado por sistema de semeadura
Cultivo de arroz	Período de cultivo (dia)	Regional ²	Comunicação Pessoal - Epagri	Estratificado por ciclo de cultivar

¹ Utilizado em todas as Unidades da Federação, com exceção de Santa Catarina.

² Utilizado em Santa Catarina.

Tabela 5. Área colhida de arroz no Brasil, estratificada por regime hídrico, no período de 1990 a 2016.

Ano	Arroz de sequeiro	Arroz irrigado		
		Inundação contínua	Inundação intermitente com aeração única	Inundação intermitente com aeração múltipla
----- ha -----				
1990	3.074.100	987.468	73.326	198.501
1991	2.774.147	1.058.913	72.303	220.888
1992	3.262.897	1.156.184	74.608	216.507
1993	2.919.757	1.235.026	74.011	223.138
1994	2.943.507	1.228.222	76.739	221.846
1995	2.881.330	1.248.886	78.555	208.519
1996	2.609.291	1.077.815	58.675	195.441
1997	2.321.948	1.012.772	60.064	176.861
1998	1.857.808	1.031.469	48.421	142.784
1999	2.418.873	1.224.949	37.571	144.484

Ano	Arroz de sequeiro	Arroz irrigado		
		Inundação contínua	Inundação intermitente com aeração única	Inundação intermitente com aeração múltipla
----- ha -----				
2000	2.361.620	1.147.499	34.301	139.667
2001	1.867.835	1.121.184	36.303	133.805
2002	1.829.505	1.166.813	36.021	132.373
2003	1.845.654	1.145.318	36.760	136.252
2004	2.290.131	1.270.404	17.176	166.379
2005	2.502.338	1.236.862	15.269	176.061
2006	1.613.894	1.180.942	15.270	168.646
2007	1.604.152	1.114.070	26.029	157.061
2008	1.430.380	1.248.917	26.107	155.188
2009	1.428.308	1.278.747	26.195	155.121
2010	1.324.758	1.227.528	25.475	146.444
2011	1.213.153	1.364.174	25.431	149.180
2012	1.007.377	1.214.116	25.194	123.582
2013	942.832	1.255.234	25.331	124.204
2014	911.120	1.278.395	25.541	124.156
2015	694.288	1.307.239	25.364	122.324
2016	563.941	1.249.250	25.166	119.681

2.2 Fatores de emissão e outros parâmetros

Neste relatório, para estimar as emissões de CH₄ do cultivo de arroz, inicialmente calcularam-se e/ou definiram-se os fatores de emissão de CH₄ diários (*EFi*) para cada ano de referência (1990 a 2016), Unidade da Federação e categoria de cultivo de arroz. No entanto, como o fator de emissão *EFi* varia com o regime hídrico durante e no período que antecede o cultivo de arroz, o tipo, a quantidade e a época de incorporação de material orgânico ao solo, entre outros aspectos (Equação 2), anteriormente foram definidos os seguintes parâmetros:

1. Fator de emissão de CH₄ diário da linha de base para áreas de cultivo de arroz irrigado por inundação contínua, na ausência de aporte de material orgânico ao solo (*EFc*). Muito embora preferencialmente o fator *EFc* deva ser obtido em experimentações locais, em razão da ausência de fatores de emissão validados para quase a totalidade das regiões produtoras de arroz do Brasil, foi necessário adotar o fator *default* indicado no IPCC 2006, cujo valor corresponde a 1,3 kg CH₄ ha⁻¹ dia⁻¹. Exceção a esse procedimento foi aplicada às estimativas de emissões de CH₄ do cultivo de arroz do Rio Grande do Sul, especificamente às áreas preparadas nos sistemas convencional (primavera) e preparo antecipado (outono/inverno), para as quais foram utilizados fatores de emissão locais correspondentes respectivamente a 3,6 e 2,8 kg CH₄ ha⁻¹ dia⁻¹ (BAYER *et al.*, 2015). Ressalta-se que os fatores de emissão específicos dos sistemas convencionais e preparo antecipado do Rio Grande do Sul já incorporam os fatores de escala que refletem os efeitos do regime hídrico no período de cultivo (irrigado por inundação contínua) (*SFw*) e de entressafra (*SFp*) e do aporte de material orgânico ao solo (*SFo*), visto terem sido obtidos em experimentações com manutenção do material

orgânico presente no solo, incluindo a resteva do arroz e a cobertura de solo (vegetação espontânea e forrageiras de outono/inverno) estabelecida durante o período antecedente ao cultivo de arroz. Vale ressaltar que para os estados de Goiás, Santa Catarina e São Paulo, embora já se disponha de fatores de emissão locais, não foram utilizados no presente relatório por ainda não terem sido validados e/ou publicados, requerendo também o estabelecimento de sua representatividade e abrangência. Vislumbra-se, porém, sua incorporação às estimativas nacionais em futuro próximo.

2. Fator de escala que explica as diferenças de regime hídrico durante o período de cultivo do arroz (*SF_w*). As informações sobre os regimes hídricos adotados no cultivo de arroz nos estados produtores foram obtidas junto à Central de Dados de Economia da Embrapa Arroz e Feijão e complementadas pela consulta a especialistas de instituições de pesquisa nacionais e estaduais, que subsidiaram a caracterização e o enquadramento dos sistemas de cultivo de arroz desenvolvidos nas diferentes regiões do Brasil nas categorias de regime hídrico preconizadas pela metodologia IPCC 2006. Ressalta-se que os ecossistemas arroz alimentado por chuvas (aeróbio) e de águas profundas, nos quais as áreas de cultivo de arroz são inundadas por período significativo de tempo durante o ciclo da cultura por ação da chuva, sem o controle da água, via manejo, não são comuns no país, havendo registros eventuais apenas na região Amazônica, por ocasião das cheias de rios. Assim, dentre os regimes hídricos previstos na metodologia do IPCC 2006, no período compreendido entre 1990 e 2016, foram registrados no Brasil, além do arroz de terras altas/sequeiro, que não gera emissões de CH₄, apenas as três categorias do ecossistema irrigado: inundação contínua e inundação intermitente com aeração única e múltipla (Tabela 6). Os dados de áreas sob regime de irrigação por inundação intermitente com aeração múltipla utilizados correspondem, de forma geral, àqueles categorizados, na Central de Dados de Economia da Embrapa Arroz e Feijão, como pertencentes ao regime “várzea úmida”. Os dados enquadrados na categoria irrigado por inundação intermitente com aeração única, por sua vez, foram identificados com o apoio de especialistas que atuam nas diferentes regiões produtoras de arroz do país. A consulta a especialistas locais possibilitou ainda a categorização do regime hídrico durante o cultivo de arroz adotado nas sete regiões produtoras de Santa Catarina ao longo de toda a série histórica. No Rio Grande do Sul, embora existam relatos de aplicações eventuais e em proporção reduzida do sistema irrigado por inundação intermitente em algumas regiões arrozeiras, não foram obtidos registros documentais da frequência e magnitude de adoção, impossibilitando seu desmembramento das áreas irrigadas por inundação contínua e, portanto, a utilização de fatores de emissão específicos para o sistema intermitente, os quais foram disponibilizados em estudos locais (BUSS, 2012; 2016; CAMARGO *et al.*, 2018; MOTERLE *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2011; WESZ, 2012; ZSCHORNACK *et al.*, 2016).

Tabela 6. Regimes hídricos adotados no cultivo de arroz nas Unidades da Federação brasileiras no período de 1990 a 2016.

Região	Estado	Regime hídrico
Norte	Rondônia	Sequeiro
	Acre	Sequeiro
	Amazonas	Sequeiro
	Roraima	Sequeiro e Inundação contínua
	Pará	Sequeiro, Inundação contínua e Inundação intermitente com aeração múltipla
	Amapá	Sequeiro
	Tocantins	Sequeiro e Inundação contínua
Nordeste	Maranhão	Sequeiro, Inundação contínua e Inundação intermitente com aeração múltipla
	Piauí	Sequeiro e Inundação contínua
	Ceará	Sequeiro e Inundação contínua
	Rio Grande do Norte	Sequeiro e Inundação contínua
	Paraíba	Sequeiro e Inundação contínua
	Pernambuco	Sequeiro e Inundação contínua
	Alagoas	Inundação contínua
	Sergipe	Sequeiro, Inundação contínua e Inundação intermitente com aeração múltipla
Bahia	Sequeiro e Inundação contínua	
Sudeste	Minas Gerais	Sequeiro, Inundação contínua e Inundação intermitente com aeração múltipla
	Espírito Santo	Sequeiro, Inundação contínua e Inundação intermitente com aeração única
	São Paulo	Sequeiro e Inundação contínua
	Rio de Janeiro	Sequeiro, Inundação contínua e Inundação intermitente com aeração única e múltipla
Sul	Paraná	Sequeiro e Inundação contínua
	Santa Catarina	Sequeiro, Inundação contínua e Inundação intermitente com aeração única e múltipla
	Rio Grande do Sul	Sequeiro e Inundação contínua
Centro-Oeste	Mato Grosso do Sul	Sequeiro, Inundação contínua e Inundação intermitente com aeração múltipla
	Mato Grosso	Sequeiro e Inundação contínua
	Goiás	Sequeiro e Inundação contínua
	Distrito Federal	Sequeiro e Inundação contínua

Na Tabela 7 são apresentados os valores de referência (*default*) propostos na metodologia IPCC 2006 para o fator de escala *SFw* desagregados por regime hídrico. Dentre as categorias preconizadas, apenas as quatro primeiras (terras altas/sequeiro, irrigado por inundação contínua, irrigado por inundação intermitente com aeração única e irrigado por inundação intermitente com aeração múltipla) são desenvolvidas no Brasil, tendo sido, portanto, utilizadas no cálculo das estimativas de emissões de CH₄ do cultivo de arroz no país, no período coberto por este relatório (1990 a 2016).

Tabela 7. Fatores de escala *default* para estimativa das emissões de CH₄ em função do regime hídrico durante o período de cultivo do arroz, utilizando como referência o sistema irrigado por inundação contínua (*SFw*).

Regime hídrico		Agregado		Desagregado	
Ecosistema	Manejo da água	Fator de escala <i>SFw</i>	Erro-padrão	Fator de escala <i>SFw</i>	Erro-padrão
Terras altas/Sequeiro ¹		0	-	0	-
Terras baixas/Irrigado ²	Inundação contínua	0,78	0,62 - 0,98	1,00	0,79 - 1,26
	Inundação intermitente c/ aeração única			0,60	0,46 - 0,80
	Inundação intermitente c/ aeração múltipla			0,52	0,41 - 0,66
Alimentado por chuvas e águas profundas ³	Chuvas regulares	0,27	0,21 - 0,34	0,28	0,21 - 0,37
	Sujeito a seca			0,25	0,18 - 0,36
	Águas profundas			0,31	ND

¹ Áreas de cultivo não sujeitas a inundação por período significativo de tempo.

² Áreas de cultivo inundadas por período significativo de tempo e regime hídrico controlado.

- Inundação contínua: áreas de cultivo com presença de lâmina de água ao longo de todo o ciclo de cultivo, podendo ser drenadas apenas para a colheita.

- Inundação intermitente: áreas de cultivo com pelo menos um período de aeração de mais de três dias durante o ciclo de cultivo.

- Aeração única: áreas de cultivo com um único período de aeração em qualquer estágio do ciclo de cultivo (exceto drenagem para a colheita).

- Aeração múltipla: áreas de cultivo com mais de um período de aeração em qualquer estágio do ciclo de cultivo (exceto drenagem para a colheita).

³ Áreas de cultivo inundadas por período significativo de tempo e regime hídrico dependente da precipitação.

- Chuvas regulares: o nível da água nas áreas de cultivo pode aumentar até 50 cm durante a ciclo de cultivo.

- Sujeito a seca: áreas de cultivo sujeitas a períodos de seca durante o ciclo de cultivo.

- Águas profundas: o nível da água nas áreas de cultivo pode aumentar mais de 50 cm por período significativo de tempo durante o ciclo de cultivo.

Fonte: Yan *et al.* (2005). Adaptado de IPCC (2006).

- Fator de escala que explica as diferenças de regime hídrico no período que precede o cultivo do arroz (*SFp*). Assim como para os parâmetros anteriormente descritos, adotaram-se os valores *default* preconizados pelo IPCC 2006, descritos na Tabela 8, para calcular os fatores de emissão de CH₄ do cultivo de arroz (*Efi*). Como em nível nacional, de forma geral, pratica-se uma única safra de arroz ao ano, mantendo-se o solo drenado por mais de 180 dias durante a entressafra, adotou-se o fator de escala desagregado *SFp* de 0,68, exceção feita para três das regiões arrozeiras de Santa Catarina, Blumenau, Itajaí e Joinville, nas quais, em alguns dos anos acompanhados, o período em que o solo foi mantido drenado durante a entressafra foi menor que 180 dias, adotando-se, portanto, o fator de escala *SFp* de valor 1,00. A exceção a esse procedimento também esteve restrita ao Rio Grande do Sul, especificamente para as áreas preparadas nos sistemas convencional e preparo antecipado, para as quais se dispõe de fatores de emissão específicos, os quais já incorporam o fator de escala *SFp*.

Tabela 8. Fatores de escala *default* para estimativa das emissões de CH₄ em função do regime hídrico durante o período que precede o cultivo do arroz (entressafra) (*SFp*).

Regime hídrico anterior ao cultivo de arroz	Agregado		Desagregado	
	Fator de escala <i>SFp</i>	Erro-padrão	Fator de escala <i>SFp</i>	Erro-padrão
Áreas não inundadas durante a entressafra por período < 180 dias	1,22	1,07 - 1,40	1,00	0,88 - 1,14
Áreas não inundadas durante a entressafra por período >180 dias			0,68	0,58 - 0,80
Áreas inundadas durante a entressafra por período > 30 dias ¹			1,90	1,65 - 2,18

¹ Período de inundação de curta duração (<30 dias) durante a entressafra não é considerado para fins de escolha do fator de escala *SFp*.

Fonte: Yan *et al.* (2005). Adaptado de IPCC (2006).

4. Fator de escala que reflete o aporte de material orgânico ao solo (*SFo*). Devido à indisponibilidade de dados de atividade nacionais relativos à quantidade de material orgânico aportado ao solo (*ROAi*), assumiu-se, com base em consulta à literatura e a especialistas de instituições de diversas partes do país, que a massa seca de palha por ocasião da incorporação ao solo corresponde a 80% da produtividade média de grãos alcançada pela cultura nas diferentes Unidades da Federação e anos acompanhados, sendo estratificada ainda por regime hídrico. Como referência, utilizaram-se os dados de produtividade de grãos de arroz constantes na base de dados da Embrapa Arroz e Feijão (2018). Essa pressuposição baseou-se no fato de, no Brasil, o material orgânico aportado ao solo em áreas de cultivo de arroz irrigado ser constituído basicamente da palha de cultivos antecedentes. Exceções a esse procedimento referem-se ao estado do Rio Grande do Sul, para o qual, conforme reportado previamente, adotaram-se fatores de emissão diários locais, que já incorporam o efeito do aporte de material orgânico ao solo, para as áreas sob preparo convencional de primavera ($EFi = 3,6 \text{ kg CH}_4 \text{ ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e sob preparo antecipado ($EFi = 2,8 \text{ kg CH}_4 \text{ ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$). Em Santa Catarina, por sua vez, as quantidades de palha de arroz incorporada ao solo foram estimadas por técnicos que se dedicam ao trabalho com a cultura do arroz, adotando-se o valor médio de 2 Mg ha^{-1} , para todas as sete regiões produtoras do estado e em todo o período contemplado por este Inventário (1990 a 2016). Destaca-se ainda, para esse estado, que na região de Rio do Sul há o registro da aplicação de esterco em cerca de 10% da área cultivada no período de 1990 a 1995, na dose de 4 Mg ha^{-1} , em acréscimo à palha do arroz. Para essas áreas, adotou-se o fator de escala *CFOAi* específico para o uso de esterco, com valor 0,14 (Tabela 9), conforme preconizado na metodologia IPCC 2006. Nas demais situações, também foram considerados os valores de referência indicados pelo IPCC 2006 para a determinação do fator de conversão para aporte de material orgânico (*CFOAi*) (Tabela 9), necessário para o cálculo do fator de escala *SFo*. Nesse sentido, assumiu-se o preparo convencional de primavera como predominante na maioria das áreas de cultivo de arroz do país, o que implica a incorporação

da palha ao solo com menos de 30 dias de antecedência do cultivo do arroz, implicando o uso de valor 1,00 para a variável CFO_{Ai} . Nas eventuais áreas com uso de preparo antecipado da palha, já referidas, adotou-se o fator de conversão CFO_{Ai} de 0,29.

Tabela 9. Fatores de conversão *default* para tipos de material orgânico (CFO_{A}).

Material orgânico	Fator de conversão (CFO_{A})	Erro-padrão
Palha de arroz incorporada ao solo menos de 30 dias antes do cultivo ¹	1,00	0,97 - 1,04
Palha de arroz incorporada ao solo mais de 30 dias antes do cultivo ¹	0,29	0,20 - 0,40
Composto	0,05	0,01 - 0,08
Esterco animal	0,14	0,07 - 0,20
Adubo verde	0,50	0,30 - 0,60

¹ Palha de arroz incorporada ao solo, desconsiderando-se as situações em que a palha é apenas depositada na superfície do solo ou quando é queimada no campo.

Fonte: Yan *et al.* (2005). Adaptado de IPCC (2006).

Na Tabela 10 é apresentado um resumo dos fatores de emissão e demais parâmetros utilizados para o cálculo das emissões de CH_4 do cultivo de arroz no Brasil.

Tabela 10. Resumo dos fatores de emissão e parâmetros utilizados no cálculo das emissões de CH_4 do cultivo de arroz.

Subsetor/Categoria	Parâmetro	Valor	Referência	Tier	Observações
Cultivo de arroz	E_{Fi}	Diversos (Apêndices 1 a 29 ¹)	IPCC (2006)	1	Utilizado na Equação 1
Cultivo de arroz / inundação contínua	E_{Fi} para o sistema convencional de preparo de solo no RS	3,6	BAYER <i>et al.</i> (2015)	2	Utilizado na Equação 1
Cultivo de arroz / inundação contínua	E_{Fi} para o sistema de preparo antecipado do solo no RS	2,8	BAYER <i>et al.</i> (2015)	2	Utilizado na Equação 1
Cultivo de arroz	E_{Fc}	1,3 ²	YAN <i>et al.</i> (2005)	1	Utilizado na Equação 2
Cultivo de arroz	S_{Fw}	Tabela 7 ²	YAN <i>et al.</i> (2005)	1	Utilizado na Equação 2
Cultivo de arroz	S_{Fp}	Tabela 8 ²	YAN <i>et al.</i> (2005)	1	Utilizado na Equação 2
Cultivo de arroz	S_{Fo}	Diversos (Apêndices 1 a 29 ¹)	IPCC (2006)	1	Utilizado na Equação 2; calculado a

Subsetor/Categoria	Parâmetro	Valor	Referência	Tier	Observações
					partir da Equação 3
Cultivo de arroz	<i>ROAi</i>	Diversos (Apêndice 30)	Embrapa Arroz e Feijão (2018)	1	Utilizado na Equação 3; calculado a partir da produtividade média grãos de arroz por regime hídrico, Unidade da Federação e ano.
Cultivo de arroz	<i>ROAi</i>	2 Mg ha ⁻¹ (palha de arroz) 4 Mg ha ⁻¹ (esterco)	Epagri (2019) - Comunicação pessoal	1	Utilizado na Equação 3
Cultivo de arroz	<i>CFOAi</i>	Tabela 9 ²	YAN <i>et al.</i> (2005)	1	Utilizado na Equação 3

EFi - Fator de emissão de CH₄ diário (kg ha⁻¹ dia⁻¹); *EFc* - fator de emissão de CH₄ da linha de base para áreas de cultivo de arroz irrigado por inundação contínua, sem aporte de material orgânico (kg ha⁻¹ dia⁻¹); *SFw* - fator de escala que explica as diferenças de regime hídrico durante o período de cultivo de arroz; *SFp* - fator de escala que explica as diferenças de regime hídrico no período que precede o cultivo de arroz (entressafra);

SFo - fator de escala que explica as variações no tipo e quantidade de material orgânico aportado ao solo; *CFOAi* - fator de conversão para aporte de material orgânico.

¹ No Anexo 2 (Rio Grande do Sul), adotou-se o fator de emissão default do IPCC 2006 apenas na subcategoria Outros sistemas de preparo do solo;

² Valores default adotados em IPCC 2006.

