

A LAVOURA ARROZEIRA - BEM CONDUZIDA - CONTRIBUI PARA REDUZIR A EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Autores

Mara Grohs

Dra., Pesquisadora do Instituto Rio Grandense do Arroz, Estação Regional de Pesquisa de Cachoeira do Sul.

E-mail: grohs.mara@gmail.com

Cimélio Bayer

Dr., Professor do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

E-mail: cimelio.bayer@ufrgs.br

Leandro Souza da Silva

Dr., Professor do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria.

E-mail: leandrosolos@ufsm.br

Sandro José Giacomini

Dr., Professor do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria.

E-mail: sjgiacomini@gmail.com

GASES DE EFEITO ESTUFA

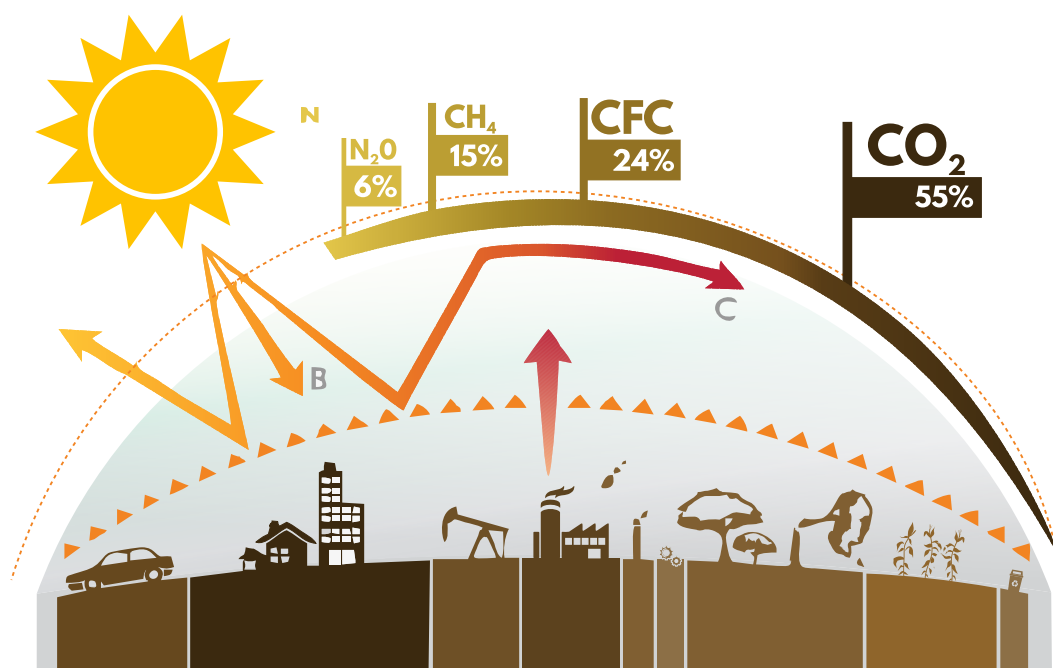
O efeito estufa é um fenômeno natural, responsável pelo aquecimento da superfície da Terra, garantindo a manutenção de temperatura favorável aos organismos vivos. Esse fenômeno ocorre porque parte da radiação infravermelha, emitida pela superfície terrestre, é absorvida por determinados gases presentes na atmosfera, denominados de **gases de efeito estufa** (GEE) (IPCC, 2015).

EFEITO ESTUFA

Radiação solar refletida pela Terra de volta ao espaço

Radiação solar absorvida pela superfície da Terra

Radiação Infravermelha refletida pela superfície da Terra e absorvida pelos gases de efeito estufa que envolvem o planeta



Fonte: extraessay

Dentre os GEE, dióxido de carbono, metano e óxido nitroso são os mais relevantes, devido à sua capacidade de reter radiação ao longo do tempo e à sua permanência na atmosfera (IPCC, 2014). Além disso, suas concentrações são diretamente influenciadas pela atividade humana, como: queima de combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas e a própria atividade agropecuária. O aumento das concentrações dos GEE na atmosfera pode promover um efeito estufa adicional, fenômeno conhecido por **aquecimento global**, importante influenciador das **mudanças climáticas**, acarretando em sérias consequências ao ambiente e às atividades produtivas.

Dentre as atividades geradoras de GEE, estima-se que a agricultura e a pecuária contribuam, mundialmente, com aproximadamente 22% das emissões totais de dióxido de carbono, 55% das emissões de metano e 80% das emissões de óxido nitroso. Desse total, a lavoura de arroz representa 30% das emissões de metano e 11% das emissões de óxido nitroso (IPCC, 2007).