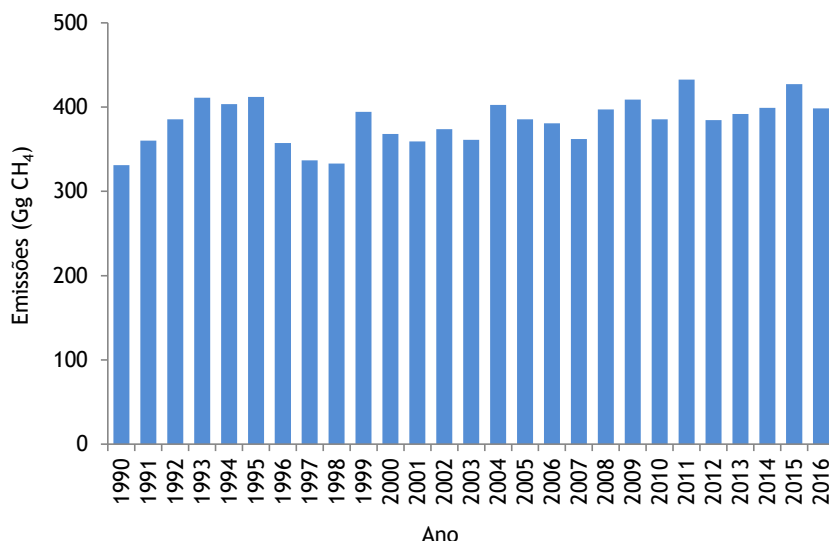
3. Resultados

As estimativas de emissões anuais de CH₄ provenientes do Cultivo de Arroz no Brasil são apresentadas na Tabela 11 e na Figura 12. Em 2016, as emissões nacionais do subsetor Cultivo de Arroz totalizaram 398,53 Gg CH₄.

Tabela 11. Emissões⁵ de CH₄ do subsetor Cultivo de Arroz no Brasil, por regime hídrico.

Subsetor/categoria		1990	1995	2000	2005	2010	2016	Varição 2005-2016	Varição 2010-2016
		Gg CH ₄						----- % -----	----- % -----
3.C	Cultivo de Arroz	331,12	412,09	368,25	385,56	385,52	398,53	3,4	3,4
3.C.1	Terras baixas / Irrigado	331,12	412,09	368,25	385,56	385,52	398,53	3,4	3,4
3.C.1.a	Irrigado por inundaçã contínua	300,80	382,68	346,54	359,52	364,03	380,79	5,9	4,6
3.C.1.b	Irrigado por inundaçã intermitente	30,32	29,41	21,71	26,04	21,46	17,74	-31,9%	-17,3%
3.C.1.b.i	Com aeração única	7,70	7,61	3,70	1,68	2,68	2,62	55,9	-2,2
3.C.1.b.ii	Com aeração múltipla	22,62	21,79	18,01	24,36	18,81	15,12	-37,9	-19,6
3.C.2	Terras altas / Sequeiro	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	-	-

Figura 12. Emissões anuais de CH₄ do cultivo de arroz no Brasil no período de 1990 a 2016.



Na Tabela 12 são apresentadas as emissões anuais de CH₄ por regiões. Em 2016 a região Sul respondeu pela maior parte das emissões de CH₄ do cultivo de arroz, totalizando 356,49 Gg, contribuindo com 89,4% das emissões nacionais. Na sequência vieram as regiões Norte (25,87 Gg CH₄), Centro-Oeste (8,73 Gg CH₄), Nordeste (4,46 Gg CH₄) e Sudeste (2,99 Gg CH₄), cujas emissões corresponderam respectivamente a 6,5%, 2,2%, 1,1% e 0,8% do total.

⁵ Consultar Apêndice B para emissões desagregadas por categoria de emissão, Unidade da Federação e ano (1990-2016).

Tabela 12. Emissões anuais de CH₄ do cultivo de arroz no Brasil e por região no período de 1990 a 2016.

Ano	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Brasil
	----- Gg CH ₄ -----					
1990	6,61	10,92	36,51	264,97	12,10	331,12
1991	12,74	14,69	33,89	291,15	7,85	360,33
1992	13,81	13,61	32,13	316,16	9,89	385,61
1993	13,85	14,47	31,44	340,77	10,69	411,21
1994	15,92	12,80	29,78	334,27	10,64	403,41
1995	19,38	13,55	26,74	342,88	9,53	412,09
1996	16,22	12,18	24,55	294,97	9,44	357,35
1997	11,00	12,26	21,85	283,27	8,45	336,84
1998	15,12	11,27	15,37	282,16	9,08	333,00
1999	19,13	11,44	15,04	336,50	12,17	394,28
2000	15,03	11,72	12,71	319,75	9,04	368,25
2001	14,70	8,82	10,18	316,85	8,83	359,38
2002	14,87	9,08	10,27	328,60	10,88	373,70
2003	17,64	9,23	9,47	317,49	7,34	361,16
2004	19,47	12,96	10,39	346,12	13,66	402,60
2005	19,85	13,08	10,07	329,10	13,46	385,56
2006	10,58	10,57	8,17	342,35	8,96	380,63
2007	15,97	11,56	6,30	318,90	9,45	362,19
2008	19,17	11,04	4,89	35-2,26	9,93	397,30
2009	17,34	11,46	4,43	365,48	10,33	409,05
2010	18,09	11,48	7,03	340,02	8,90	385,52
2011	24,10	8,95	6,36	382,27	10,80	432,48
2012	20,44	7,48	5,62	342,36	8,67	384,58
2013	22,56	7,53	4,52	348,82	8,39	391,83
2014	25,00	6,12	3,24	356,12	8,77	399,24
2015	27,63	5,65	3,36	381,13	9,64	427,41
2016	25,87	4,46	2,99	356,49	8,73	398,53

As variações nas emissões registradas entre o período de 1990 a 2016, por regiões, são apresentadas na Tabela 13. As emissões de CH₄ foram apenas 3,4% superiores àquelas registradas em 2010 (385,52 Gg CH₄), último ano contabilizado no Terceiro Inventário Nacional. Entre 1990 e 2016, o incremento nas emissões nacionais de CH₄ correspondeu a 20,4%.

No período compreendido entre 2010 e 2016, destaca-se a tendência de crescimento da contribuição da região Norte para as emissões nacionais de CH₄, devida principalmente à participação do estado do Tocantins, que desponta como principal polo produtor de arroz irrigado fora da região Sul. Vale mencionar também a manutenção da tendência de redução da contribuição das regiões Nordeste e principalmente Sudeste para a área cultivada de arroz irrigado no Brasil e, portanto, para as emissões de CH₄ desse subsetor. Dessa forma, a participação da região Centro-Oeste tornou-se maior, ocupando atualmente a terceira posição no panorama nacional, sendo os estados de Goiás e Mato Grosso do Sul os principais produtores.

Tabela 13. Emissões quinquenais de CH₄ do cultivo de arroz no Brasil e por região no período de 1990 a 2016.

Região/País	1990	1995	2000	2005	2010	2016	Variação 2005-2016	Variação 2010-2016
	----- Gg CH ₄ -----						----- % -----	----- % -----
Norte	6,61	19,38	15,03	19,85	18,09	25,87	30,3	43,0
Nordeste	10,92	13,55	11,72	13,08	11,48	4,46	-65,9	-61,1
Sudeste	36,51	26,74	12,71	10,07	7,03	2,99	-70,3	-57,5
Sul	264,97	342,88	319,75	329,1	340,02	356,49	8,3	4,8
Centro-Oeste	12,1	9,53	9,04	13,46	8,9	8,73	-35,1	-1,9
Brasil	331,12	412,09	368,25	385,56	385,52	398,53	3,4	3,4

Ao longo do período contemplado por este relatório (1990 a 2016), as variações nas emissões de CH₄ estimadas refletiram preponderantemente as oscilações nas áreas cultivadas com arroz irrigado no país, incluindo os regimes irrigado por inundação contínua e intermitente com aeração única e múltipla. Deles, destaca-se a influência do regime irrigado por inundação contínua, que responde pela maior parte das áreas de arroz irrigado no Brasil.

Assim, em 1990 foram registradas as menores emissões de CH₄ (331,12 Gg) de toda a série histórica, a qual esteve associada à menor área cultivada do cereal no sistema irrigado (Tabela 5). Contrariamente, os anos com registros de maiores emissões de CH₄, superiores a 400 Gg (1993 a 1995, 2004, 2009, 2011 e 2015), apresentaram as maiores áreas cultivadas de arroz irrigado. Cabe salientar que outros fatores, ainda que menos representativos que a área cultivada de arroz irrigado, também contribuíram para as variações nas emissões de CH₄ do subsetor, destacando-se a quantidade de palha (material orgânico) incorporada ao solo, a qual está íntima e diretamente relacionada à produtividade de grãos da cultura do arroz.

Tal variável ajuda, pois, a explicar o fato de anos iniciais da série histórica acompanhada, como os anos de 1993 a 1995, que apresentaram áreas cultivadas de arroz irrigado superiores às dos anos de 2011 e 2015, terem proporcionado emissões de CH₄ menores que esses dois últimos anos (Tabela 12), demonstrando a influência e a importância da maior quantidade de material orgânico aportado ao solo sobre as emissões de CH₄ para a atmosfera.

Considerando-se a elevada contribuição do Rio Grande do Sul para a área cultivada de arroz irrigado no Brasil, há de se mencionar ainda a influência da representatividade dos sistemas de preparo do solo (convencional e preparo antecipado) adotados nesse estado sobre as emissões nacionais de CH₄ do subsetor. Assim, com o passar dos anos, com o aumento da participação do preparo antecipado na matriz produtiva estadual de arroz irrigado, relativamente ao sistema convencional,

o potencial de emissão de CH_4 do cultivo de arroz irrigado do país foi atenuado em razão do menor fator de emissão associado ao preparo antecipado (BAYER *et al.*, 2015).

Com relação às categorias de cultivo de arroz irrigado, a despeito das oscilações temporais de áreas cultivadas de arroz nos regimes irrigado por inundação intermitente com aeração única e múltipla, esses regimes pouco contribuíram para as emissões nacionais de CH_4 ao longo do tempo (Figuras 13 e 14), relativamente ao regime irrigado por inundação contínua (Figura 15) devido à pequena representatividade relativa para a área brasileira de arroz irrigado.

Figura 13. Emissões anuais de CH_4 do cultivo de arroz irrigado por inundação intermitente com aeração única no Brasil no período de 1990 a 2016.

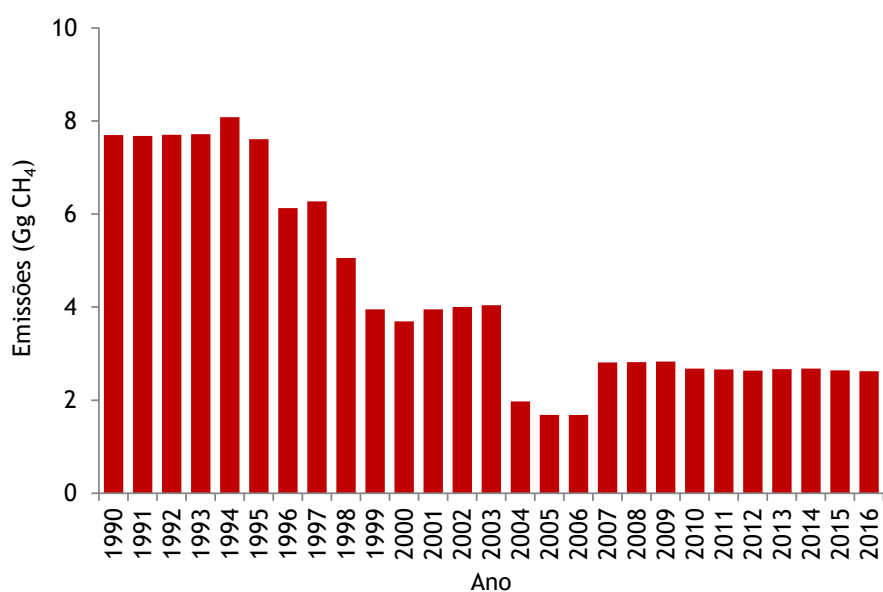


Figura 14. Emissões anuais de CH₄ do cultivo de arroz irrigado por inundação intermitente com aeração múltipla no Brasil no período de 1990 a 2016.

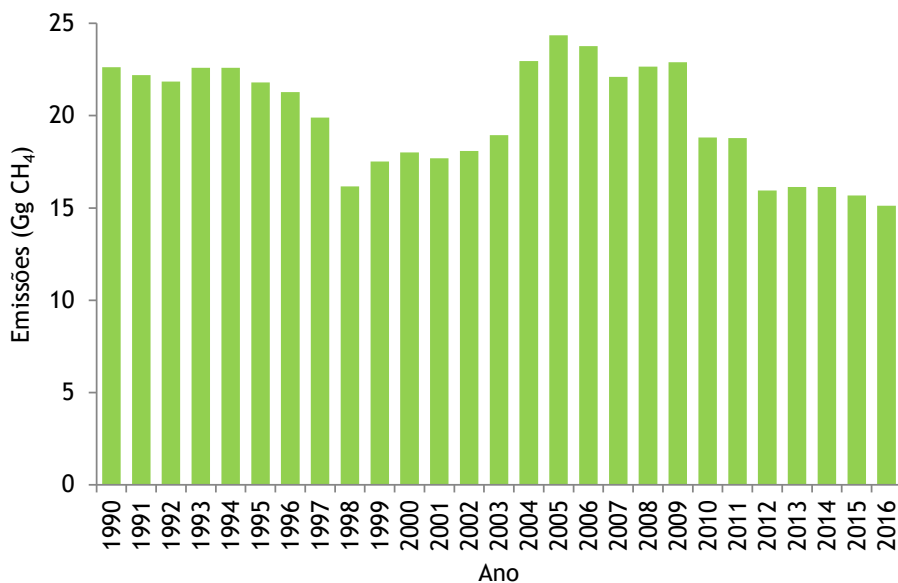
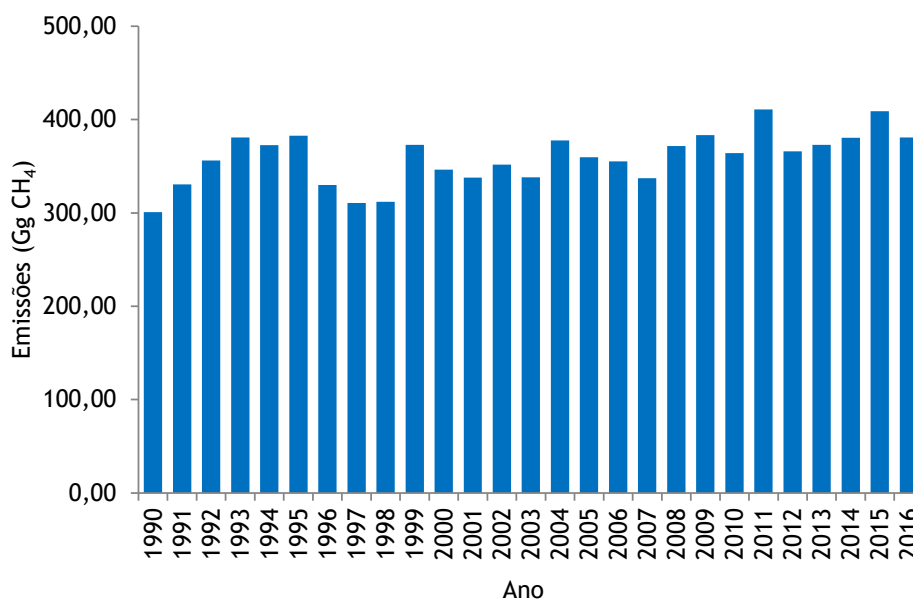
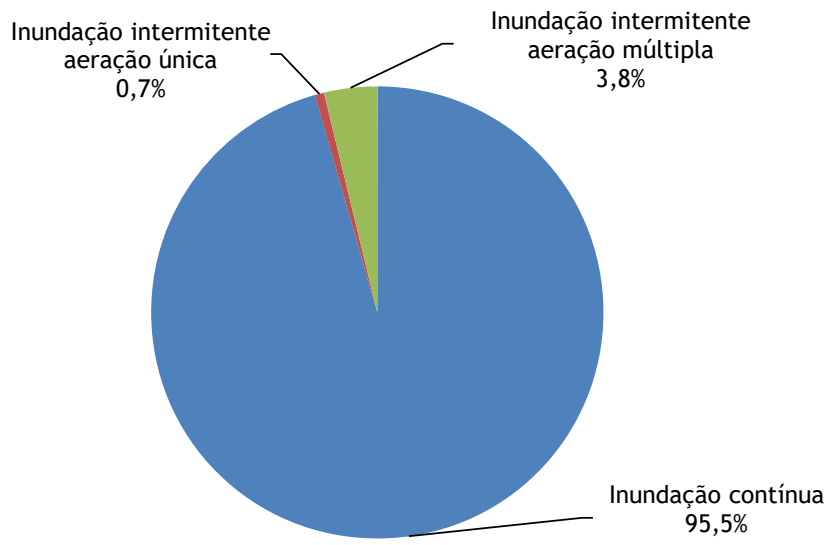


Figura 15. Emissões anuais de CH₄ do cultivo de arroz irrigado por inundação contínua no Brasil no período de 1990 a 2016.



Em 2016, a contribuição do regime irrigado por inundação contínua representou 95,5% das emissões nacionais, enquanto os regimes irrigado por inundação intermitente com aeração única e múltipla responderam, respectivamente, por 0,7% e 3,8% do total (Figura 16).

Figura 16. Contribuição das categorias de regime hídrico para as emissões de CH₄ do cultivo de arroz no Brasil em 2016.



4. Controle de qualidade

Os procedimentos de controle de qualidade para este relatório de referência consistiram basicamente na conferência sistemática individual por dois membros da equipe de trabalho e posteriormente em pares, tanto dos dados de atividade utilizados quanto dos parâmetros levantados para o cálculo dos fatores de emissão utilizados para a estimativa das emissões de CH₄ do cultivo de arroz. Da mesma forma, todas as planilhas de cálculo elaboradas para a determinação dos parâmetros componentes e dos fatores de emissão, assim como das emissões propriamente ditas, foram criteriosamente revisadas de forma individualizada por pelo menos dois membros da equipe envolvida na elaboração do presente relatório de referência. Esse procedimento foi adotado em duas ocasiões, inicialmente quando da elaboração das planilhas de cálculo e posteriormente após sua utilização para os cálculos das estimativas de emissão, de forma a evitar que eventuais erros ocorridos durante seu preenchimento e/ou reprodução pudessem gerar resultados errôneos (Tabela 14).

Tabela 14. Apresentação dos métodos para controle de qualidade utilizados nas estimativas de emissão do setor Cultivo de Arroz.

Dado/Processo	Método utilizado	Comentários/observações
Dados de atividade	Avaliações individuais (2 membros) e em pares	-
Fator de emissão	Avaliações individuais (2 membros) e em pares	-
Planilhas de cálculos	Avaliações individuais (2 membros)	Avaliações realizadas em dois momentos (elaboração das planilhas e após o preenchimento)

5. Avaliação de incertezas e consistência temporal

5.1 Dados de atividade

Muito embora os dados de atividade do subsetor Cultivo de Arroz sejam dois - 1) Período de cultivo de arroz; e 2) Área colhida de arroz -, na avaliação das incertezas desse subsetor consideraram-se apenas os dados de área colhida, para os quais se dispõe de mais de uma fonte de dados. Os dados de período de cultivo de arroz, por sua vez, conforme referido previamente neste relatório de referência, resultaram de consenso da consulta a especialistas que trabalham com a cultura do arroz no Brasil, constituindo, portanto, uma fonte única, o que impossibilitou a estimativa das incertezas associadas a esses dados de atividade.

Os dados de área colhida de arroz no Brasil foram obtidos junto a duas fontes: 1) Central de Dados de Economia da Embrapa Arroz e Feijão; e 2) Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Cabe esclarecer que, aos dados totais de área colhida de arroz no país obtidos junto à CONAB, que não discrimina os regimes hídricos de cultivo de arroz no Brasil, aplicaram-se os mesmos percentuais apurados anualmente pela Central de Dados de Economia da Embrapa Arroz e Feijão relativos aos regimes hídricos: arroz de terras altas/sequeiro e arroz irrigado e suas subcategorias. Ambas as fontes, Embrapa Arroz e Feijão e CONAB, apresentam dados de área colhida de arroz no Brasil para toda a série histórica contemplada por este relatório de referência (1990 a 2016). Entretanto, os cálculos de incertezas associadas ao subsetor Cultivo de Arroz foram realizados apenas para os anos de 1995, 2000, 2005, 2010 e 2016, utilizando como ano-base 1990, ano inicial contemplado por este relatório de referência.

Em razão de os dados de área colhida de arroz disponíveis e, por conseguinte, os dados de emissões de CH₄ do Cultivo de Arroz serem estratificados por regime hídrico, incluindo as categorias arroz de terras altas/sequeiro e arroz irrigado, esta última reunindo três subcategorias (inundação contínua, inundação intermitente com aeração única e aeração múltipla), os cálculos de incertezas foram estabelecidos de forma individualizada para cada categoria de regime hídrico, exceção feita para a categoria arroz de terras altas/sequeiro, visto não estar associada a emissões de CH₄ (fator de emissão de CH₄ nulo). Portanto, para a categoria arroz de terras altas/sequeiro, não foram calculadas incertezas.

As incertezas calculadas individualmente para as três subcategorias de arroz irrigado: inundação contínua, inundação intermitente com aeração única e inundação intermitente com aeração múltipla, foram também combinadas em uma única categoria, qual seja: arroz irrigado, que representa as incertezas do subsetor Cultivo de Arroz.

Aos dados de atividades descritos foram aplicadas duas técnicas de cálculo de incertezas: Abordagem 1 (propagação do erro) e Abordagem 2 (Simulação de Monte Carlo), ambas preconizadas na guia IPCC 2006.