No cultivo de arroz irrigado, a produção e a emissão de **metano** ocorrem, predominantemente, durante a safra, quando o solo está coberto por lâmina de água, com ausência de oxigênio livre no solo. Já o **óxido nitroso**, embora possa ser produzido logo após o alagamento do solo, possui emissão potencialmente maior no período de entressafra, devido aos ciclos de umedecimento e secagem do solo que estimulam a ocorrência dos processos de nitrificação e desnitrificação, responsáveis por sua produção. É importante frisar que **a planta de arroz não produz metano**, ele é produzido no solo e transportado para a atmosfera, principalmente pelos aerênquimas (Figura 1). Apenas uma pequena porção desse gás difunde-se na lâmina de água e vai para a atmosfera via formação de bolhas (Moterle, 2011).

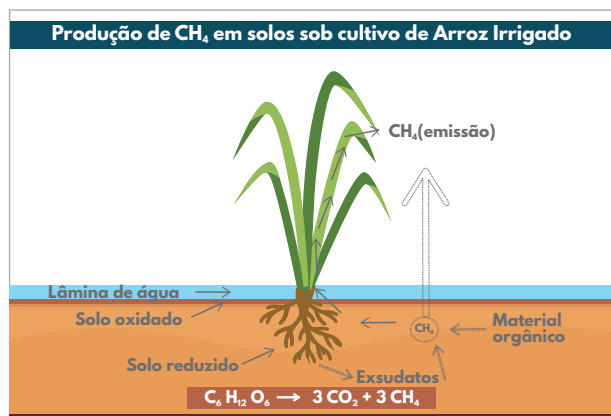


Figura 1. Esquema representando o ambiente do cultivo do arroz irrigado e os processos que envolvem a produção e difusão do metano (CH_4), à atmosfera.

FATORES QUE FAVORECEM A EMISSÃO DOS GEE

Nos últimos anos, várias instituições gaúchas têm voltado esforços para a determinação e quantificação dos fatores ligados às emissões dos GEE em lavouras de arroz irrigado (Figura 2). Os principais resultados serão descritos a seguir.



Figura 2. Coleta de gases do efeito estufa em uma lavoura de arroz irrigado.

Estádio de desenvolvimento, tipo de planta e ciclo das cultivares

As maiores taxas de emissão de metano, durante o cultivo de arroz irrigado, são verificadas na fase reprodutiva, no florescimento pleno da planta (Figura 3). Nessa fase ocorre aumento na liberação de compostos orgânicos pelas raízes, que são substrato para as bactérias metanogênicas, além do pleno desenvolvimento dos aerênquimas e das demais estruturas morfológicas que contribuem para a difusão do metano à atmosfera.

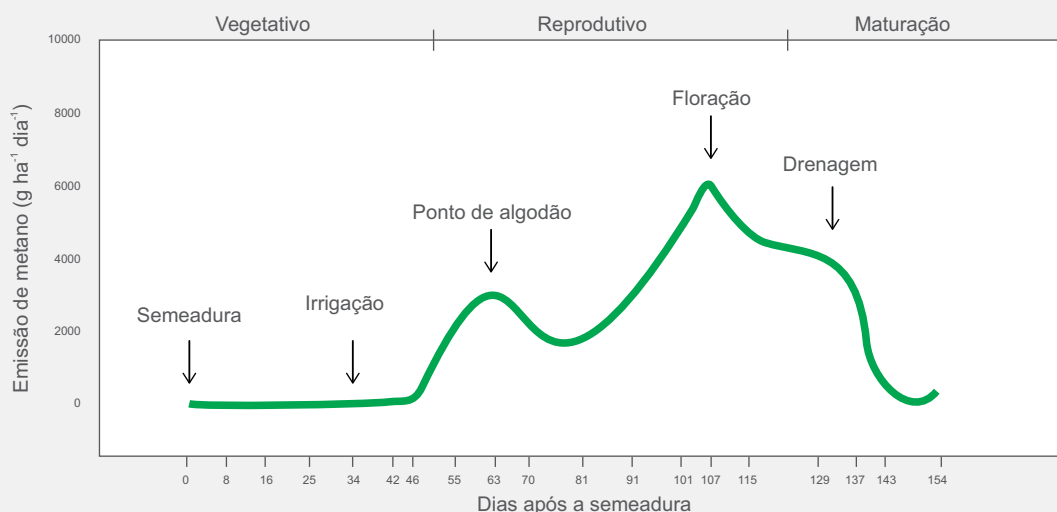


Figura 3. Fluxo de metano ($\text{g ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$) em uma lavoura de arroz irrigado, cultivar IRGA 424RI, semeada no sistema de cultivo mínimo, em um Planossolo Háplico Eutrófico Arênico. Fonte: GROHS (2018).