5.2 Fatores de emissão

Conforme reportado na metodologia do presente relatório de referência (item 2.2 Fatores de emissão e outros parâmetros), os fatores de emissão de CH₄ diários (*EFi*) e demais parâmetros (Fator de emissão de CH₄ diário da linha de base para áreas de cultivo de arroz irrigado por inundação contínua, na ausência de aporte de material orgânico - *Efc*; Fator de escala que explica as diferenças de regime hídrico durante o período de cultivo do arroz - *SFw*; Fator de escala que explica as diferenças de regime hídrico no período que precede o cultivo do arroz - *SFp* e Fator de escala que reflete o aporte de material orgânico ao solo - *SFo*) utilizados para estimar as emissões de CH₄ do cultivo de arroz foram calculados utilizando os valores *default* indicados na metodologia IPCC 2006, exceção feita para o estado do Rio Grande do Sul, especificamente para as áreas sob preparo convencional do solo e preparo antecipado, para os quais foram utilizados fatores de emissão estabelecidos localmente (BAYER *et al.*, 2015). A partir dos fatores de emissão calculados para os anos de 1995, 2000, 2005, 2010 e 2016 (Tabelas 28, 29, 35, 40, 45, 50 e 56) e determinados localmente para o Rio Grande do Sul (Tabela 29), calcularam-se as incertezas associadas ao fator de emissão, também aplicando-se as abordagens 1 e 2 (IPCC, 2006). Assim como para os dados de atividade, as incertezas dos fatores de emissão foram calculadas para os anos de 1995, 2000, 2005, 2010 e 2016, tomando o ano de 1990 como base.

Estabelecidas as incertezas associadas aos dados de atividade (área colhida de arroz) e ao fator de emissão de CH₄, procedeu-se a determinação da incerteza do subsetor Cultivo de Arroz, que resulta da combinação das incertezas dos dados de atividade e do fator de emissão. Da mesma forma que as incertezas parciais dos dados de atividade e do fator de emissão, as incertezas do subsetor Cultivo de Arroz foram estabelecidas utilizando-se as abordagens 1 (propagação do erro) e 2 (Simulação de Monte Carlo), preconizadas na guia IPCC 2006.

5.3 Resultados

Os resultados das incertezas do subsetor Cultivo de Arroz calculados utilizando-se as abordagens 1 (propagação do erro) e 2 (Simulação de Monte Carlo) do IPCC 2006 são apresentados respectivamente nas Tabelas 15 a 19 e 20 a 24. Independentemente da abordagem e do ano considerados, as incertezas do setor Cultivo de Arroz estiveram associadas majoritariamente ao fator de emissão, relativamente aos dados de atividade. Esse comportamento se explica pela maior variabilidade nos fatores de emissão, que resultam do produto de diversos parâmetros associados às condições de cultivo e práticas de manejo da cultura do arroz, incluindo, além do regime hídrico durante o período de cultivo do arroz, variável para a qual foram calculadas incertezas individualizadas, o regime hídrico no período que antecede o cultivo do arroz e o aporte de material orgânico ao solo.

Para ambas as abordagens, a comparação das incertezas associadas ao fator de emissão proporcionadas pelas distintas subcategorias de regime hídrico de cultivo de arroz mostra incremento de magnitude na seguinte ordem: irrigado por inundação contínua < irrigado por inundação contínua com aeração múltipla < irrigado por inundação intermitente com aeração múltipla. Exceção a esse comportamento foi determinada apenas no ano de 2016, para o qual as incertezas do regime irrigado com inundação intermitente com aeração múltipla foram inferiores às dos demais sistemas (Tabelas 15 a 24). Em grande parte, essa alteração no comportamento das incertezas do fator de emissão entre os regimes hídricos em 2016 esteve associada às variações nos parâmetros determinantes dos fatores de emissão para o estado de Santa Catarina, que ao longo dos anos apresentou representatividade crescente, algumas vezes integral, dos regimes hídricos com irrigação intermitente, única ou múltipla (Tabela 29). É importante ressaltar, porém, que apesar das alterações na magnitude das incertezas associadas ao fator de emissão entre as subcategorias de regime hídrico de cultivo de arroz observadas ao longo do tempo (1995 a 2016), elas foram, em geral, baixas e próximas.

Com relação às incertezas relativas aos dados de atividade, cabe salientar que se mantiveram invariáveis entre as subcategorias de cultivo de arroz em razão de as fontes de dados disponíveis (Embrapa Arroz e Feijão e CNPAF) não as discriminarem, ou seja, a estratificação dos dados totais de área colhida de arroz de ambas as fontes entre os regimes hídricos foi estabelecida anualmente pela aplicação de um mesmo fator de conversão, estabelecido pela consulta a fontes e especialistas da área.

Confrontando-se os resultados de incertezas do setor Cultivo de Arroz, determinados pela aplicação das abordagens 1 (propagação do erro) (Tabelas 15 a 19) e 2 (Simulação de Monte Carlo) (Tabelas 20 a 24), observa-se comportamento semelhante entre os anos avaliados. As distinções verificadas restringiram-se à magnitude dos valores determinados que, pelos procedimentos de cálculo inerentes envolvidos, resultaram invariavelmente em valores menores quando da adoção da abordagem 2 - Simulação de Monte Carlo.

Tabela 15. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensibilidades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas por regime hídrico no ano de 1995. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 1- Propagação do erro (IPCC, 2006).

Categoria IPCC	Emissões de CH ₄ ano-base 1990	Emissões de CH ₄ ano 1995	Incerteza		
			Dados de atividade	Fator de emissão	Combinada
----- Gg CO ₂ e -----			----- % -----		
3.C Cultivo de Arroz	6.953,52	6.953,52	-	-	-
3.C.1 Arroz Irrigado	6.953,52	8.653,68	-	-	-
3.C.1.a Arroz irrigado por inundação contínua	6.316,80	8.036,28	0,62	12,72	12,73
3.C.1.b Arroz irrigado por inundação intermitente	636,72	617,40	-	-	-
3.C.1.b.i Com aeração única	161,70	159,81	0,62	13,71	13,73
3.C.1.b.ii Com aeração múltipla	475,02	457,59	0,62	18,94	18,95
3.C.2 Arroz Sequeiro	0,00	0,00	-	-	-

Tabela 16. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensibilidades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas por regime hídrico no ano de 2000. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 1- Propagação do erro (IPCC, 2006).

Categoria IPCC	Emissões de CH ₄ ano-base 1990	Emissões de CH ₄ ano 2000	Incerteza		
			Dados de atividade	Fator de emissão	Combinada
----- Gg CO ₂ e -----			----- % -----		
3.C Cultivo de Arroz	6.953,52	7.733,25	-	-	-
3.C.1 Arroz Irrigado	6.953,52	7.733,25	-	-	-
3.C.1.a Arroz irrigado por inundação contínua	6.316,80	7.277,34	0,37	13,53	13,54
3.C.1.b Arroz irrigado por inundação intermitente	636,72	455,91	-	-	-
3.C.1.b.i Com aeração única	161,70	77,70	0,37	14,43	14,44
3.C.1.b.ii Com aeração múltipla	475,02	378,21	0,37	18,05	18,05
3.C.2 Arroz Sequeiro	0,00	0,00	-	-	-

Tabela 17. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensibilidades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas por regime hídrico no ano de 2005. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 1- Propagação do erro (IPCC, 2006).

Categoria IPCC	Emissões de CH ₄ ano-base 1990	Emissões de CH ₄ ano 2005	Incerteza		
			Dados de atividade	Fator de emissão	Combinada
----- Gg CO ₂ e -----			----- % -----		
3.C Cultivo de Arroz	6.953,52	8.096,76	-	-	-
3.C.1 Arroz Irrigado	6.953,52	8.096,76	-	-	-
3.C.1.a Arroz irrigado por inundação contínua	6.316,80	7.549,92	3,34	13,12	13,54
3.C.1.b Arroz irrigado por inundação intermitente	636,72	546,84	-	-	-
3.C.1.b.i Com aeração única	161,70	35,28	3,34	12,63	13,07
3.C.1.b.ii Com aeração múltipla	475,02	511,56	3,34	15,51	15,86
3.C.2 Arroz Sequeiro	0,00	0,00	-	-	-

Tabela 18. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensibilidades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas por regime hídrico no ano de 2010. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 1- Propagação do erro (IPCC, 2006).

Categoria IPCC	Emissões de CH ₄ ano-base 1990	Emissões de CH ₄ ano 2010	Incerteza		
			Dados de atividade	Fator de emissão	Combinada
----- Gg CO ₂ e -----			----- % -----		
3.C Cultivo de Arroz	6.953,52	8.095,92	-	-	-
3.C.1 Arroz Irrigado	6.953,52	8.095,92	-	-	-
3.C.1.a Arroz irrigado por inundação contínua	6.316,80	7.644,63	2,41	13,18	13,40
3.C.1.b Arroz irrigado por inundação intermitente	636,72	451,29	-	-	-
3.C.1.b.i Com aeração única	161,70	56,28	2,41	15,07	15,26
3.C.1.b.ii Com aeração múltipla	475,02	395,01	2,41	17,56	17,73
3.C.2 Arroz Sequeiro	0,00	0,00	-	-	-

Tabela 19. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensibilidades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas por regime hídrico no ano de 2016. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 1- Propagação do erro (IPCC, 2006).

Categoria IPCC	Emissões de CH ₄ ano-base 1990	Emissões de CH ₄ ano 2016	Incerteza		
	----- Gg CO ₂ e -----		Dados de atividade	Fator de emissão	Combinada
			----- % -----		
3.C Cultivo de Arroz	6.953,52	8.369,13	-	-	-
3.C.1 Arroz Irrigado	6.953,52	8.369,13	-	-	-
3.C.1.a Arroz irrigado por inundação contínua	6.316,80	7.996,59	1,54	14,50	14,58
3.C.1.b Arroz irrigado por inundação intermitente	636,72	372,54	-	-	-
3.C.1.b.i Com aeração única	161,70	55,02	1,54	15,07	15,15
3.C.1.b.ii Arroz irrigado por inundação intermitente com aeração múltipla	475,02	317,52	1,54	9,14	9,27
3.C.1 Arroz Sequeiro	0,00	0,00	-	-	-

Tabela 20. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensibilidades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas por regime hídrico no ano de 1995. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 2 (Simulação de Monte Carlo) (IPCC, 2006).

Categoria IPCC	Emissões de CH ₄ ano-base 1990	Emissões de CH ₄ ano 1995	Incerteza		
	----- Gg CO ₂ e -----		Dados de atividade	Fator de emissão	Combinada
			----- % -----		
3.C Cultivo de Arroz	6.953,52	8.653,68	-	-	-
3.C.1 Arroz Irrigado	6.953,52	8.653,68	-	-	-
3.C.1.a Arroz irrigado por inundação contínua	6.316,80	8.036,28	0,03	7,53	7,53
3.C.1.b Arroz irrigado por inundação intermitente	636,72	617,40	-	-	-
3.C.1.b.i Com aeração única	161,70	159,81	0,03	7,91	7,91
3.C.1.b.ii Com aeração múltipla	475,02	457,59	0,03	13,19	13,19
3.C.2 Arroz Sequeiro	0,00	0,00	-	-	-

Tabela 21. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensibilidades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas por regime hídrico no ano de 2000. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 2 (Simulação de Monte Carlo) (IPCC, 2006).

Categoria IPCC	Emissões de CH ₄ ano-base 1990	Emissões de CH ₄ ano 2000	Incerteza		
			Dados de atividade	Fator de emissão	Combinada
----- Gg CO ₂ e -----			----- % -----		
3.C Cultivo de Arroz	6.953,52	7.733,25	-	-	-
3.C.1 Arroz Irrigado	6.953,52	7.733,25	-	-	-
3.C.1.a Arroz irrigado por inundação contínua	6.316,80	7.277,34	0,01	7,49	7,49
3.C.1.b Arroz irrigado por inundação intermitente	636,72	455,91	-	-	-
3.C.1.b.i Com aeração única	161,70	77,70	0,01	13,20	13,20
3.C.1.b.ii Com aeração múltipla	475,02	378,21	0,01	10,00	10,00
3.C.2 Arroz Sequeiro	0,00	0,00	-	-	-

Tabela 22. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensibilidades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas por regime hídrico no ano de 2005. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 2 (Simulação de Monte Carlo) (IPCC, 2006).

Categoria IPCC	Emissões de CH ₄ ano-base 1990	Emissões de CH ₄ ano 2005	Incerteza		
			Dados de atividade	Fator de emissão	Combinada
----- Gg CO ₂ e -----			----- % -----		
3.C Cultivo de Arroz	6.953,52	8.096,76	-	-	-
3.C.1 Arroz Irrigado	6.953,52	8.096,76	-	-	-
3.C.1.a Arroz irrigado por inundação contínua	6.316,80	7.549,92	0,17	7,15	7,15
3.C.1.b Arroz irrigado por inundação intermitente	636,72	546,84	-	-	-
3.C.1.b.i Com aeração única	161,70	35,28	0,17	8,20	8,20
3.C.1.b.ii Com aeração múltipla	475,02	511,56	0,17	8,21	8,21
3.C.2 Arroz Sequeiro	0,00	0,00	-	-	-

Tabela 23. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensibilidades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas por regime hídrico no ano de 2010. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 2 (Simulação de Monte Carlo) (IPCC, 2006).

Categoria IPCC	Emissões de CH ₄ ano-base 1990	Emissões de CH ₄ ano 2010	Incerteza		
			Dados de atividade	Fator de emissão	Combinada
----- Gg CO ₂ e -----			----- % -----		
3.C Cultivo de Arroz	6.953,52	8.095,92	-	-	-
3.C.1 Arroz Irrigado	6.953,52	8.095,92	-	-	-
3.C.1.a Arroz irrigado por inundação contínua	6.316,80	7.644,63	0,12	6,86	6,86
3.C.1.b Arroz irrigado por inundação intermitente	636,72	451,29	-	-	-
3.C.1.b.i Arroz irrigado por inundação intermitente com aeração única	161,70	56,28	0,12	8,18	8,18
3.C.1.b.ii Arroz irrigado por inundação intermitente com aeração múltipla	475,02	395,01	0,12	9,67	9,67
3.C.2 Arroz Sequeiro	0,00	0,00	-	-	-

Tabela 24. Incertezas dos dados de atividade, dos fatores de emissão e combinada, contribuição para a variância, sensibilidades tipo A e tipo B e incerteza na tendência das emissões nacionais introduzida pela incerteza nos dados de atividade, nos fatores de emissão e totais do subsetor Cultivo de Arroz estratificadas por regime hídrico no ano de 2016. Resultados relativos à aplicação da Abordagem 2 (Simulação de Monte Carlo) (IPCC, 2006).

Categoria IPCC	Emissões de CH ₄ ano-base 1990	Emissões de CH ₄ ano 2016	Incerteza		
			Dados de atividade	Fator de emissão	Combinada
----- Gg CO ₂ e -----			----- % -----		
3.C Cultivo de Arroz	6.953,52	8.369,13	-	-	-
3.C.2 Arroz Irrigado	6.953,52	8.369,13	-	-	-
3.C.2.a Arroz irrigado por inundação contínua	6.316,80	7.996,59	0,08	6,97	6,97
3.C.2.b Arroz irrigado por inundação intermitente	636,72	372,54	-	-	-
3.C.2.b.i Com aeração única	161,70	55,02	0,08	8,18	8,18
3.C.2.b.ii Com aeração múltipla	475,02	317,52	0,08	5,00	5,00
3.C.2 Arroz Sequeiro	0,00	0,00	-	-	-

6. Diferenças em relação ao Terceiro Inventário

Este relatório incorpora significativas modificações metodológicas em relação às três edições anteriores do relatório setorial “Emissões de CH₄ do Cultivo de Arroz” do Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, as quais implicaram alterações em fatores de emissão e outros parâmetros utilizados nos cálculos das estimativas de emissões de CH₄ do cultivo de arroz e, portanto, nas emissões estimadas para o período de 1990 a 2010 (Tabela 25). Em razão da disponibilidade de resultados de pesquisa regionais mais recentes e robustos, substituíram-se os fatores de emissão de CH₄ adotados no Terceiro Inventário Nacional para o estado do Rio Grande do Sul, para as áreas cultivadas nos sistemas convencional e com preparo antecipado do solo. Adicionalmente, alguns dados de atividade, precisamente a duração do período de cultivo de arroz, não requeridos na metodologia utilizada nos Inventários anteriores, foram introduzidos à presente versão do relatório setorial “Cultivo de Arroz”. Também a série histórica contemplada por este relatório foi estendida até 2016.

O detalhamento das alterações metodológicas, nos fatores de emissão e outros parâmetros, bem como nos dados de atividade utilizados no presente relatório, é apresentado na sequência.

Tabela 25. Comparação das emissões de CH₄ do cultivo de arroz estimadas pelas metodologias das Guias IPCC 1996 (Terceiro Inventário Nacional) e IPCC 2006 (Quarto Inventário Nacional).

Ano	Emissões de CH ₄		Variação
	Terceiro Inventário	Quarto Inventário	
	----- Gg CH ₄ -----		----- % -----
1990	433,58	331,12	-24,0
1991	462,88	360,33	-22,0
1992	490,79	385,61	-21,4
1993	511,93	411,21	-19,7
1994	505,76	403,41	-20,2
1995	510,76	412,09	-19,3
1996	456,02	357,35	-21,6
1997	430,30	336,84	-21,7
1998	416,19	333,00	-20,0
1999	479,93	394,28	-17,8
2000	448,11	368,25	-17,8
2001	431,66	359,38	-16,7
2002	451,43	373,70	-17,2
2003	440,58	361,16	-18,0
2004	477,28	402,60	-15,6
2005	463,69	385,56	-16,8
2006	438,79	380,63	-13,3
2007	423,53	362,19	-14,5
2008	474,18	397,30	-16,2
2009	486,00	409,05	-15,8
2010	464,20	385,52	-16,9

6.1 Atualização metodológica

A principal alteração metodológica deste relatório setorial em relação às edições anteriores refere-se à utilização das diretrizes expostas nas Guias para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima - IPCC de 2006 (IPCC, 2006) para o cálculo das estimativas de emissões de CH₄ do cultivo de arroz, em substituição às Guias IPCC 1996. Isso implicou a adoção de novos fatores de emissão e de escala. Além de valores revistos em função de novos dados de pesquisa disponíveis, os fatores de emissão preconizados na metodologia IPCC 2006 são diários, em substituição aos fatores sazonais recomendados pelas Guias IPCC 1996. Por essa razão, um dado adicional de atividade foi incorporado ao presente relatório: a duração do período de cultivo do arroz. Na ausência de dados oficiais sobre o período de cultivo de arroz no Brasil, esse dado de atividade foi estimado com base na consulta a especialistas de instituições de pesquisa e extensão das diferentes regiões produtoras, conforme descrito no item “Dados de atividade” deste relatório.

Outra atualização procedida, inerente à nova metodologia utilizada (IPCC, 2006), refere-se à adoção de novos fatores de emissão e de escala (outros parâmetros). Nesse sentido, para as áreas sob sistema convencional e preparo antecipado do solo do Rio Grande do Sul, para as quais foram adotados fatores de emissão de CH₄ obtidos localmente atualizados (BAYER *et al.*, 2015), foi possível adotar metodologia *Tier 2* para as estimativas de emissões, distinguindo-se dos Inventários anteriores, onde metodologia *Tier 1* foi aplicada para todo o país. Contudo, para os demais sistemas de preparo do solo do Rio Grande do Sul (outros sistemas) e demais Unidades da Federação, manteve-se o uso de metodologia *Tier 1*, porém atualizaram-se os fatores de emissão e de escala utilizados, que foram selecionados dentre os valores *default* preconizados no Guia IPCC 2006. A adoção do Guia IPCC 2006 exigiu ainda o uso de fatores de escala específicos para os regimes hídricos no período de entressafra e para tipos e quantidades de material orgânico aportado ao solo, considerando-se ainda a época de incorporação em relação ao cultivo do arroz. Uma versão bastante simplificada desse último fator de escala, considerando apenas a quantidade de material orgânico adicionado ao solo, foi utilizada nos Inventários anteriores em valor padronizado para todo o país. Neste relatório, porém, o fator de escala que explica as variações no tipo e quantidade de material orgânico aportado ao solo (*SFo*) foi calculado a partir dos dados de produtividade de grãos do arroz, estratificados por regime hídrico, unidade da federação e ano, conforme detalhado no item “Fatores de emissão e outros parâmetros” do presente relatório.

Destaca-se a referência neste relatório setorial do regime hídrico de cultivo de arroz “irrigado por inundação intermitente com aeração múltipla”, o qual nas edições anteriores do Inventário era denominado regime de “várzea úmida”. Essa modificação na denominação do regime hídrico se deve à variação na definição de regimes hídricos entre as Guias IPCC 1996 e IPCC 2006. Na Tabela 26 são apresentadas as categorias de cultivo de arroz contempladas no Terceiro e no Quarto Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa.

Adicionalmente, introduziu-se ao presente relatório alteração na metodologia de cálculo das estimativas de emissão de CH₄ do cultivo de arroz para Santa Catarina, que foram realizadas individualmente para as sete regiões produtoras do estado, uma vez que adotam práticas de manejo da cultura distintas, as quais influenciam as emissões de CH₄. Assim, as estimativas anuais desse estado foram estabelecidas pelo somatório das emissões de CH₄ das distintas regiões.

Tabela 26. Categorias de Cultivo de Arroz contempladas pelo Terceiro e pelo Quarto Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa.

Terceiro Inventário ¹	Quarto Inventário ²
Terras altas	Terras altas/Sequeiro
Irrigado por inundação intermitente com aeração única	Irrigado por inundação intermitente com aeração única
Várzea úmida ³	Irrigado por inundação intermitente com aeração múltipla
Irrigado por inundação contínua	Irrigado por inundação contínua

¹ Categorias estabelecidas a partir da definição de regime hídrico preconizada no IPCC 1996.

² Categorias estabelecidas a partir da definição de regime hídrico preconizada no IPCC 2006.

³ As áreas relativas à categoria “Várzea úmida” do Terceiro Inventário foram denominadas “Irrigado por inundação intermitente com aeração múltipla” no Quarto Inventário.

6.2 Recálculos e correções

Algumas correções em dados de atividades foram procedidas entre o Terceiro e o Quarto Inventário Nacional, particularmente nos dados de área cultivada de arroz. Em sua maioria, as alterações realizadas visaram padronizar a fonte de informação utilizada, adotando-se preferencialmente a base de dados Embrapa Arroz e Feijão (2018), que se fundamenta em dados disponibilizados pela CONAB, pelo Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - LSPA do IBGE/CEPAGRO e DCI/IRGA, discriminando-os por regime hídrico. A descrição pormenorizada das alterações realizadas é apresentada, na sequência, por Unidade da Federação. Na Tabela 27 são apresentados os dados de área de cultivo de arroz que sofreram alterações entre o Terceiro e o Quarto Inventário.

- Acre: no período de 2007 a 2010, o Terceiro Inventário apresenta dados de área cultivada com arroz no regime de várzea úmida (atual regime irrigado por inundação intermitente com aeração múltipla), que constam na base de dados Embrapa Arroz e Feijão (2018) como se tratando do regime sequeiro. Neste relatório, optou-se por manter esses dados no regime de sequeiro, para fins de estimativa de emissões de CH₄ do Cultivo de Arroz, visto não se dispor de evidências que comprovem a classificação equivocada na base de dados Embrapa Arroz e Feijão (2018).

- Minas Gerais: neste relatório adotaram-se, para os anos 1990 a 1995, os dados de área cultivada de arroz nos regimes irrigado por inundação contínua e inundação intermitente com aeração múltipla constantes na base Embrapa Arroz e Feijão (2018), em substituição àqueles apresentados no Terceiro Inventário. Como exceção a esse procedimento, manteve-se a área do regime irrigado

por inundação intermitente com aeração múltipla de 1990 apresentada no Terceiro Inventário, a qual não consta na base de dados Embrapa Arroz e Feijão (2018).

- Rio Grande do Norte: os dados de área dos anos 1991 a 1995 do regime irrigado por inundação intermitente com aeração única que constaram no Terceiro Inventário foram transferidos para o regime irrigado por inundação contínua no presente relatório, seguindo classificação proposta na base de dados Embrapa Arroz e Feijão (2018).

- Santa Catarina: no Terceiro Inventário, no período de 1990 a 2010, os dados de área cultivada de arroz do estado foram considerados integralmente pertencentes ao regime irrigado por inundação contínua, seguindo a base de dados Embrapa Arroz e Feijão. Com base em informações de especialistas da Epagri, neste relatório, as áreas cultivadas de arroz foram estratificadas entre os regimes irrigado por inundação contínua, inundação intermitente com aeração única e inundação intermitente com aeração múltipla.

Tabela 27. Áreas cultivadas de arroz estratificadas por regime hídrico e Unidade da Federação adotadas no Terceiro e no Quarto Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa.

Unidade da Federação	Ano	Regime hídrico	Terceiro Inventário	Quarto Inventário
			----- ha -----	
Acre	2007	Várzea úmida ¹ / Inundação intermitente com aeração múltipla ²	21.829	0
Acre	2008	Várzea úmida ¹ / Inundação intermitente com aeração múltipla ²	12.660	0
Acre	2009	Várzea úmida ¹ / Inundação intermitente com aeração múltipla ²	13.832	0
Acre	2010	Várzea úmida ¹ / Inundação intermitente com aeração múltipla ²	14.316	0
Minas Gerais	1990	Inundação contínua	40.850	41.700
Minas Gerais	1991	Inundação contínua	41.788	44.936
Minas Gerais	1992	Inundação contínua	40.925	41.700
Minas Gerais	1993	Inundação contínua	38.255	36.759
Minas Gerais	1994	Inundação contínua	35.015	34.996
Minas Gerais	1995	Inundação contínua	34.154	33.845
Minas Gerais	1991	Várzea úmida ¹ / Inundação intermitente com aeração múltipla ²	153.075	170.436
Minas Gerais	1992	Várzea úmida ¹ / Inundação intermitente com aeração múltipla ²	149.914	163.109

Unidade da Federação	Ano	Regime hídrico	Terceiro Inventário	Quarto Inventário
			----- ha -----	
Minas Gerais	1993	Várzea úmida ¹ / Inundação intermitente com aeração múltipla ²	140.134	163.716
Minas Gerais	1994	Várzea úmida ¹ / Inundação intermitente com aeração múltipla ²	128.265	159.607
Minas Gerais	1995	Várzea úmida ¹ / Inundação intermitente com aeração múltipla ²	125.111	149.141
Rio Grande do Norte	1991	Inundação intermitente com aeração única	968	0
Rio Grande do Norte	1992	Inundação intermitente com aeração única	383	0
Rio Grande do Norte	1993	Inundação intermitente com aeração única	111	0
Rio Grande do Norte	1994	Inundação intermitente com aeração única	101	0
Rio Grande do Norte	1995	Inundação intermitente com aeração única	242	0
Rio Grande do Norte	1991	Inundação contínua	0	968
Rio Grande do Norte	1992	Inundação contínua	0	383
Rio Grande do Norte	1993	Inundação contínua	0	111
Rio Grande do Norte	1994	Inundação contínua	0	101
Rio Grande do Norte	1995	Inundação contínua	0	242

7. Referências

- BAYER, C.; ZSCHORNACK, T.; PEDROSO, G. M.; ROSA, C. M.; CAMARGO, E. S.; BOENI, M.; MARCOLIN, E.; REIS, C. E. S.; SANTOS, D. C. A seven-year study on the effects of fall soil tillage on yield-scaled greenhouse gas emission from flood irrigated rice in a humid subtropical climate. *Soil & Tillage Research*, v. 145, p. 118-125, 2015.
- BAYER, C.; ZSCHORNACK, T.; SOUSA, R. O.; SILVA, L. S.; SCIVITTARO, W. B.; SILVA, P. R. F.; GIACOMINI, S.; CARMONA, F. C. Strategies to mitigate methane emissions in lowland rice fields in South Brazil. *Better Crops*, v. 97, n. 1, p. 27-29, 2013.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima - Volume III/Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2016. 336 p.
- BUSS, G. L. **Emissões de metano e óxido nitroso em cultivo de arroz irrigado por aspersão, alagamento contínuo e intermitente**. 2012. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciências - Área de conhecimento: Solos) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.
- BUSS, G. L. **Emissões de metano e óxido nitroso em sistemas de cultivo em terras baixas sob diferentes manejos de água, do solo e da cobertura vegetal**. 2016. 121 p. Tese (Doutorado em Ciências. Área de conhecimento: Solos) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.
- CAMARGO, E. S.; PEDROSO, G. M.; MINAMIKAWA, K.; SHIRATORI, Y.; BAYER, C. Intercontinental comparison of greenhouse gas emissions from irrigated rice fields under feasible water management practices: Brazil and Japan. *Soil Science and Plant Nutrition*, v. 64, p. 59-67, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00380768.2017.1415660>. Acesso em: 21 jan. 2019.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2017/18. **Décimo Primeiro Levantamento**, v. 5, n. 11, ago. 2018. 148 p.
- CONRAD, R. Control of microbial methane production in wetland rice fields. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 64, p. 59-69, 2002.
- EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Dados conjunturais da produção de arroz (*Oryza sativa* L.) no Brasil (1986 a 2018): área, produção e rendimento**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2018. Disponível em: www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm. Acesso em: 24 ago. 2018.

GRiSP - GLOBAL RICE SCIENCE PARTINERSHIP. **Rice almanac**. 4. ed. International Rice Research Institute, 2013. 283 p.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *In*: EGGLESTON, S.; BUENDIA, L.; MIWA, K.; NGARA, T.; TANABE, K. (eds.). **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Hayama, Japan: Institute for Global Environmental Strategies. Disponível em: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html.

IPCC/OECD/IEA - **Intergovernmental Panel On Climate Change, Organisation For Economic Co-Operation and Development & International Energy Agency**. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Bracknell, 1997.

IRGA. INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ. **Setor de Política Setorial**. Porto Alegre: IRGA, 2018.

LE MER, J.; ROGER, P. Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: a review. **European Journal of Soil Biology**, v. 37, p. 25-50, 2001. doi:10.1016/s1164-5563(01)01067-6.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO - MCTI. **Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa**. Relatórios de Referência - Setor Agropecuária - Emissões de Metano do Cultivo de Arroz. Brasília: MCTI, 2015. 63 p.

MOTERLE, D. F.; SILVA, L. S.; MORO, V. J.; BAYER, C.; ZSCHORNACK, T.; ÁVILA, L. A.; BUNDT, A. C. Methane efflux in rice paddy field under different irrigation managements. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 431-437, 2013.

REDDY, K. R.; DeLAUNE, R. D. **Biogeochemistry of wetlands: science and applications**. United States of America: CRC, 2008. p. 257-264.

SILVA, L. S.; GRIEBELER, G.; MOTERLE, D. F.; BAYER, C.; ZSCHORNACK, T.; POCOJESKI, E. Dinâmica da emissão de metano em solos sob cultivo de arroz irrigado no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 473-481, 2011.

WANDER, A. E. A competitividade do agronegócio brasileiro de arroz. **Custos e agronegócio**, v. 2, n. 1, jan-jun/2006. Disponível em: www.custoseagronegocioonline.com.br/numero1v2/Competitividade%20do%20arroz.pdf. Acesso em: 18 ago. 2018

WESZ, J. **Mitigação das emissões de metano e óxido nitroso no cultivo de arroz irrigado em Planossolo sob diferentes manejos da água**. 2012. 68 p. Dissertação (Mestrado em Ciências - Área de conhecimento: Solos) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

YAN, X.; YAGI, K.; AKIYAMA, H.; AKIMOTO, H. Statistical analysis of the major variables controlling methane emission from rice fields. **Global Change Biology**, v. 11, p. 1131-1141, 2005.

ZSCHORNACK, T.; ROSA, C. M.; PEDROSO, G. M.; MARCOLIN, E.; SILVA, P. R. F.; BAYER, C. Mitigation of yield-scaled greenhouse gas emissions in subtropical paddy rice under alternative irrigation systems. **Nutrient Cycling Agroecosystems**, v. 105, p. 61-73, 2016.

APÊNDICE A - Detalhamento metodológico

A.1 Resumo metodológico

Tabela 28. Resumo metodológico referente às emissões de CH₄ do Cultivo de Arroz.

Subsetor Emissões de CH ₄ do Cultivo de Arroz / Categoria	Método	Fonte de dados	
		Dados de atividade	Fator de emissão e outros parâmetros
Terras altas/Sequeiro	<i>Tier 1</i>	Embrapa Arroz e Feijão (2018).	FE <i>default</i> (IPCC, 2006).
Terras baixas/Irrigado por inundação contínua	<i>Tier 1</i>	Embrapa Arroz e Feijão (2018).	FE e demais parâmetros <i>default</i> (IPCC, 2006).
Terras baixas/Irrigado por inundação contínua (Rio Grande do Sul - Sistemas convencional e preparo antecipado)	<i>Tier 2</i>	Embrapa Arroz e Feijão (2018); DCI/IRGA.	FE e demais parâmetros determinados localmente, sendo 3,6 a 2,8 kg CH ₄ ha ⁻¹ dia, para os sistemas convencional e preparo antecipado, respectivamente (BAYER <i>et al.</i> , 2015).
Terras baixas/Irrigado por inundação intermitente com aeração única	<i>Tier 1</i>	Embrapa Arroz e Feijão (2018).	FE e demais parâmetros <i>default</i> (IPCC, 2006).
Terras baixas/Irrigado por inundação intermitente com aeração múltipla	<i>Tier 1</i>	Embrapa Arroz e Feijão (2018).	FE e demais parâmetros <i>default</i> (IPCC, 2006).

APÊNDICE B - Resultados detalhados

Tabela 29. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz irrigado do estado de Santa Catarina de 1990 a 2016.

Ano	Área cultivada arroz	Regime contínuo				Regime intermitente aeração única				Regime intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄
		Área	Período de cultivo	Fator de emissão ¹	Emissão de CH ₄	Área	Período de cultivo	Fator de emissão ¹	Emissão de CH ₄	Área	Período de cultivo	Fator de emissão ¹	Emissão de CH ₄	
		(ha)	(dia)	(kg/ha.dia)	(Gg)	(ha)	(dia)	(kg/ha.dia)	(Gg)	(ha)	(dia)	(kg/ha.dia)	(Gg)	
1990	102.000	11.526	145	1,16; 1,15; 1,69; 2,49	2,51	53.856	145	0,69; 1,01; 1,49	5,55	36.618	145	0,60; 0,88; 1,29	5,87	13,94
1991	104.748	11.837	145	1,16; 1,15; 1,69; 2,49	2,02	55.307	145	0,69; 1,01; 1,49	5,70	37.604	145	0,83; 0,95; 1,40; 1,63	7,28	15,00
1992	108.969	12.313	145	1,16; 1,15; 1,69; 2,49	2,10	57.535	145	0,69; 1,01; 1,49	5,93	39.121	145	0,83; 0,95; 1,40; 1,63	7,57	15,60
1993	111.962	12.652	144	1,16; 1,15; 1,69; 2,49	2,15	59.115	144	0,69; 1,01; 1,49	6,05	40.195	144	0,83; 0,95; 1,40; 1,63	7,73	15,92
1994	118.400	13.379	144	1,16; 1,15; 1,69; 2,49	2,27	62.515	144	0,69; 1,01; 1,49	6,40	42.506	144	0,83; 0,95; 1,40; 1,63	8,17	16,84
1995	124.666	14.087	146	1,16; 1,15; 1,69; 2,49	2,42	65.824	146	0,69; 1,01; 1,49	6,83	44.755	146	0,83; 0,95; 1,40; 1,63	8,72	17,98
1996	127.004	12.676	147	1,16; 1,69; 2,49	2,96	58.675	147	0,69; 1,01; 1,49	6,13	55.653	147	0,83; 0,95; 1,40; 1,63	10,19	19,28
1997	130.006	12.974	147	1,16; 1,69; 2,49	3,03	60.064	147	0,69; 1,01; 1,49	6,28	56.968	147	0,83; 0,95; 1,40; 1,63	10,43	19,74
1998	104.806	10.460	147	1,16; 1,69; 2,49	2,44	48.421	147	0,69; 1,01; 1,49	5,06	45.925	147	0,83; 0,95; 1,40; 1,63	8,41	15,91
1999	113.851	9.860	148	1,16; 1,69; 2,49	2,41	37.571	148	0,69; 1,01; 1,49	3,95	66.420	148	0,83; 0,95; 1,40; 1,63	11,25	17,62
2000	122.508	7.841	148	1,16; 1,69; 2,49	1,96	34.301	148	0,69; 1,01; 1,49	3,70	80.366	148	0,83; 0,95; 1,40; 1,63	13,22	18,87
2001	126.058	6.051	148	1,16; 1,69; 2,49	1,51	36.303	148	0,69; 1,01; 1,49	3,95	83.704	148	0,83; 0,95; 1,40; 1,63	13,74	19,21
2002	128.189	4.102	149	1,16; 1,69; 2,49	1,03	36.021	149	0,69; 1,01; 1,49	4,00	88.066	149	0,83; 0,95; 1,40; 1,63	14,45	19,49
2003	134.655	3.232	149	1,16; 1,69; 2,49	0,81	36.760	149	0,69; 1,01; 1,49	4,04	94.663	149	0,83; 0,95; 1,40; 1,63	15,49	20,34
2004	143.137	2.290	149	1,16; 1,69; 2,49	0,58	17.176	149	0,69; 1,01; 1,49	1,97	123.671	149	0,83; 0,95; 1,40; 1,63	19,37	21,92
2005	146.815	1.175	150	1,16; 1,69; 2,49	0,30	15.269	150	0,69; 1,01; 1,49	1,68	130.371	150	0,83; 0,95; 1,40; 1,63	20,50	22,48
2006	146.830	0	150	1,16; 1,69; 2,49	0,00	15.270	150	0,69; 1,01; 1,49	1,68	131.560	150	0,83; 0,95; 1,40; 1,63	20,67	22,35
2007	145.416	0	149	1,16; 1,69; 2,49	0,00	26.029	149	0,69; 1,01; 1,49	2,81	119.387	149	0,83; 0,95; 1,40; 1,63	18,97	21,78
2008	145.847	0	149	1,16; 1,69; 2,49	0,00	26.107	149	0,69; 1,01; 1,49	2,82	119.740	149	0,83; 0,95; 1,40; 1,63	19,03	21,84
2009	146.343	0	149	1,16; 1,69; 2,49	0,00	26.195	149	0,69; 1,01; 1,49	2,83	120.148	149	0,83; 0,95; 1,40; 1,63	19,09	21,92

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

Ano	Área cultivada arroz (ha)	Regime contínuo				Regime intermitente aeração única				Regime intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
		Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão ¹ (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão ¹ (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão ¹ (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
2010	148.973	0	148	1,16; 1,69	0,00	25.475	148	0,69; 1,01; 1,02; 1,06; 1,15; 1,49; 1,61	2,68	123.498	148	0,83; 0,95	16,14	18,82
2011	148.713	0	147	1,16; 1,69	0,00	25.431	147	0,69; 1,01; 1,02; 1,06; 1,15; 1,49; 1,61	2,66	123.282	147	0,83; 0,95	15,95	18,61
2012	147.331	0	147	1,16; 1,69	0,00	25.194	147	0,69; 1,01; 1,02; 1,06; 1,15; 1,49; 1,61	2,63	122.137	147	0,83; 0,95	15,78	18,41
2013	148.135	0	148	1,16; 1,69	0,00	25.331	148	0,69; 1,01; 1,02; 1,06; 1,15; 1,49; 1,61	2,66	122.804	148	0,83; 0,95	15,98	18,64
2014	149.364	776	148	1,16; 1,69	0,19	25.541	148	0,69; 1,01; 1,02; 1,06; 1,15; 1,49; 1,61	2,68	123.047	148	0,83; 0,95	15,98	18,84
2015	148.322	1.928	147	1,16; 1,69	0,45	25.364	147	0,69; 1,01; 1,02; 1,06; 1,15; 1,49; 1,61	2,64	121.030	147	0,83; 0,95	15,50	18,58
2016	147.169	3.472	147	1,16; 1,69	0,78	25.166	147	0,69; 1,01; 1,02; 1,06; 1,15; 1,49; 1,61	2,62	118.531	147	0,83; 0,95	15,07	18,47

¹ Fatores de emissão variando de acordo com o ano, regime hídrico e a região de SC: Araranguá, Criciúma e Tubarão, Rio do Sul, Blumenau, Itajaí e Joinville.

Tabela 30. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz irrigado por inundação contínua do estado do Rio Grande do Sul, por sistema de preparo do solo.

Ano	Área cultivada arroz	Sistema convencional (SC)				Preparo antecipado (PA)				Outros sistemas (outros)				Emissão total de CH ₄
		Área	Período de cultivo	Fator de emissão	Emissão de CH ₄	Área	Período de cultivo	Fator de emissão	Emissão de CH ₄	Área	Período de cultivo	Fator de emissão	Emissão de CH ₄	
		(ha)	(dia)	(kg/ha.dia)	(Gg)	(ha)	(dia)	(kg/ha.dia)	(Gg)	(ha)	(dia)	(kg/ha.dia)	(Gg)	
1990	714.500	587.318	100	3,60	211,43	100.745	100	2,80	28,21	26.437	130	2,31	7,94	247,59
1991	787.167	647.033	100	3,60	232,93	110.720	100	2,80	31,00	29.414	130	2,25	8,59	272,53
1992	872.472	621.990	100	3,60	223,92	120.588	100	2,80	33,76	129.894	130	2,32	39,25	296,93
1993	958.111	596.946	100	3,60	214,90	130.457	100	2,80	36,53	230.708	130	2,31	69,42	320,85
1994	955.585	571.903	100	3,60	205,89	147.883	100	2,80	41,41	235.799	130	2,15	65,91	313,21
1995	968.938	559.530	100	3,60	201,43	182.030	100	2,80	50,97	227.378	130	2,32	68,57	320,97
1996	817.973	521.817	100	3,60	187,85	221.855	100	2,80	62,12	74.301	130	2,30	22,24	272,22
1997	786.641	496.774	100	3,60	178,84	262.526	100	2,80	73,51	27.341	130	2,32	8,25	260,60
1998	820.178	422.446	100	3,60	152,08	339.314	100	2,80	95,01	58.418	130	2,14	16,27	263,36
1999	977.522	476.135	100	3,60	171,41	400.491	100	2,80	112,14	100.896	130	2,44	32,01	315,55
2000	933.263	413.483	100	3,60	148,85	403.080	100	2,80	112,86	116.700	130	2,35	35,70	297,42
2001	939.537	336.880	100	3,60	121,28	462.585	100	2,80	129,52	140.072	130	2,41	43,80	294,60
2002	972.022	384.549	100	3,60	138,44	502.028	100	2,80	140,57	85.445	130	2,42	26,83	305,83
2003	951.007	327.506	100	3,60	117,90	544.877	100	2,80	152,57	78.624	130	2,27	23,16	293,63
2004	1.033.202	287.572	100	3,60	103,53	588.541	100	2,80	164,79	157.089	130	2,52	51,41	319,73
2005	1.000.495	225.052	100	3,60	81,02	684.683	100	2,80	191,71	90.760	130	2,51	29,65	302,38
2006	1.015.202	187.358	100	3,60	67,45	567.121	100	2,80	158,79	260.723	130	2,63	88,99	315,24
2007	934.944	195.022	100	3,60	70,21	504.829	100	2,80	141,35	235.093	130	2,65	80,89	292,45
2008	1.066.374	273.675	100	3,60	98,52	716.886	100	2,80	200,73	75.813	130	2,67	26,34	325,59
2009	1.104.987	292.888	100	3,60	105,44	734.544	100	2,80	205,67	77.555	130	2,72	27,43	338,55
2010	1.038.405	259.455	100	3,60	93,40	703.015	100	2,80	196,84	75.935	130	2,62	25,90	316,15
2011	1.164.109	217.706	100	3,60	78,37	778.619	100	2,80	218,01	167.784	130	2,82	61,47	357,86
2012	1.033.729	239.825	100	3,60	86,34	672.958	100	2,80	188,43	120.946	130	2,77	43,55	318,31
2013	1.078.833	140.248	100	3,60	50,49	806.967	100	2,80	225,95	131.618	130	2,78	47,65	324,09
2014	1.101.943	173.108	100	3,60	62,32	817.398	100	2,80	228,87	111.437	130	2,77	40,10	331,29
2015	1.126.405	390.337	100	3,60	140,52	622.188	100	2,80	174,21	113.880	130	2,83	41,92	356,65
2016	1.079.944	272.212	100	3,60	98,00	691.988	100	2,80	193,76	115.744	130	2,70	40,65	332,41

Tabela 31. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1990.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		29.400	29.400			6,61	0			0,00	0			0,00	6,61
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		500	100	2,01	0,10	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,10
	Pará		11.200	100	1,92	2,15	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,15
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		17.700	125	1,97	4,37	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	4,37
Nordeste		54.200	54.200			10,92	0			0,00	0			0,00	10,92
	Maranhão		3.700	125	2,47	1,14	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	1,14
	Piauí		10.100	100	1,69	1,70	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,70
	Ceará		15.700	100	2,11	3,31	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,31
	Rio Grande do Norte		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Paraíba		1.700	100	1,40	0,24	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,24
	Pernambuco		6.800	100	1,34	0,91	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,91
	Alagoas		8.400	100	2,42	2,03	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,03
	Sergipe		7.800	100	2,04	1,59	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,59
	Bahia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Sudeste		272.895	91.542			17,62	19.470			2,15	161.883			16,75	36,51
	Minas Gerais		41.700	100	2,03	8,47	0	100	0,53	0,00	149.640	100	1,06	15,81	24,28
	Espírito Santo		18.819	100	1,91	3,59	16.236	100	1,14	1,86	0	100	0,46	0,00	5,45
	São Paulo		23.400	100	1,89	4,42	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,42
	Rio de Janeiro		7.623	100	1,49	1,13	3.234	100	0,89	0,29	12.243	100	0,77	0,95	2,37
Sul		832.700	742.226			253,55	53.856			5,55	36.618			5,87	264,97
	Paraná		16.200	100	2,13	3,45	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,45
	Santa Catarina		11.526	145	**	2,51	53.856	145	**	5,55	36.618	145	**	5,87	13,94
	Rio Grande do Sul		714.500	100/130*	***	247,59	0		***	0,00	0		***	0,00	247,59
Centro-Oeste		70.100	70.100			12,10	0			0,00	0			0,00	12,10
	Mato Grosso do Sul		40.700	100	1,60	6,52	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	6,52
	Mato Grosso		2.800	100	2,02	0,57	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,57
	Goiás		26.600	125	1,51	5,02	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	5,02
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.259.295	987.468			300,80	73.326			7,70	198.501			22,62	331,12

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão do sistema convencional (3,6), do preparo antecipado (2,8) e dos outros sistemas de preparo do solo foi calculado baseado em indicações de IPCC (2006).

Tabela 32. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1991.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		53.434	52.139			12,62	0			0,00	1.295			0,12	12,74
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		4.000	100	2,06	0,82	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,82
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	1.295	100	0,91	0,12	0,12
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		48.139	125	1,96	11,80	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	11,80
Nordeste		69.572	67.395			14,50	0			0,00	2.177			0,19	14,69
	Maranhão		4.556	125	2,95	1,68	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	1,68
	Piauí		15.095	100	2,04	3,08	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,08
	Ceará		20.526	100	2,19	4,50	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,50
	Rio Grande do Norte		968	100	1,82	0,18	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,18
	Paraíba		1.200	100	1,86	0,22	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,22
	Pernambuco		6.000	100	2,06	1,24	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,24
	Alagoas		8.300	100	1,94	1,61	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,61
	Sergipe		4.970	100	1,99	0,99	0	100	0,53	0,00	2.177	100	0,89	0,19	1,18
	Bahia		5.780	100	1,73	1,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,00
Sudeste		284.411	87.603			17,31	16.996			1,98	179.812			14,60	33,89
	Minas Gerais		44.936	100	1,96	8,80	0	100	0,53	0,00	170.436	100	0,80	13,67	22,47
	Espírito Santo		16.830	100	1,94	3,27	14.520	100	1,17	1,69	0	100	0,46	0,00	4,96
	São Paulo		20.000	100	2,06	4,12	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,12
	Rio de Janeiro		5.837	100	1,92	1,12	2.476	100	1,15	0,28	9.376	100	1,00	0,94	2,34
Sul		909.614	816.704			278,17	55.307			5,70	37.604			7,28	291,15
	Paraná		17.700	100	2,05	3,62	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,62
	Santa Catarina		11.837	145	**	2,02	55.307	145	**	5,70	37.604	145	**	7,28	15,00
	Rio Grande do Sul		787.167	100/130*	***	272,53	0		***	0,00	0		***	0,00	272,53
Centro-Oeste		35.072	35.072			7,85	0			0,00	0			0,00	7,85
	Mato Grosso do Sul		22.409	100	2,01	4,51	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,51
	Mato Grosso		833	100	2,11	0,18	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,18
	Goiás		11.830	125	2,14	3,16	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	3,16
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.352.103	1.058.913			330,46	72.303			7,68	220.888			22,19	360,33

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 33. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1992.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		57.990	56.847			13,71	0			0,00	1.143			0,10	13,81
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		5.000	100	2,18	1,09	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,09
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	1.143	100	0,91	0,10	0,10
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		51.847	125	1,95	12,62	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	12,62
Nordeste		66.790	64.054			13,36	0			0,00	2.736			0,26	13,61
	Maranhão		3.018	125	2,90	1,09	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	1,09
	Piauí		13.930	100	2,02	2,81	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,81
	Ceará		23.637	100	2,12	5,02	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	5,02
	Rio Grande do Norte		383	100	2,01	0,08	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,08
	Paraíba		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Pernambuco		4.846	100	2,02	0,98	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,98
	Alagoas		7.244	100	1,92	1,39	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,39
	Sergipe		3.418	100	1,94	0,66	0	100	0,53	0,00	2.736	100	0,94	0,26	0,92
	Bahia		7.578	100	1,75	1,32	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,32
Sudeste		279.095	88.515			16,44	17.073			1,78	173.507			13,91	32,13
	Minas Gerais		41.700	100	1,92	8,03	0	100	0,53	0,00	163.109	100	0,79	12,90	20,92
	Espírito Santo		16.605	100	1,70	2,83	14.326	100	1,02	1,47	0	100	0,46	0,00	4,30
	São Paulo		23.737	100	1,84	4,37	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,37
	Rio de Janeiro		6.473	100	1,88	1,22	2.747	100	1,13	0,31	10.398	100	0,98	1,02	2,55
Sul		998.841	902.185			302,66	57.535			5,93	39121			7,57	316,16
	Paraná		17.400	100	2,09	3,63	0	100	0,53	0,00	0,00	100	0,46	0,00	3,63
	Santa Catarina		12.313	145	**	2,10	57.535	145	**	5,93	39.121	145	**	7,57	15,60
	Rio Grande do Sul		872.472	100/130*	***	296,93	0		***	0,00	0		***	0,00	296,93
Centro-Oeste		44.485	44.485			9,89	0			0,00	0			0,00	9,89
	Mato Grosso do Sul		25.748	100	2,12	5,45	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	5,45
	Mato Grosso		2.004	100	2,06	0,41	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,41
	Goiás		16.108	125	1,95	3,93	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	3,93
	Distrito Federal		625	100	1,57	0,10	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,10
Brasil	Total	1.447.201	1.156.086			356,05	74.608			7,70	216.507			21,85	385,61

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 34. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1993.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		55.573	54.440			13,75	0			0,00	1.133			0,10	13,85
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		7.000	100	2,18	1,52	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,52
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	1.133	100	0,92	0,10	0,10
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		47.440	125	2,06	12,23	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	12,23
Nordeste		67.290	65.160			14,25	0			0,00	2.130			0,22	14,47
	Maranhão		5.488	125	2,96	2,03	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	2,03
	Piauí		12.446	100	1,96	2,44	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,44
	Ceará		19.715	100	2,20	4,35	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,35
	Rio Grande do Norte		111	100	2,57	0,03	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,03
	Paraíba		1.393	100	2,26	0,31	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,31
	Pernambuco		4.057	100	2,33	0,95	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,95
	Alagoas		8.712	100	1,98	1,72	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,72
	Sergipe		5.459	100	2,07	1,13	0	100	0,53	0,00	2.130	100	1,02	0,22	1,35
	Bahia		7.779	100	1,66	1,29	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,29
Sudeste		268.864	79.851			15,66	14.896			1,67	174.117			14,11	31,44
	Minas Gerais		36.759	100	2,02	7,42	0	100	0,53	0,00	163.716	100	0,80	13,05	20,46
	Espírito Santo		14.082	100	1,85	2,60	12.149	100	1,11	1,35	0	100	0,46	0,00	3,95
	São Paulo		22.534	100	1,94	4,38	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,38
	Rio de Janeiro		6.476	100	1,96	1,27	2.747	100	1,18	0,32	10.401	100	1,02	1,06	2,65
Sul		1.089.073	989.763			326,99	59115			6,05	40.195			7,73	340,77
	Paraná		19.000	100	2,10	4,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,00
	Santa Catarina		12.652	144	**	2,15	59.115	144	**	6,05	40.195	144	**	7,73	15,92
	Rio Grande do Sul		958.111	100/130*	***	320,85	0		***	0,00	0		***	0,00	320,85
Centro-Oeste		51.375	45.812			10,25	0			0,00	5.563			0,44	10,69
	Mato Grosso do Sul		29.420	100	2,09	6,14	0	100	0,53	0,00	5.563	100	0,78	0,44	6,58
	Mato Grosso		1.215	100	1,70	0,21	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,21
	Goiás		15.177	125	2,06	3,90	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	3,90
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.532.175	1.235.026			380,90	74.011			7,72	223.138			22,59	411,21

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 35. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1994.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		64.937	63.540			15,78	0			0,00	1.397			0,14	15,92
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		7.000	100	2,18	1,52	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,52
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	1.397	100	1,00	0,14	0,14
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		56.540	125	2,02	14,26	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	14,26
Nordeste		60.416	58.010			12,57	0			0,00	2.406			0,23	12,80
	Maranhão		4.923	125	2,84	1,75	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	1,75
	Piauí		11.469	100	2,03	2,33	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,33
	Ceará		18.392	100	2,25	4,14	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,14
	Rio Grande do Norte		101	100	2,53	0,03	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,03
	Paraíba		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Pernambuco		6.433	100	2,07	1,33	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,33
	Alagoas		3.923	100	1,70	0,67	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,67
	Sergipe		4.990	100	2,10	1,05	0	100	0,53	0,00	2.406	100	0,96	0,23	1,28
	Bahia		7.779	100	1,66	1,29	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,29
Sudeste		257.526	74.405			14,56	14.224			1,69	168.897			13,53	29,78
	Minas Gerais		34.996	100	2,00	6,99	0	100	0,53	0,00	159.607	100	0,79	12,58	19,57
	Espírito Santo		13.643	100	1,87	2,55	11.770	100	1,19	1,40	0	100	0,46	0,00	3,95
	São Paulo		19.981	100	1,94	3,88	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,88
	Rio de Janeiro		5.785	100	1,96	1,14	2.454	100	1,18	0,29	9.290	100	1,02	0,95	2,37
Sul		1.093.985	988.964			319,71	62.515			6,40	42.506			8,17	334,27
	Paraná		20.000	100	2,12	4,23	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,23
	Santa Catarina		13.379	144	**	2,27	62.515	144	**	6,40	42.506	144	**	8,17	16,84
	Rio Grande do Sul		955.585	100/130*	***	313,21	0		***	0,00	0		***	0,00	313,21
Centro-Oeste		49.943	43.303			10,11	0			0,00	6.640			0,52	10,64
	Mato Grosso do Sul		31.338	100	2,16	6,78	0	100	0,53	0,00	6.640	100	0,79	0,52	7,30
	Mato Grosso		2.040	100	1,91	0,39	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,39
	Goiás		9.925	125	2,37	2,94	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	2,94
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.526.807	1.228.222			372,73	76.739			8,09	221.846			22,59	403,41

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 36. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1995.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		74.167	72.968			19,25	0			0,00	1.199			0,13	19,38
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		10.000	100	2,18	2,18	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,18
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	1.199	100	1,11	0,13	0,13
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		62.968	125	2,17	17,07	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	17,07
Nordeste		63.537	62.237			13,43	0			0,00	1.300			0,12	13,55
	Maranhão		3.320	125	2,75	1,14	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	1,14
	Piauí		10.804	100	2,06	2,22	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,22
	Ceará		22.304	100	2,30	5,13	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	5,13
	Rio Grande do Norte		242	100	2,38	0,06	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,06
	Paraíba		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Pernambuco		5.070	100	2,04	1,03	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,03
	Alagoas		9.169	100	1,82	1,67	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,67
	Sergipe		4.100	100	2,01	0,83	0	100	0,53	0,00	1.300	100	0,96	0,12	0,95
	Bahia		7.228	100	1,87	1,35	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,35
Sudeste		239.615	71.280			13,62	12.731			0,78	155.604			12,34	26,74
	Minas Gerais		33.845	100	2,02	6,83	0	100	0,53	0,00	149.141	100	0,78	11,69	18,52
	Espírito Santo		12.778	100	1,67	2,14	11.024	100	0,53	0,58	0	100	0,46	0,00	2,72
	São Paulo		20.633	100	1,88	3,88	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,88
	Rio de Janeiro		4.024	100	1,94	0,78	1.707	100	1,16	0,20	6.463	100	1,01	0,65	1,63
Sul		1.112.003	1.001.424			327,33	65.824			6,83	44.755			8,72	342,88
	Paraná		18.400	100	2,14	3,94	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,94
	Santa Catarina		14.087	146	**	2,42	65.824	146	**	6,83	44.755	146	**	8,72	17,98
	Rio Grande do Sul		968.937	100/130*	***	320,97	0		***	0,00	0		***	0,00	320,97
Centro-Oeste		46.638	40.977			9,06	0			0,00	5.661			0,47	9,53
	Mato Grosso do Sul		35.043	100	2,14	7,49	0	100	0,53	0,00	5.661	100	0,84	0,47	7,96
	Mato Grosso		1.275	100	1,85	0,24	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,24
	Goiás		4.659	125	2,28	1,33	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	1,33
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.535.960	1.248.886			382,68	78.555			7,61	208.519			21,79	412,09

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 37. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1996.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		63.629	63.629			16,22	0			0,00	0			0,00	16,22
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		10.000	100	2,18	2,18	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,18
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		53.629	125	2,09	14,04	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	14,04
Nordeste		54.351	53.536			12,10	0			0,00	815			0,08	12,18
	Maranhão		4.880	125	2,81	1,72	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	1,72
	Piauí		10.682	100	2,05	2,20	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,20
	Ceará		21.069	100	2,33	4,90	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,90
	Rio Grande do Norte		98	100	2,30	0,02	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,02
	Paraíba		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Pernambuco		4.729	100	2,12	1,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,00
	Alagoas		4.366	100	1,95	0,85	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,85
	Sergipe		2.105	100	1,82	0,38	0	100	0,53	0,00	815	100	0,93	0,08	0,46
	Bahia		5.607	100	1,83	1,03	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,03
Sudeste		208.114	72.507			14,05	0			0,00	135.607			10,50	24,55
	Minas Gerais		28.748	100	1,99	5,72	0	100	0,53	0,00	132.756	100	0,77	10,23	15,95
	Espírito Santo		18.481	100	1,84	3,41	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,41
	São Paulo		18.216	100	1,94	3,53	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,53
	Rio de Janeiro		7.062	100	1,97	1,39	0	100	0,53	0,00	2.851	100	0,94	0,27	1,66
Sul		961.277	846.949			278,65	58.675			6,13	55.653			10,19	294,97
	Paraná		16.300	100	2,13	3,47	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,47
	Santa Catarina		12.676	147	**	2,96	58.675	147	**	6,13	55.653	147	**	10,19	19,28
	Rio Grande do Sul		817.973	100/130*	***	272,22	0		***	0,00	0		***	0,00	272,22
Centro-Oeste		44.560	41.194			8,93	0			0,00	3.366			0,52	9,44
	Mato Grosso do Sul		38.383	100	2,14	8,21	0	100	0,53	0,00	3.366	100	1,53	0,52	8,73
	Mato Grosso		380	100	2,05	0,08	0	100	0,53	0,00	0	100	0,88	0,00	0,08
	Goiás		2.431	125	2,09	0,64	0	125	0,53	0,00	0	125	0,88	0,00	0,64
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,88	0,00	0,00
Brasil	Total	1.331.931	1.077.815			329,95	58.675			6,13	195.441			21,28	357,35

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 38. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1997.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área	Período de cultivo	Fator de emissão	Emissão de CH ₄	Área	Período de cultivo	Fator de emissão	Emissão de CH ₄	Área	Período de cultivo	Fator de emissão	Emissão de CH ₄	
			(ha)	(dia)	(kg/ha.dia)	(Gg)	(ha)	(dia)	(kg/ha.dia)	(Gg)	(ha)	(dia)	(kg/ha.dia)	(Gg)	
Norte		43.805	43.086			10,95	0			0,00	719			0,05	11,00
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		7.300	100	2,11	1,54	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,54
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	719	100	0,67	0,05	0,05
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		35.786	125	2,10	9,41	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	9,41
Nordeste		56.600	55.785			12,18	0			0,00	815			0,08	12,26
	Maranhão		2.050	125	3,02	0,77	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	0,77
	Piauí		10.562	100	2,08	2,19	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,19
	Ceará		18.480	100	2,31	4,28	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,28
	Rio Grande do Norte		205	100	2,01	0,04	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,04
	Paraíba		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Pernambuco		3.846	100	2,09	0,80	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,80
	Alagoas		7.832	100	2,03	1,59	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,59
	Sergipe		6.425	100	2,08	1,34	0	100	0,53	0,00	815	100	0,96	0,08	1,42
	Bahia		6.385	100	1,82	1,16	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,16
Sudeste		177.823	63.035			12,81	0			0,00	114.788			9,04	21,85
	Minas Gerais		22.264	100	2,03	4,52	0	100	0,53	0,00	113.139	100	0,79	8,88	13,41
	Espírito Santo		15.986	100	2,12	3,40	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,40
	São Paulo		17.786	100	2,01	3,58	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,58
	Rio de Janeiro		6.999	100	1,88	1,32	0	100	0,53	0,00	1.649	100	0,93	0,15	1,47
Sul		930.746	813.714			266,57	60.064		0,00	6,28	56.968			10,43	283,27
	Paraná		14.100	100	2,08	2,94	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,94
	Santa Catarina		12.974	147	**	3,03	60.064	147	**	6,28	56.968	147	**	10,43	19,74
	Rio Grande do Sul		786.640	100/130*	***	260,60	0		***		0		***	0,00	260,60
Centro-Oeste		40.723	37.152			8,16	0		0,00		3.571			0,30	8,45
	Mato Grosso do Sul		35.002	100	2,17	7,59	0	100	0,53	0,00	3.571	100	0,83	0,30	7,89
	Mato Grosso		100	100	2,18	0,02	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,02
	Goiás		2.050	125	2,12	0,54	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	0,54
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.249.697	1.012.772			310,67	60.064			6,28	176.861			19,89	336,84

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 39. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1998.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		57.080	56.366			15,07	0			0,00	714			0,06	15,12
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		7.200	100	1,99	1,43	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,43
	Pará		150	100	2,00	0,03	0	100	0,53	0,00	714	100	0,79	0,06	0,09
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		49.016	125	2,22	13,60	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	13,60
Nordeste		50.172	47.797			11,04	0			0,00	2.375			0,23	11,27
	Maranhão		2.773	125	3,03	1,05	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	1,05
	Piauí		5.880	100	2,13	1,25	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,25
	Ceará		16.676	100	2,40	4,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,00
	Rio Grande do Norte		40	100	1,69	0,01	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,01
	Paraíba		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Pernambuco		2.868	100	2,41	0,69	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,69
	Alagoas		7.760	100	2,05	1,59	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,59
	Sergipe		6.140	100	2,25	1,38	0	100	0,53	0,00	2.375	100	0,98	0,23	1,61
	Bahia		5.660	100	1,90	1,07	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,07
Sudeste		134.915	44.042			8,15	0			0,00	90.873			7,23	15,37
	Minas Gerais		17.482	100	2,01	3,51	0	100	0,53	0,00	89.801	100	0,79	7,13	10,64
	Espírito Santo		9.925	100	1,67	1,66	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,66
	São Paulo		13.189	100	1,81	2,38	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,38
	Rio de Janeiro		3.446	100	1,73	0,60	0	100	0,53	0,00	1.072	100	0,92	0,10	0,69
Sul		937.984	843.638			268,69	48.421			5,06	45.925			8,41	282,16
	Paraná		13.000	100	2,22	2,88	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,88
	Santa Catarina		10.460	147	**	2,44	48.421	147	**	5,06	45.925	147	**	8,41	15,91
	Rio Grande do Sul		820.178	100/130*	***	263,36	0		***	0,00	0		***	0,00	263,36
Centro-Oeste		42.523	39.626			8,83	0			0,00	2.897			0,25	9,08
	Mato Grosso do Sul		35.133	100	2,21	7,76	0	100	0,53	0,00	2.897	100	0,86	0,25	8,01
	Mato Grosso		160	100	2,28	0,04	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,04
	Goiás		4.333	125	1,91	1,04	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	1,04
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.222.674	1.031.469			311,77	48.421			5,06	142.784			16,17	333,00

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 40. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 1999.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área	Período de cultivo	Fator de emissão	Emissão de CH ₄	Área	Período de cultivo	Fator de emissão	Emissão de CH ₄	Área	Período de cultivo	Fator de emissão	Emissão de CH ₄	
			(ha)	(dia)	(kg/ha.dia)	(Gg)	(ha)	(dia)	(kg/ha.dia)	(Gg)	(ha)	(dia)	(kg/ha.dia)	(Gg)	
Norte		72.393	72.393			19,13	0			0,00	0			0,00	19,13
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		7.200	100	2,39	1,72	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,72
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		65.193	125	2,14	17,41	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	17,41
Nordeste		51.850	48.990			11,16	0			0,00	2.860			0,28	11,44
	Maranhão		3.317	125	2,95	1,22	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	1,22
	Piauí		6.458	100	2,04	1,32	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,32
	Ceará		14.293	100	2,36	3,37	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,37
	Rio Grande do Norte		117	100	1,79	0,02	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,02
	Paraíba		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Pernambuco		3.200	100	2,12	0,68	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,68
	Alagoas		7.770	100	2,13	1,65	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,65
	Sergipe		6.000	100	2,18	1,31	0	100	0,53	0,00	2.860	100	0,98	0,28	1,59
	Bahia		7.835	100	2,02	1,58	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,58
Sudeste		122.653	49.607			9,26	0			0,00	73.046			5,78	15,04
	Minas Gerais		21.731	100	1,96	4,26	0	100	0,53	0,00	71.926	100	0,79	5,68	9,94
	Espírito Santo		8.106	100	1,74	1,41	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,41
	São Paulo		15.470	100	1,83	2,83	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,83
	Rio de Janeiro		4.300	100	1,78	0,77	0	100	0,53	0,00	1.120	100	0,90	0,10	0,87
Sul		1.107.073	1.003.082			321,30	37.571			3,95	66.420			11,25	336,50
	Paraná		15.700	100	2,12	3,33	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,33
	Santa Catarina		9.860	148	**	2,41	37.571	148	**	3,95	66.420	148	**	11,25	17,62
	Rio Grande do Sul		977.522	100/130*	***	315,55	0		***	0,00	0		***	0,00	315,55
Centro-Oeste		53.035	50.877			11,97	0			0,00	2.158			0,20	12,17
	Mato Grosso do Sul		37.786	100	2,31	8,75	0	100	0,53	0,00	2.158	100	0,93	0,20	8,95
	Mato Grosso		697	100	1,79	0,12	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,12
	Goiás		12.394	125	2,00	3,10	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	3,10
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.407.004	1.224.949			372,82	37.571			3,95	144.484			17,52	394,28

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 41. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2000.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		55.976	55.976			15,03	0			0,00	0			0,00	15,03
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		7.500	100	2,39	1,79	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,79
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		48.476	125	2,18	13,24	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	13,24
Nordeste		51.185	51.185			11,72	0			0,00	0			0,00	11,72
	Maranhão		4.684	125	3,01	1,76	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	1,76
	Piauí		6.473	100	2,04	1,32	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,32
	Ceará		14.653	100	2,30	3,36	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,36
	Rio Grande do Norte		114	100	1,87	0,02	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,02
	Paraíba		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Pernambuco		4.025	100	2,09	0,84	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,84
	Alagoas		7.770	100	2,13	1,65	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,65
	Sergipe		8.550	100	2,02	1,73	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,73
	Bahia		4.916	100	2,09	1,03	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,03
Sudeste		100.675	41.374			7,91	0			0,00	59.301			4,79	12,71
	Minas Gerais		16.080	100	2,02	3,25	0	100	0,53	0,00	58.254	100	0,81	4,70	7,95
	Espírito Santo		6.179	100	1,77	1,09	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,09
	São Paulo		15.210	100	1,88	2,86	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,86
	Rio de Janeiro		3.905	100	1,84	0,72	0	100	0,53	0,00	1.047	100	0,91	0,10	0,81
Sul		1.072.288	957.621			302,84	34.301		0,00	3,70	80.366			13,22	319,75
	Paraná		16.517	100	2,10	3,46	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,46
	Santa Catarina		7.841	148	**	1,96	34.301	148	**	3,70	80.366	148	**	13,22	18,87
	Rio Grande do Sul		933.263	100/130*	***	297,42	0		***		0		***	0,00	297,42
Centro-Oeste		41.343	41.343			9,04	0				0			0,00	9,04
	Mato Grosso do Sul		39.677	100	2,18	8,67	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	8,67
	Mato Grosso		1.666	100	2,21	0,37	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,37
	Goiás		0	125	0,88	0,00	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	0,00
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.321.467	1.147.499			346,54	34.301			3,70	139.667			18,01	368,25

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 42. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2001.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		54.298	53.695			14,67	0			0,00	603			0,03	14,70
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		8.000	100	2,49	2,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,00
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	603	100	0,46	0,03	0,03
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		45.695	125	2,22	12,68	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	12,68
Nordeste		38.292	35.663			8,56	0			0,00	2.629			0,26	8,82
	Maranhão		4.123	125	3,10	1,60	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	1,60
	Piauí		6.166	100	2,01	1,24	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,24
	Ceará		6.676	100	2,37	1,58	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,58
	Rio Grande do Norte		1.529	100	1,94	0,30	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,30
	Paraíba		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Pernambuco		3.420	100	2,26	0,77	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,77
	Alagoas		6.706	100	2,35	1,57	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,57
	Sergipe		6.213	100	2,13	1,32	0	100	0,53	0,00	2.629	100	0,98	0,26	1,58
	Bahia		830	100	2,01	0,17	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,17
Sudeste		81.297	34.428			6,52	0			0,00	46.869			3,66	10,18
	Minas Gerais		11.361	100	1,97	2,24	0	100	0,53	0,00	46.006	100	0,78	3,58	5,82
	Espírito Santo		4.988	100	1,81	0,90	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,90
	São Paulo		15.597	100	1,87	2,92	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,92
	Rio de Janeiro		2.482	100	1,83	0,45	0	100	0,53	0,00	863	100	0,94	0,08	0,54
Sul		1.080.038	960.031			299,15	36.303			3,95	83.704			13,74	316,85
	Paraná		14.444	100	2,11	3,04	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,04
	Santa Catarina		6.051	148	**	1,51	36.303	148	**	3,95	83.704	148	**	13,74	19,21
	Rio Grande do Sul		939.536	100/130*	***	294,60	0		***	0,00	0		***	0,00	294,60
Centro-Oeste		37.367	37.367			8,83	0			0,00	0			0,00	8,83
	Mato Grosso do Sul		34.319	100	2,33	8,01	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	8,01
	Mato Grosso		1.150	100	2,11	0,24	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,24
	Goiás		1.898	125	2,43	0,58	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	0,58
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.291.292	1.121.184			337,74	36.303			3,95	133.805			17,69	359,38

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 43. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2002.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		58.778	58.778			14,87	0			0,00	0			0,00	14,87
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		12.000	100	2,61	3,14	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,14
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		46.778	125	2,01	11,73	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	11,73
Nordeste		37.187	37.187			9,08	0			0,00	0			0,00	9,08
	Maranhão		3.337	125	3,00	1,25	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	1,25
	Piauí		7.747	100	2,03	1,57	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,57
	Ceará		6.739	100	2,41	1,62	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,62
	Rio Grande do Norte		855	100	1,93	0,16	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,16
	Paraíba		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Pernambuco		3.343	100	2,36	0,79	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,79
	Alagoas		4.942	100	3,03	1,50	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,50
	Sergipe		10.224	100	2,14	2,19	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,19
	Bahia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Sudeste		78.302	33.995			6,65	0			0,00	44.307			3,62	10,27
	Minas Gerais		15.231	100	2,06	3,13	0	100	0,53	0,00	44.033	100	0,82	3,60	6,73
	Espírito Santo		4.388	100	1,80	0,79	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,79
	São Paulo		11.904	100	1,90	2,27	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,27
	Rio de Janeiro		2.472	100	1,84	0,46	0	100	0,53	0,00	274	100	0,93	0,03	0,48
Sul		1.115.476	991.389			310,15	36.021			4,00	88.066			14,45	328,60
	Paraná		15.265	100	2,15	3,28	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,28
	Santa Catarina		4.102	149	**	1,03	36.021	149	**	4,00	88.066	149	**	14,45	19,49
	Rio Grande do Sul		972.022	100/130*	***	305,83	0		***	0,00	0		***	0,00	305,83
Centro-Oeste		45.464	45.464			10,88	0			0,00	0			0,00	10,88
	Mato Grosso do Sul		35.171	100	2,33	8,20	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	8,20
	Mato Grosso		3.220	100	1,94	0,63	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,63
	Goiás		7.073	125	2,33	2,06	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	2,06
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.335.207	1.166.813			351,62	36.021			4,00	132.373			18,08	373,70

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 44. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2003.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		64.887	64.637			17,61	0			0,00	250			0,02	17,64
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		15.000	100	2,61	3,92	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,92
	Pará		32	100	2,36	0,01	0	100	0,53	0,00	250	100	0,85	0,02	0,03
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		49.605	125	2,21	13,69	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	13,69
Nordeste		39.296	36.925			8,99	0			0,00	2.371			0,24	9,23
	Maranhão		5.250	125	3,11	2,04	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	2,04
	Piauí		6.590	100	1,99	1,31	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,31
	Ceará		7.915	100	2,42	1,92	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,92
	Rio Grande do Norte		2.059	100	1,93	0,40	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,40
	Paraíba		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Pernambuco		3.177	100	2,36	0,75	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,75
	Alagoas		4.700	100	2,08	0,98	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,98
	Sergipe		5.441	100	2,25	1,23	0	100	0,53	0,00	2.371	100	1,00	0,24	1,46
	Bahia		1.793	100	2,09	0,37	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,37
Sudeste		71.674	32.706			6,26	0			0,00	38.968			3,20	9,47
	Minas Gerais		13.786	100	2,06	2,83	0	100	0,53	0,00	38.758	100	0,82	3,18	6,02
	Espírito Santo		3.272	100	1,67	0,55	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,55
	São Paulo		12.956	100	1,85	2,39	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,39
	Rio de Janeiro		2.692	100	1,81	0,49	0	100	0,53	0,00	210	100	0,93	0,02	0,51
Sul		1.100.976	969.553			297,97	36.760			4,04	94.663			15,49	317,49
	Paraná		15.314	100	2,30	3,53	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,53
	Santa Catarina		3.232	149	**	0,81	36.760	149	**	4,04	94.663	149	**	15,49	20,34
	Rio Grande do Sul		951.007	100/130*	***	293,63	0		***	0,00	0		***	0,00	293,63
Centro-Oeste		41.497	41.497			7,34	0			0,00	0			0,00	7,34
	Mato Grosso do Sul		36.992	100	1,78	6,59	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	6,59
	Mato Grosso		2.080	100	1,46	0,30	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,30
	Goiás		2.425	125	1,45	0,44	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	0,44
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.318.330	1.145.318			338,17	36.760			4,04	136.252			18,95	361,16

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 45. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2004.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		72.517	72.285			19,45	0			0,00	232			0,02	19,47
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		17.000	100	2,61	4,44	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,44
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	232	100	0,88	0,02	0,02
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		55.285	125	2,17	15,00	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	15,00
Nordeste		55.042	52.462			12,70	0			0,00	2.580			0,26	12,96
	Maranhão		6.208	125	3,13	2,43	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	2,43
	Piauí		8.652	100	2,09	1,81	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,81
	Ceará		13.581	100	2,33	3,16	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,16
	Rio Grande do Norte		2.111	100	1,92	0,41	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,41
	Paraíba		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Pernambuco		9.350	100	2,40	2,24	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,24
	Alagoas		3.400	100	1,99	0,68	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,68
	Sergipe		6.080	100	2,18	1,33	0	100	0,53	0,00	2.580	100	0,99	0,26	1,58
	Bahia		3.080	100	2,09	0,64	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,64
Sudeste		75.700	35.804			7,07	0			0,00	39.896			3,32	10,39
	Minas Gerais		15.500	100	2,07	3,21	0	100	0,53	0,00	39.668	100	0,83	3,29	6,50
	Espírito Santo		4.042	100	1,79	0,73	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,73
	São Paulo		13.237	100	1,93	2,55	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,55
	Rio de Janeiro		3.025	100	1,92	0,58	0	100	0,53	0,00	228	100	1,02	0,02	0,60
Sul		1.195.694	1.054.847			324,78	17.176			1,97	123.671			19,37	346,12
	Paraná		19.355	100	2,31	4,47	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,47
	Santa Catarina		2.290	149	**	0,58	17.176	149	**	1,97	123.671	149	**	19,37	21,92
	Rio Grande do Sul		1.033.202	100/130*	***	319,73	0		***	0,00	0		***	0,00	319,73
Centro-Oeste		55.006	55.006			13,66	0			0,00	0			0,00	13,66
	Mato Grosso do Sul		41.459	100	2,35	9,75	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	9,75
	Mato Grosso		2.003	100	1,91	0,38	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,38
	Goiás		11.544	125	2,45	3,53	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	3,53
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.453.959	1.270.404			377,66	17.176			1,97	166.379			22,96	402,60

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 46. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2005.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		77.645	77.645			19,85	0			0,00	0			0,00	19,85
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		18.845	100	2,61	4,93	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,93
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		58.800	125	2,03	14,93	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	14,93
Nordeste		54.574	52.044			12,82	0			0,00	2.530			0,26	13,08
	Maranhão		7.020	125	3,16	2,77	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	2,77
	Piauí		8.743	100	2,04	1,78	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,78
	Ceará		12.054	100	2,44	2,95	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,95
	Rio Grande do Norte		904	100	1,85	0,17	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,17
	Paraíba		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Pernambuco		9.503	100	2,32	2,20	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,20
	Alagoas		3.160	100	2,01	0,64	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,64
	Sergipe		6.370	100	2,23	1,42	0	100	0,53	0,00	2.530	100	1,01	0,26	1,67
	Bahia		4.290	100	2,10	0,90	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,90
Sudeste		75.378	32.218			6,47	0			0,00	43.160			3,60	10,07
	Minas Gerais		15.930	100	2,10	3,35	0	100	0,53	0,00	42.909	100	0,83	3,57	6,92
	Espírito Santo		4.048	100	1,80	0,73	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,73
	São Paulo		9.554	100	1,96	1,87	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,87
	Rio de Janeiro		2.686	100	1,96	0,53	0	100	0,53	0,00	251	100	1,01	0,03	0,55
Sul		1.166.163	1.020.523			306,92	15.269			1,68	130.371			20,50	329,10
	Paraná		18.853	100	2,25	4,24	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,24
	Santa Catarina		1.175	150	**	0,30	15.269	130	**	1,68	130.371	130	**	20,50	22,48
	Rio Grande do Sul		1.000.495	100/130*	***	302,38	0	150	***	0,00	0	150	***	0,00	302,38
Centro-Oeste		54.432	54.432			13,46	0			0,00	0			0,00	13,46
	Mato Grosso do Sul		40.665	100	2,31	9,39	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	9,39
	Mato Grosso		1.427	100	1,97	0,28	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,28
	Goiás		12.340	125	2,46	3,79	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	3,79
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.428.192	1.236.862			359,52	15.269			1,68	176.061			24,36	385,56

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 47. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2006.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		40.560	40.560			10,58	0			0,00	0			0,00	10,58
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		15.000	100	2,61	3,92	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,92
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		25.560	125	2,09	6,66	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	6,66
Nordeste		43.028	40.458			10,31	0			0,00	2.570			0,26	10,57
	Maranhão		6.461	125	3,25	2,63	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	2,63
	Piauí		8.399	100	2,15	1,81	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,81
	Ceará		9.414	100	2,46	2,31	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,31
	Rio Grande do Norte		890	100	1,85	0,17	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,17
	Paraíba		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Pernambuco		4.729	100	2,21	1,04	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,04
	Alagoas		3.160	100	1,97	0,62	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,62
	Sergipe		6.795	100	2,36	1,60	0	100	0,53	0,00	2.570	100	1,00	0,26	1,86
	Bahia		610	100	2,09	0,13	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,13
Sudeste		61.236	26.720			5,33	0			0,00	34.516			2,84	8,17
	Minas Gerais		12.521	100	2,08	2,61	0	100	0,53	0,00	34.279	100	0,82	2,82	5,42
	Espírito Santo		3.254	100	1,81	0,59	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,59
	São Paulo		8.498	100	1,95	1,66	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,66
	Rio de Janeiro		2.447	100	1,96	0,48	0	100	0,53	0,00	237	100	0,94	0,02	0,50
Sul		1.182.034	1.035.204			320,00	15.270			1,68	131.560			20,67	342,35
	Paraná		20.002	100	2,38	4,76	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,76
	Santa Catarina		0	150	**	0,00	15.270	150	**	1,68	131.560	150	**	20,67	22,35
	Rio Grande do Sul		1.015.202	100/130*	***	315,24	0		***	0,00	0		***	0,00	315,24
Centro-Oeste		38.000	38.000			8,96	0			0,00	0			0,00	8,96
	Mato Grosso do Sul		33.985	100	2,30	7,80	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	7,80
	Mato Grosso		1.020	100	2,16	0,22	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,22
	Goiás		2.995	125	2,50	0,94	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	0,94
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.364.858	1.180.942			355,18	15.270			1,68	168.646			23,77	380,63

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 48. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2007.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		59.940	59.940			15,97	0			0,00	0			0,00	15,97
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		15.000	100	2,61	3,92	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,92
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		44.940	125	2,14	12,05	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	12,05
Nordeste		47.440	44.960			11,31	0			0,00	2.480			0,25	11,56
	Maranhão		7.000	125	3,18	2,78	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	2,78
	Piauí		8.673	100	2,16	1,88	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,88
	Ceará		9.400	100	2,46	2,31	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,31
	Rio Grande do Norte		863	100	2,32	0,20	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,20
	Paraíba		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Pernambuco		5.009	100	2,15	1,08	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,08
	Alagoas		3.200	100	2,14	0,69	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,69
	Sergipe		9.030	100	2,27	2,05	0	100	0,53	0,00	2.480	100	1,01	0,25	2,30
	Bahia		1.785	100	1,85	0,33	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,33
Sudeste		52.046	16.852			3,43	0			0,00	35.194			2,87	6,30
	Minas Gerais		12.000	100	2,10	2,52	0	100	0,53	0,00	35.000	100	0,82	2,86	5,38
	Espírito Santo		2.698	100	1,82	0,49	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,49
	São Paulo		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Rio de Janeiro		2.154	100	1,94	0,42	0	100	0,53	0,00	194	100	0,95	0,02	0,44
Sul		1.099.690	954.274			297,12	26.029			2,81	119.387			18,97	318,90
	Paraná		19.330	100	2,42	4,67	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,67
	Santa Catarina		0	149	**	0,00	26.029	149	**	2,81	119.387	149	**	18,97	21,78
	Rio Grande do Sul		934.944	100/130*	***	292,45	0		***	0,00	0		***	0,00	292,45
Centro-Oeste		38.044	38.044			9,45	0			0,00	0			0,00	9,45
	Mato Grosso do Sul		33.952	100	2,41	8,18	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	8,18
	Mato Grosso		530	100	2,31	0,12	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,12
	Goiás		3.562	125	2,58	1,15	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,15
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.297.160	1.114.070			337,28	26.029			2,81	157.061			22,10	362,19

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 49. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2008.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		71.930	71.930			19,17	0			0,00	0			0,00	19,17
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		18.000	100	2,61	4,70	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,70
	Pará		40	100	2,67	0,01	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,01
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		53.890	125	2,15	14,46	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	14,46
Nordeste		47.927	39.693			9,65	0			0,00	8.234			1,38	11,04
	Maranhão		2.378	125	3,60	1,07	0	125	0,78	0,00	5.754	125	1,58	1,13	2,20
	Piauí		7.880	100	2,22	1,75	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,75
	Ceará		9.132	100	2,49	2,27	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,27
	Rio Grande do Norte		763	100	2,43	0,19	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,19
	Paraíba		543	100	2,28	0,12	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,12
	Pernambuco		4.881	100	2,39	1,17	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,17
	Alagoas		3.328	100	2,10	0,70	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,70
	Sergipe		9.030	100	2,28	2,06	0	100	0,53	0,00	2.480	100	1,01	0,25	2,31
	Bahia		1.758	100	1,84	0,32	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,32
Sudeste		40.310	13.096			2,64	0			0,00	27.214			2,25	4,89
	Minas Gerais		9.053	100	2,08	1,89	0	100	0,53	0,00	26.932	100	0,82	2,22	4,11
	Espírito Santo		1.972	100	1,80	0,36	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,36
	São Paulo		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Rio de Janeiro		2.071	100	1,93	0,40	0	100	0,53	0,00	282	100	1,00	0,03	0,43
Sul		1.231.199	1.085.352			330,42	26.107			2,82	119.740			19,03	352,26
	Paraná		18.978	100	2,54	4,83	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,83
	Santa Catarina		0	149	**	0,00	26.107	149	**	2,82	119.740	149	**	19,03	21,84
	Rio Grande do Sul		1.066.374	100/130*	***	325,59	0		***	0,00	0		***	0,00	325,59
Centro-Oeste		38.846	38.846			9,93	0			0,00	0			0,00	9,93
	Mato Grosso do Sul		31.641	100	2,43	7,68	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	7,68
	Mato Grosso		675	100	2,01	0,14	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,14
	Goiás		6.530	125	2,59	2,11	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	2,11
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.430.212	1.248.917			371,82	26.107			2,82	155.188			22,66	397,30

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 50. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2009.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		63.960	63.960			17,34	0			0,00	0			0,00	17,34
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		12.000	100	2,61	3,14	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,14
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		51.960	125	2,19	14,21	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	14,21
Nordeste		48.721	38.280			9,71	0			0,00	10.441			1,75	11,46
	Maranhão		2.602	125	3,60	1,17	0	125	0,78	0,00	7.961	125	1,52	1,51	2,68
	Piauí		7.524	100	2,18	1,64	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,64
	Ceará		8.637	100	2,66	2,30	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,30
	Rio Grande do Norte		1.658	100	2,41	0,40	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,40
	Paraíba		840	100	2,28	0,19	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,19
	Pernambuco		3.730	100	2,36	0,88	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,88
	Alagoas		3.085	100	2,42	0,75	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,75
	Sergipe		9.001	100	2,40	2,16	0	100	0,53	0,00	2.480	100	0,95	0,23	2,39
	Bahia		1.203	100	1,88	0,23	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,23
Sudeste		36.185	11.653			2,38	0			0,00	24.532			2,05	4,43
	Minas Gerais		8.280	100	2,12	1,75	0	100	0,53	0,00	24.238	100	0,83	2,02	3,77
	Espírito Santo		1.460	100	1,81	0,26	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,26
	São Paulo		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Rio de Janeiro		1.913	100	1,89	0,36	0	100	0,53	0,00	294	100	1,01	0,03	0,39
Sul		1.270.422	1.124.079			343,57	26.195			2,83	120.148			19,09	365,48
	Paraná		19.092	100	2,63	5,02	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	5,02
	Santa Catarina		0	149	**	0,00	26.195	149	**	2,83	120.148	149	**	19,09	21,92
	Rio Grande do Sul		1.104.987	100/130*	***	338,55	0		***	0,00	0		***	0,00	338,55
Centro-Oeste		40.775	40.775			10,33	0			0,00	0			0,00	10,33
	Mato Grosso do Sul		31.775	100	2,40	7,64	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	7,64
	Mato Grosso		1.650	100	1,98	0,33	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,33
	Goiás		7.350	125	2,58	2,37	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	2,37
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.460.063	1.278.747			383,33	26.195			2,83	155.121			22,89	409,05

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 51. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2010.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área	Período de cultivo	Fator de emissão	Emissão de CH ₄	Área	Período de cultivo	Fator de emissão	Emissão de CH ₄	Área	Período de cultivo	Fator de emissão	Emissão de CH ₄	
			(ha)	(dia)	(kg/ha.dia)	(Gg)	(ha)	(dia)	(kg/ha.dia)	(Gg)	(ha)	(dia)	(kg/ha.dia)	(Gg)	
Norte		67.050	67.050			18,09	0			0,00	0			0,00	18,09
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		12.000	100	2,61	3,13	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,13
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		55.050	125	2,17	14,97	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	14,97
Nordeste		48.130	40.850			10,17	0			0,00	7.280			1,31	11,48
	Maranhão		3.015	125	3,30	1,25	0	125	0,78	0,00	6.000	125	1,58	1,18	2,43
	Piauí		7.766	100	2,21	1,72	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,72
	Ceará		8.798	100	2,49	2,19	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,19
	Rio Grande do Norte		1.194	100	2,13	0,25	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,25
	Paraíba		54	100	2,21	0,01	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,01
	Pernambuco		6.992	100	2,46	1,72	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,72
	Alagoas		3.020	100	2,49	0,75	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,75
	Sergipe		8.240	100	2,36	1,94	0	100	0,53	0,00	1.280	100	1,01	0,13	2,07
	Bahia		1.771	100	1,86	0,33	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,33
Sudeste		42.441	26.775			5,67	0			0,00	15.666			1,36	7,03
	Minas Gerais		7.933	100	2,07	1,64	0	100	0,53	0,00	15.455	100	0,87	1,34	2,98
	Espírito Santo		1.345	100	1,72	0,23	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,23
	São Paulo		15.810	100	2,19	3,46	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,46
	Rio de Janeiro		1.687	100	1,99	0,34	0	100	0,53	0,00	211	100	1,02	0,02	0,36
Sul		1.206.750	1.057.777			321,20	25.475			2,68	123.498			16,14	340,02
	Paraná		19.372	100	2,61	5,05	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	5,05
	Santa Catarina		0	148	**	0,00	25.475	148	**	2,68	123.498	148	**	16,14	18,82
	Rio Grande do Sul		1.038.405	100/130*	***	316,15	0		***	0,00	0		***	0,00	316,15
Centro-Oeste		35.076	35.076			8,90	0			0,00	0			0,00	8,90
	Mato Grosso do Sul		25.990	100	2,38	6,19	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	6,19
	Mato Grosso		1.436	100	1,57	0,23	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,23
	Goiás		7.650	125	2,59	2,48	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	2,48
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.399.447	1.227.528			364,03	25.475			2,68	146.444			18,81	385,52

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 52. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2011.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		85.539	85.539			24,10	0			0,00	0			0,00	24,10
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		15.580	100	2,61	4,06	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,06
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		69.959	125	2,29	20,04	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	20,04
Nordeste		37.320	29.552			7,60	0			0,00	7.768			1,34	8,95
	Maranhão		3.000	125	3,34	1,25	0	125	0,78	0,00	6.848	125	1,45	1,24	2,49
	Piauí		7.351	100	2,23	1,64	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,64
	Ceará		9.010	100	2,52	2,27	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,27
	Rio Grande do Norte		1.003	100	1,86	0,19	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,19
	Paraíba		491	100	1,82	0,09	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,09
	Pernambuco		2.205	100	2,47	0,55	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,55
	Alagoas		3.175	100	2,63	0,83	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,83
	Sergipe		2.759	100	2,40	0,66	0	100	0,53	0,00	920	100	1,07	0,10	0,76
	Bahia		558	100	2,20	0,12	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,12
Sudeste		40.511	22.381			4,88	0			0,00	18.130			1,49	6,36
	Minas Gerais		4.634	100	2,14	0,99	0	100	0,53	0,00	17.919	100	0,82	1,46	2,46
	Espírito Santo		1.170	100	1,76	0,21	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,21
	São Paulo		14.945	100	2,25	3,36	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,36
	Rio de Janeiro		1.632	100	1,99	0,32	0	100	0,53	0,00	211	100	1,02	0,02	0,35
Sul		1.334.246	1.185.533			363,67	25.431			2,66	123.282			15,95	382,27
	Paraná		21.424	100	2,71	5,81	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	5,81
	Santa Catarina		0	147	**	0,00	25.431	147	**	2,66	123.282	147	**	15,95	18,61
	Rio Grande do Sul		1.164.109	100/130*	***	357,86	0		***	0,00	0		***	0,00	357,86
Centro-Oeste		41.169	41.169			10,80	0			0,00	0			0,00	10,80
	Mato Grosso do Sul		27.762	100	2,40	6,66	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	6,66
	Mato Grosso		32	100	2,24	0,01	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,01
	Goiás		13.375	125	2,47	4,13	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	4,13
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.538.785	1.364.174			411,05	25.431			2,66	149.180			18,78	432,48

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 53. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2012.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		78.360	78.360			20,44	0			0,00	0			0,00	20,44
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		15.500	100	2,57	3,99	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,99
	Pará		2.850	100	2,49	0,71	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,71
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		60.010	125	2,10	15,74	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	15,74
Nordeste		28.568	27.123			7,31	0			0,00	1.445			0,17	7,48
	Maranhão		4.192	125	3,38	1,77	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	1,77
	Piauí		6.486	100	2,24	1,45	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,45
	Ceará		6.920	100	2,55	1,76	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,76
	Rio Grande do Norte		731	100	1,70	0,12	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,12
	Paraíba		60	100	1,55	0,01	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,01
	Pernambuco		2.675	100	2,39	0,64	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,64
	Alagoas		3.050	100	2,47	0,75	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,75
	Sergipe		2.734	100	2,72	0,74	0	100	0,53	0,00	1.445	100	1,18	0,17	0,91
	Bahia		275	100	2,08	0,06	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,06
Sudeste		24.368	24.368			5,62	0			0,00	0			0,00	5,62
	Minas Gerais		3.160	100	2,18	0,69	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,69
	Espírito Santo		779	100	1,69	0,13	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,13
	São Paulo		18.923	100	2,38	4,51	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,51
	Rio de Janeiro		1.506	100	1,96	0,30	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,30
Sul		1.201.247	1.053.916			323,94	25.194			2,63	122.137			15,78	342,36
	Paraná		20.187	100	2,79	5,63	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	5,63
	Santa Catarina		0	147	**	0,00	25.194	147	**	2,63	122.137	147	**	15,78	18,41
	Rio Grande do Sul		1.033.729	100/130*	***	318,31	0		***	0,00	0		***	0,00	318,31
Centro-Oeste		30.349	30.349			8,67	0			0,00	0			0,00	8,67
	Mato Grosso do Sul		16.627	100	2,57	4,27	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,27
	Mato Grosso		32	100	2,24	0,01	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,01
	Goiás		13.690	125	2,57	4,39	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	4,39
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.362.892	1.214.116			365,99	25.194			2,63	123.582			15,95	384,58

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 54. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2013.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		76.883	76.883			22,56	0			0,00	0			0,00	22,56
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		11.475	100	2,61	2,99	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,99
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		65.408	125	2,39	19,57	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	19,57
Nordeste		29.698	28.298			7,36	0			0,00	1.400			0,17	7,53
	Maranhão		4.191	125	3,25	1,70	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	1,70
	Piauí		6.400	100	2,20	1,41	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,41
	Ceará		7.130	100	2,54	1,81	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,81
	Rio Grande do Norte		1.396	100	1,69	0,24	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,24
	Paraíba		30	100	1,61	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Pernambuco		2.077	100	2,48	0,52	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,52
	Alagoas		2.923	100	2,08	0,61	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,61
	Sergipe		3.293	100	2,76	0,91	0	100	0,53	0,00	1.400	100	1,18	0,17	1,07
	Bahia		858	100	1,95	0,17	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,17
Sudeste		18.781	18.781	100		4,52	0	100		0,00	0	100		0,00	4,52
	Minas Gerais		3.000	100	2,21	0,66	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,66
	Espírito Santo		798	100	1,76	0,14	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,14
	São Paulo		14.100	100	2,51	3,54	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,54
	Rio de Janeiro		883	100	2,01	0,18	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,18
Sul		1.250.103	1.101.968			330,18	25.331			2,66	122.804			15,98	348,82
	Paraná		23.135	100	2,64	6,10	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	6,10
	Santa Catarina		0	148	**	0,00	25.331	148	**	2,66	122.804	148	**	15,98	18,64
	Rio Grande do Sul		1.078.833	100/130*	***	324,09	0		***	0,00	0		***	0,00	324,09
Centro-Oeste		29.304	29.304			8,39	0			0,00	0			0,00	8,39
	Mato Grosso do Sul		15.249	100	2,55	3,88	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,88
	Mato Grosso		15	100	2,37	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Goiás		14.040	125	2,57	4,51	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	4,51
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.404.769	1.255.234			373,02	25.331			2,66	124.204			16,14	391,83

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 55. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2014.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		82.173	82.173			25,00	0			0,00	0			0,00	25,00
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		9.173	100	2,75	2,52	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,52
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		73.000	125	2,46	22,48	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	22,48
Nordeste		23.765	22.656			5,96	0			0,00	1.109			0,16	6,12
	Maranhão		4.333	125	3,41	1,85	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	1,85
	Piauí		5.572	100	2,11	1,18	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,18
	Ceará		5.025	100	2,40	1,21	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,21
	Rio Grande do Norte		1.741	100	1,64	0,29	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,29
	Paraíba		44	100	1,60	0,01	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,01
	Pernambuco		558	100	2,42	0,14	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,14
	Alagoas		3.221	100	2,25	0,73	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,73
	Sergipe		2.054	100	2,71	0,56	0	100	0,53	0,00	1.109	100	1,47	0,16	0,72
	Bahia		108	100	1,56	0,02	0	100	0,53	0,00		100	0,46	0,00	0,02
Sudeste		17.304	17.304			3,24	0			0,00	0			0,00	3,24
	Minas Gerais		2.759	100	2,00	0,55	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,55
	Espírito Santo		539	100	1,71	0,09	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,09
	São Paulo		13.150	100	1,85	2,43	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,43
	Rio de Janeiro		856	100	1,94	0,17	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,17
Sul		1.273.755	1.125.167			337,46	25.541			2,68	123.047			15,98	356,12
	Paraná		22.448	100	2,67	5,98	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	5,98
	Santa Catarina		776	148	**	0,19	25.541	148	**	2,68	123.047	148	**	15,98	18,84
	Rio Grande do Sul		1.101.943	100/130*	***	331,29	0		***	0,00	0		***	0,00	331,29
Centro-Oeste		31.095	31.095			8,77	0			0,00	0			0,00	8,77
	Mato Grosso do Sul		14.995	100	2,55	3,82	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,82
	Mato Grosso		1000	100	1,89	0,19	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,19
	Goiás		15.100	125	2,52	4,76	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	4,76
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.428.092	1.278.395			380,42	25.541			2,68	124.156			16,14	399,24

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 56. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2015.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		85.339	85.339			27,63	0			0,00	0			0,00	27,63
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		7.463	100	2,69	2,01	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,01
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		77.876	125	2,63	25,62	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	25,62
Nordeste		22.190	20.896			5,48	0			0,00	1.294			0,17	5,65
	Maranhão		3.835	125	3,34	1,60	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	1,60
	Piauí		5.598	100	2,13	1,19	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,19
	Ceará		4.460	100	2,28	1,02	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,02
	Rio Grande do Norte		863	100	1,77	0,15	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,15
	Paraíba		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Pernambuco		306	100	2,49	0,08	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,08
	Alagoas		3.041	100	2,43	0,74	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,74
	Sergipe		2.793	100	2,51	0,70	0	100	0,53	0,00	1.294	100	1,33	0,17	0,87
	Bahia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Sudeste		14.757	14.757			3,36	0			0,00	0			0,00	3,36
	Minas Gerais		2.042	100	2,26	0,46	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,46
	Espírito Santo		305	100	1,71	0,05	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,05
	São Paulo		12.196	100	2,30	2,81	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,81
	Rio de Janeiro		214	100	1,88	0,04	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,04
Sul		1.296.701	1.150.307			362,99	25.364			2,64	121.030			15,50	381,13
	Paraná		21.974	100	2,68	5,89	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	5,89
	Santa Catarina		1.928	147	**	0,45	25.364	147	**	2,64	121.030	147	**	15,50	18,58
	Rio Grande do Sul		1.126.405	100/130*	***	356,65	0		***	0,00	0		***	0,00	356,65
Centro-Oeste		35.940	35.940			9,64	0			0,00	0			0,00	9,64
	Mato Grosso do Sul		15.971	100	2,53	4,04	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	4,04
	Mato Grosso		6.269	100	1,97	1,23	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,23
	Goiás		13.700	125	2,55	4,36	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	4,36
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.454.927	1.307.239			409,10	25.364			2,64	122.324			15,67	427,41

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 57. Emissão total de CH₄ proveniente do cultivo de arroz por região e estado brasileiro em 2016.

Região	Estado	Área cultivada arroz (ha)	Inundação contínua				Inundação intermitente aeração única				Inundação intermitente aeração múltipla				Emissão total de CH ₄ (Gg)
			Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	Área (ha)	Período de cultivo (dia)	Fator de emissão (kg/ha.dia)	Emissão de CH ₄ (Gg)	
Norte		83.641	83.641			25,87	0			0,00	0			0,00	25,87
	Rondônia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Acre		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amazonas		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Roraima		9.280	100	2,69	2,50	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,50
	Pará		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Amapá		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Tocantins		74.361	125	2,51	23,37	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	23,37
Nordeste		18.130	16.980			4,41	0			0,00	1.150			0,05	4,46
	Maranhão		2.590	125	2,88	0,93	0	125	0,78	0,00	0	125	0,68	0,00	0,93
	Piauí		5.141	100	2,15	1,11	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	1,11
	Ceará		2.074	100	2,52	0,52	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,52
	Rio Grande do Norte		739	100	2,15	0,16	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,16
	Paraíba		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
	Pernambuco		359	100	2,52	0,09	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,09
	Alagoas		2.713	100	2,41	0,65	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,65
	Sergipe		3.364	100	2,81	0,95	0	100	0,53	0,00	1.150	100	0,46	0,05	1,00
	Bahia		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Sudeste		14.014	14.014			2,99	0			0,00	0			0,00	2,99
	Minas Gerais		1.379	100	2,25	0,31	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,31
	Espírito Santo		198	100	1,68	0,03	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,03
	São Paulo		12.184	100	2,13	2,59	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	2,59
	Rio de Janeiro		253	100	1,92	0,05	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,05
Sul		1.246.903	1.103.206			338,80	25.166			2,62	118.531			15,07	356,49
	Paraná		19.790	100	2,83	5,61	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	5,61
	Santa Catarina		3.472	147	**	0,78	25.166	147	**	2,62	118.531	147	**	15,07	18,47
	Rio Grande do Sul		1.079.944	100/130*	***	332,41	0		***	0,00	0		***	0,00	332,41
Centro-Oeste		31.409	31.409			8,73	0			0,00	0			0,00	8,73
	Mato Grosso do Sul		13.237	100	2,44	3,23	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	3,23
	Mato Grosso		2.722	100	2,08	0,57	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,57
	Goiás		15.450	125	2,56	4,94	0	125	0,53	0,00	0	125	0,46	0,00	4,94
	Distrito Federal		0	100	0,88	0,00	0	100	0,53	0,00	0	100	0,46	0,00	0,00
Brasil	Total	1.394.097	1.249.250			380,79	25.166			2,62	119.681			15,12	398,53

* Período de cultivo no sistema convencional e preparo antecipado (100 dias) e outros (130 dias).

** Fator de emissão calculado por região de SC.

*** Fator de emissão no sistema convencional (3,6) preparo antecipado (2,8) e para outros sistemas de cultivo foi calculado baseado na produção de grãos.

Tabela 58. Quantidade de material orgânico aplicado ao solo por regime hídrico e estado brasileiro de 1990 a 1993.

Região	Estado	Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹		
		Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla
		1990			1991			1992			1993		
Norte													
	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
	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
	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
	Roraima	3,04	0,00	0,00	3,20	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00
	Pará	2,71	0,00	0,00	0,00	0,00	2,19	0,00	0,00	2,19	0,00	0,00	2,27
	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
	Tocantins	2,90	0,00	0,00	2,86	0,00	0,00	2,81	0,00	0,00	3,20	0,00	0,00
Nordeste													
	Maranhão	1,97	0,00	0,00	3,01	0,00	0,00	2,89	0,00	0,00	3,03	0,00	0,00
	Piauí	1,99	0,00	0,00	3,12	0,00	0,00	3,04	0,00	0,00	2,87	0,00	0,00
	Ceará	3,35	0,00	0,00	3,67	0,00	0,00	3,42	0,00	0,00	3,71	0,00	0,00
	Rio Grande do Norte	0,00	0,00	0,00	2,40	0,00	0,00	3,03	0,00	0,00	5,10	0,00	0,00
	Paraíba	1,18	0,00	0,00	2,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,91	0,00	0,00
	Pernambuco	1,01	0,00	0,00	3,20	0,00	0,00	3,05	0,00	0,00	4,17	0,00	0,00
	Alagoas	4,51	0,00	0,00	2,80	0,00	0,00	2,74	0,00	0,00	2,91	0,00	0,00
	Sergipe	3,13	0,00	0,00	2,96	0,00	2,09	2,81	0,00	2,36	3,23	0,00	2,86
	Bahia	0,00	0,00	0,00	2,12	0,00	0,00	2,17	0,00	0,00	1,90	0,00	0,00
Sudeste													
	Minas Gerais	3,10	0,00	3,10	2,85	0,00	1,57	2,74	0,00	1,51	3,05	0,00	1,54
	Espírito Santo	2,68	2,68	0,00	2,80	2,80	0,00	2,04	2,04	0,00	2,48	2,48	0,00
	São Paulo	2,63	0,00	0,00	3,20	0,00	0,00	2,46	0,00	0,00	2,80	0,00	0,00
	Rio de Janeiro	1,41	1,41	1,41	2,72	2,72	2,72	2,60	2,60	2,60	2,86	2,86	2,86
Sul													
	Paraná	3,43	0,00	0,00	3,15	0,00	0,00	3,29	0,00	0,00	3,35	0,00	0,00
	Santa Catarina	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*
	Rio Grande do Sul	4,10**	0,00	0,00	3,86**	0,00	0,00	4,15**	0,00	0,00	4,11**	0,00	0,00
Centro-Oeste													
	Mato Grosso do Sul	1,74	0,00	0,00	3,03	0,00	0,00	3,39	0,00	0,00	3,29	0,00	1,47
	Mato Grosso	3,06	0,00	0,00	3,37	0,00	0,00	3,20	0,00	0,00	2,02	0,00	0,00
	Goiás	1,47	0,00	0,00	3,47	0,00	0,00	2,83	0,00	0,00	3,19	0,00	0,00
	Distrito Federal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

* Em 10% da área cultivada de arroz da região de Rio do Sul, utilizaram-se 4 Mg ha⁻¹ de esterco bovino em adição à palha de arroz.

** Valor utilizado, apenas, para a categoria Outros sistemas, dado que os fatores de emissão utilizados para as categorias Sistema convencional e Preparo antecipado já incorporam o efeito do aporte de material orgânico ao solo.

Tabela 59. Quantidade de material orgânico aplicado ao solo por regime hídrico e estado brasileiro de 1994 a 1997.

Região	Estado	Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹		
		Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla
		1994			1995			1996			1997		
Norte													
	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
	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
	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
	Roraima	3,60	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00	3,36	0,00	0,00
	Pará	0,00	0,00	2,71	0,00	0,00	3,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88
	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
	Tocantins	3,05	0,00	0,00	3,58	0,00	0,00	3,32	0,00	0,00	3,35	0,00	0,00
Nordeste													
	Maranhão	2,77	0,00	0,00	2,57	0,00	0,00	2,70	0,00	0,00	3,18	0,00	0,00
	Piauí	3,09	0,00	0,00	3,18	0,00	0,00	3,18	0,00	0,00	3,25	0,00	0,00
	Ceará	3,87	0,00	0,00	4,06	0,00	0,00	4,15	0,00	0,00	4,11	0,00	0,00
	Rio Grande do Norte	4,93	0,00	0,00	4,35	0,00	0,00	4,04	0,00	0,00	3,02	0,00	0,00
	Paraíba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Pernambuco	3,22	0,00	0,00	3,12	0,00	0,00	3,40	0,00	0,00	3,31	0,00	0,00
	Alagoas	2,02	0,00	0,00	2,40	0,00	0,00	2,83	0,00	0,00	3,10	0,00	0,00
	Sergipe	3,32	0,00	2,46	3,03	0,00	2,47	2,42	0,00	2,33	3,27	0,00	2,49
	Bahia	1,90	0,00	0,00	2,57	0,00	0,00	2,45	0,00	0,00	2,40	0,00	0,00
Sudeste													
	Minas Gerais	2,98	0,00	1,50	3,05	0,00	1,47	2,96	0,00	1,40	3,10	0,00	1,48
	Espírito Santo	2,56	2,92	0,00	1,94	0,00	0,00	2,48	0,00	0,00	3,42	0,00	0,00
	São Paulo	2,80	0,00	0,00	2,59	0,00	0,00	2,78	0,00	0,00	3,04	0,00	0,00
	Rio de Janeiro	2,87	2,87	2,87	2,78	2,78	2,78	2,90	0,00	2,33	2,59	0,00	2,30
Sul													
	Paraná	3,39	0,00	0,00	3,48	0,00	0,00	3,44	0,00	0,00	3,28	0,00	0,00
	Santa Catarina	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00*	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Rio Grande do Sul	3,51**	0,00	0,00	4,13**	0,00	0,00	4,07*	0,00	0,00	4,14*	0,00	0,00
Centro-Oeste													
	Mato Grosso do Sul	3,56	0,00	1,48	3,47	0,00	1,76	3,47	0,00	1,54	3,58	0,00	1,72
	Mato Grosso	2,69	0,00	0,00	2,51	0,00	0,00	3,16	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00
	Goiás	4,33	0,00	0,00	3,98	0,00	0,00	3,30	0,00	0,00	3,40	0,00	0,00
	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

* Em 10% da área cultivada de arroz da região de Rio do Sul, utilizaram-se 4 Mg ha⁻¹ de esterco bovino em adição à palha de arroz.

** Valor utilizado, apenas, para a categoria Outros sistemas, dado que os fatores de emissão utilizados para as categorias Sistema convencional e Preparo antecipado já incorporam o efeito do aporte de material orgânico ao solo.

Tabela 60. Quantidade de material orgânico aplicado ao solo por regime hídrico e estado brasileiro de 1998 a 2001.

Região	Estado	Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹		
		Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla
		1998			1999			2000			2001		
Norte													
	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
	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
	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
	Roraima	2,96	0,00	0,00	4,40	0,00	0,00	4,40	0,00	0,00	4,80	0,00	0,00
	Pará	2,99	0,00	1,51	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
	Tocantins	3,76	0,00	0,00	3,46	0,00	0,00	3,63	0,00	0,00	3,76	0,00	0,00
Nordeste													
	Maranhão	3,19	0,00	0,00	3,01	0,00	0,00	3,15	0,00	0,00	3,37	0,00	0,00
	Piauí	3,43	0,00	0,00	3,12	0,00	0,00	3,14	0,00	0,00	3,03	0,00	0,00
	Ceará	4,43	0,00	0,00	4,28	0,00	0,00	4,04	0,00	0,00	4,33	0,00	0,00
	Rio Grande do Norte	2,00	0,00	0,00	2,32	0,00	0,00	2,57	0,00	0,00	2,78	0,00	0,00
	Paraíba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Pernambuco	4,47	0,00	0,00	3,40	0,00	0,00	3,31	0,00	0,00	3,92	0,00	0,00
	Alagoas	3,15	0,00	0,00	3,43	0,00	0,00	3,43	0,00	0,00	4,24	0,00	0,00
	Sergipe	3,87	0,00	2,58	3,62	0,00	2,63	3,07	0,00	0,00	3,44	0,00	2,64
	Bahia	2,64	0,00	0,00	3,07	0,00	0,00	3,28	0,00	0,00	3,04	0,00	0,00
Sudeste													
	Minas Gerais	3,02	0,00	1,52	2,85	0,00	1,50	3,05	0,00	1,59	2,90	0,00	1,44
	Espírito Santo	1,94	0,00	0,00	2,15	0,00	0,00	2,24	0,00	0,00	2,36	0,00	0,00
	São Paulo	2,36	0,00	0,00	2,43	0,00	0,00	2,58	0,00	0,00	2,57	0,00	0,00
	Rio de Janeiro	2,11	0,00	2,21	2,28	0,00	2,14	2,46	0,00	2,19	2,43	0,00	2,36
Sul											0,00		
	Paraná	3,75	0,00	0,00	3,41	0,00	0,00	3,32	0,00	0,00	3,36	0,00	0,00
	Santa Catarina	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Rio Grande do Sul	3,48*	0,00	0,00	4,59*	0,00	0,00	4,26*	0,00	0,00	4,45*	0,00	0,00
Centro-Oeste													
	Mato Grosso do Sul	3,72	0,00	1,88	4,11	0,00	2,30	3,63	0,00	0,00	4,19	0,00	0,00
	Mato Grosso	4,00	0,00	0,00	2,30	0,00	0,00	3,74	0,00	0,00	3,36	0,00	0,00
	Goiás	2,70	0,00	0,00	2,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,56	0,00	0,00
	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

* Valor utilizado, apenas, para a categoria Outros sistemas, dado que os fatores de emissão utilizados para as categorias Sistema convencional e Preparo antecipado já incorporam o efeito do aporte de material orgânico ao solo.

Tabela 61. Quantidade de material orgânico aplicado ao solo por regime hídrico e estado brasileiro de 2002 a 2005.

Região	Estado	Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹		
		Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla
		2002			2003			2004			2005		
Norte													
	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
	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
	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
	Roraima	5,28	0,00	0,00	5,28	0,00	0,00	5,28	0,00	0,00	5,28	0,00	0,00
	Pará	0,00	0,00	0,00	4,30	0,00	1,85	0,00	0,00	1,98	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
	Tocantins	3,01	0,00	0,00	3,72	0,00	0,00	3,59	0,00	0,00	3,09	0,00	0,00
Nordeste													
	Maranhão	3,12	0,00	0,00	3,38	0,00	0,00	3,44	0,00	0,00	3,50	0,00	0,00
	Piauí	3,08	0,00	0,00	2,97	0,00	0,00	3,31	0,00	0,00	3,12	0,00	0,00
	Ceará	4,47	0,00	0,00	4,53	0,00	0,00	4,17	0,00	0,00	4,61	0,00	0,00
	Rio Grande do Norte	2,75	0,00	0,00	2,76	0,00	0,00	2,72	0,00	0,00	2,49	0,00	0,00
	Paraíba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Pernambuco	4,27	0,00	0,00	4,26	0,00	0,00	4,44	0,00	0,00	4,12	0,00	0,00
	Alagoas	7,06	0,00	0,00	3,26	0,00	0,00	2,96	0,00	0,00	3,04	0,00	0,00
	Sergipe	3,48	0,00	0,00	3,89	0,00	2,72	3,63	0,00	2,69	3,79	0,00	2,80
	Bahia	0,00	0,00	0,00	3,28	0,00	0,00	3,31	0,00	0,00	3,33	0,00	0,00
Sudeste													
	Minas Gerais	3,19	0,00	1,65	3,18	0,00	1,68	3,23	0,00	1,73	3,34	0,00	1,74
	Espírito Santo	2,34	0,00	0,00	1,93	0,00	0,00	2,32	0,00	0,00	2,33	0,00	0,00
	São Paulo	2,67	0,00	0,00	2,49	0,00	0,00	2,75	0,00	0,00	2,84	0,00	0,00
	Rio de Janeiro	2,48	0,00	2,31	2,36	0,00	2,29	2,71	0,00	2,89	2,86	0,00	2,77
Sul													
	Paraná	3,51	0,00	0,00	4,07	0,00	0,00	4,10	0,00	0,00	3,86	0,00	0,00
	Santa Catarina	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Rio Grande do Sul	4,49*	0,00	0,00	3,93*	0,00	0,00	4,89*	0,00	0,00	4,88*	0,00	0,00
Centro-Oeste													
	Mato Grosso do Sul	4,17	0,00	0,00	2,28	0,00	0,00	4,25	0,00	0,00	4,09	0,00	0,00
	Mato Grosso	2,80	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	2,69	0,00	0,00	2,90	0,00	0,00
	Goiás	4,15	0,00	0,00	1,32	0,00	0,00	4,61	0,00	0,00	4,66	0,00	0,00
	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

* Valor utilizado, apenas, para a categoria Outros sistemas, dado que os fatores de emissão utilizados para as categorias Sistema convencional e Preparo antecipado já incorporam o efeito do aporte de material orgânico ao solo.

Tabela 62. Quantidade de material orgânico aplicado ao solo por regime hídrico e estado brasileiro de 2006 a 2009.

Região	Estado	Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹		
		Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla
		2006			2007			2008			2009		
Norte													
	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
	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
	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
	Roraima	5,28	0,00	0,00	5,28	0,00	0,00	5,28	0,00	0,00	5,28	0,00	0,00
	Pará	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,52	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
	Tocantins	3,28	0,00	0,00	3,49	0,00	0,00	3,50	0,00	0,00	3,64	0,00	0,00
Nordeste													
	Maranhão	3,73	0,00	0,00	3,54	0,00	0,00	4,63	0,00	3,20	4,62	0,00	2,94
	Piauí	3,52	0,00	0,00	3,56	0,00	0,00	3,76	0,00	0,00	3,61	0,00	0,00
	Ceará	4,65	0,00	0,00	4,66	0,00	0,00	4,77	0,00	0,00	5,49	0,00	0,00
	Rio Grande do Norte	2,51	0,00	0,00	4,14	0,00	0,00	4,53	0,00	0,00	4,46	0,00	0,00
	Paraíba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00
	Pernambuco	3,72	0,00	0,00	3,52	0,00	0,00	4,40	0,00	0,00	4,30	0,00	0,00
	Alagoas	2,89	0,00	0,00	3,49	0,00	0,00	3,34	0,00	0,00	4,50	0,00	0,00
	Sergipe	4,27	0,00	2,74	3,95	0,00	2,80	4,00	0,00	2,80	4,42	0,00	2,40
	Bahia	3,31	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	2,47	0,00	0,00	2,60	0,00	0,00
Sudeste													
	Minas Gerais	3,27	0,00	1,67	3,33	0,00	1,65	3,28	0,00	1,69	3,40	0,00	1,74
	Espírito Santo	2,36	0,00	0,00	2,39	0,00	0,00	2,34	0,00	0,00	2,38	0,00	0,00
	São Paulo	2,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Rio de Janeiro	2,87	0,00	2,35	2,79	0,00	2,43	2,75	0,00	2,72	2,63	0,00	2,79
Sul													
	Paraná	4,37	0,00	0,00	4,49	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	5,35	0,00	0,00
	Santa Catarina		2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Rio Grande do Sul	5,33*	0,00	0,00	5,42*	0,00	0,00	5,52*	0,00	0,00	5,72*	0,00	0,00
Centro-Oeste													
	Mato Grosso do Sul	4,04	0,00	0,00	4,47	0,00	0,00	4,54	0,00	0,00	4,45	0,00	0,00
	Mato Grosso	3,54	0,00	0,00	4,08	0,00	0,00	3,02	0,00	0,00	2,92	0,00	0,00
	Goiás	4,82	0,00	0,00	5,14	0,00	0,00	5,19	0,00	0,00	5,12	0,00	0,00
	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

* Valor utilizado, apenas, para a categoria Outros sistemas, dado que os fatores de emissão utilizados para as categorias Sistema convencional e Preparo antecipado já incorporam o efeito do aporte de material orgânico ao solo.

Tabela 63. Quantidade de material orgânico aplicado ao solo por regime hídrico e estado brasileiro de 2010 a 2013.

Região	Estado	Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹		
		Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla
		2010			2011			2012			2013		
Norte													
	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
	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
	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
	Roraima	5,25	0,00	0,00	5,25	0,00	0,00	5,12	0,00	0,00	5,24	0,00	0,00
	Pará	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,80	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
	Tocantins	3,60	0,00	0,00	4,03	0,00	0,00	3,33	0,00	0,00	4,41	0,00	0,00
Nordeste													
	Maranhão	3,86	0,00	3,20	3,95	0,00	2,65	4,04	0,00	0,00	3,73	0,00	0,00
	Piauí	3,72	0,00	0,00	3,80	0,00	0,00	3,84	0,00	0,00	3,69	0,00	0,00
	Ceará	4,79	0,00	0,00	4,91	0,00	0,00	5,01	0,00	0,00	4,99	0,00	0,00
	Rio Grande do Norte	3,45	0,00	0,00	2,53	0,00	0,00	2,02	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00
	Paraíba	3,73	0,00	0,00	2,40	0,00	0,00	1,60	0,00	0,00	1,76	0,00	0,00
	Pernambuco	4,67	0,00	0,00	4,72	0,00	0,00	4,38	0,00	0,00	4,75	0,00	0,00
	Alagoas	4,77	0,00	0,00	5,34	0,00	0,00	4,70	0,00	0,00	3,28	0,00	0,00
	Sergipe	4,28	0,00	2,80	4,43	0,00	3,20	5,72	0,00	3,94	5,88	0,00	3,94
	Bahia	2,54	0,00	0,00	3,70	0,00	0,00	3,27	0,00	0,00	2,82	0,00	0,00
Sudeste													
	Minas Gerais	3,22	0,00	1,93	3,47	0,00	1,65	3,63	0,00	0,00	3,73	0,00	0,00
	Espírito Santo	2,09	0,00	0,00	2,20	0,00	0,00	1,99	0,00	0,00	2,22	0,00	0,00
	São Paulo	3,66	0,00	0,00	3,86	0,00	0,00	4,36	0,00	0,00	4,87	0,00	0,00
	Rio de Janeiro	2,96	0,00	2,86	2,95	0,00	2,86	2,87	0,00	0,00	3,04	0,00	0,00
Sul													
	Paraná	5,25	0,00	0,00	5,68	0,00	0,00	6,01	0,00	0,00	5,37	0,00	0,00
	Santa Catarina	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Rio Grande do Sul	5,32*	0,00	0,00	6,14*	0,00	0,00	5,93*	0,00	0,00	5,99*	0,00	0,00
Centro-Oeste													
	Mato Grosso do Sul	4,37	0,00	0,00	4,43	0,00	0,00	5,10	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00
	Mato Grosso	1,66	0,00	0,00	3,85	0,00	0,00	3,85	0,00	0,00	4,32	0,00	0,00
	Goiás	5,20	0,00	0,00	4,71	0,00	0,00	5,09	0,00	0,00	5,10	0,00	0,00
	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

* Valor utilizado, apenas, para a categoria Outros sistemas, dado que os fatores de emissão utilizados para as categorias Sistema convencional e Preparo antecipado já incorporam o efeito do aporte de material orgânico ao solo.

Tabela 64. Quantidade de material orgânico aplicado ao solo por regime hídrico e estado brasileiro de 2014 a 2016.

Região	Estado	Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹			Massa seca da palha (ROA), Mg ha ⁻¹		
		Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla	Contínuo	Aeração única	Aeração múltipla
		2014			2015			2016		
Norte										
	Rondônia	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
	Amazonas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Roraima	5,84	0,00	0,00	5,60	0,00	0,00	5,60	0,00	0,00
	Pará	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
	Tocantins	4,68	0,00	0,00	5,36	0,00	0,00	4,88	0,00	0,00
Nordeste										
	Maranhão	4,12	0,00	0,00	3,96	0,00	0,00	2,85	0,00	0,00
	Piauí	3,37	0,00	0,00	3,42	0,00	0,00	3,53	0,00	0,00
	Ceará	4,45	0,00	0,00	3,99	0,00	0,00	4,89	0,00	0,00
	Rio Grande do Norte	1,86	0,00	0,00	2,25	0,00	0,00	3,51	0,00	0,00
	Paraíba	1,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Pernambuco	4,53	0,00	0,00	4,77	0,00	0,00	4,92	0,00	0,00
	Alagoas	3,88	0,00	0,00	4,55	0,00	0,00	4,47	0,00	0,00
	Sergipe	5,67	0,00	6,19	4,88	0,00	5,04	6,11	0,00	0,00
	Bahia	1,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sudeste										
	Minas Gerais	2,98	0,00	0,00	3,91	0,00	0,00	3,88	0,00	0,00
	Espírito Santo	2,05	0,00	0,00	2,05	0,00	0,00	1,98	0,00	0,00
	São Paulo	2,49	0,00	0,00	4,07	0,00	0,00	3,43	0,00	0,00
	Rio de Janeiro	2,78	0,00	0,00	2,58	0,00	0,00	2,73	0,00	0,00
Sul										
	Paraná	5,49	0,00	0,00	5,56	0,00	0,00	6,20	0,00	0,00
	Santa Catarina	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	Rio Grande do Sul	5,92*	0,00	0,00	6,19*	0,00	0,00	5,64*	0,00	0,00
Centro-Oeste										
	Mato Grosso do Sul	5,02	0,00	0,00	4,95	0,00	0,00	4,58	0,00	0,00
	Mato Grosso	2,64	0,00	0,00	2,88	0,00	0,00	3,28	0,00	0,00
	Goiás	4,90	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	5,05	0,00	0,00
	Distrito Federal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

* Valor utilizado, apenas, para a categoria Outros sistemas, dado que os fatores de emissão utilizados para as categorias Sistema convencional e Preparo antecipado já incorporam o efeito do aporte de material orgânico ao solo.