Outro fator que afeta a magnitude das taxas de emissão de metano é a cultivar de arroz utilizada. Menores emissões geralmente ocorrem em plantas de **porte baixo**, de **ciclo curto** e com **alta produtividade de grãos**. Esse comportamento pode estar associado à menor disponibilidade de carbono no florescimento (menor liberação de compostos orgânicos pelas raízes), à menor quantidade de biomassa da parte aérea (afeta a difusão do metano à atmosfera) e ao menor tempo de alagamento do solo para cultivo do arroz (reduz o período de tempo que o solo permanece sem oxigênio). Na Tabela 1, observa-se que a diferença entre cultivares pode chegar a aproximadamente 70%.

Tabela 1. Emissão de metano em função da cultivar de arroz irrigado utilizada. Adaptado de: Silva et al. (2015).

Cultivar	Emissão de metano (g/m ⁻²)
BRS Atlanta	8,5
Inov CL	9,1
Bluebelle	10,7
IRGA 424	11,8
Avaxi CL	14,8
IRGA 422 CL	14,9
SCS Andosan	20,5
Carnaroli	26,2

Manejo da água

A irrigação com alagamento contínuo é um fator preponderante nas emissões de metano, uma vez que a metanogênese está diretamente associada à condição de alagamento contínuo do solo. Estudos indicam reduções significativas nas emissões de metano em lavouras de arroz com **sistema de irrigação intermitente**, que consiste na supressão da irrigação em um ou mais momentos do ciclo da cultura (BAYER et al., 2013). Essa redução na emissão de metano é mais expressiva que o aumento na emissão de óxido nitroso, sendo evidente que uma lavoura de arroz manejada com irrigação intermitente reduz o potencial de contribuição para o aquecimento global.

Plantas de cobertura e rotação de culturas

Plantas de cobertura aportam resíduos orgânicos ao solo, sendo um fator de grande relevância na emissão de GEE no cultivo de arroz irrigado (Figura 4). Por serem fontes de carbono para os microrganismos, a palha de arroz, os adubos verdes e os compostos orgânicos promovem a produção e emissão de metano. A intensidade do efeito varia em função da quantidade, da qualidade e da época de aplicação ou incorporação desses resíduos. De forma geral, maiores emissões de metano estão associadas à incorporação de resíduos frescos próximo à semeadura, como acontece no **sistema de cultivo convencional**. Já as menores emissões ocorrem com a aplicação de materiais compostados ou estabilizados. Para o óxido nitroso, a adição de resíduos orgânicos ao solo, normalmente, resulta em menores emissões, devido à imobilização microbiana do nitrogênio, principalmente quando se trata de biomassa de gramíneas.



Figura 4. Azevém semeado em área de resteva de arroz irrigado

A rotação de culturas é uma opção para reduzir as emissões de GEE durante o cultivo de arroz, pois contribui para o aumento da produtividade de grãos. Cultivos de sequeiro em rotação com arroz irrigado promovem a aeração do solo, interferindo nas dinâmicas de carbono e nitrogênio e, conseqüentemente, nas emissões de GEE. Assim, há redução no período em que o solo permanece em condições anaeróbicas, reduzindo a produção e a emissão de metano. No entanto, a rotação com cultivos de sequeiro pode incrementar as emissões de óxido nitroso, por favorecer a alternância nos processos de nitrificação e desnitrificação. **Apesar disso, o balanço da adoção da rotação de culturas normalmente é positivo, em razão da redução nas emissões de metano, que é o GEE que mais contribui (>90%) para o potencial de aquecimento global em ambientes alagados.**

Manejo do solo

O tipo de preparo do solo afeta as emissões de GEE da lavoura de arroz. As lavrações e gradagens antecedendo a semeadura, na primavera (**sistema de preparo convencional**), aumentam as emissões de metano em relação ao cultivo mínimo (preparo antecipado no verão ou outono-inverno) ou ao **plantio direto** (sem revolvimento do solo em nenhum momento) (Figura 5). As diferenças estão associadas à incorporação da biomassa vegetal no solo e ao fato de que a decomposição desse material ocorre em camadas mais reduzidas do solo, comparativamente ao que ocorre no **plantio direto**, onde o resíduo vegetal permanece na superfície do solo e durante o alagamento é decomposto, também, por microrganismos aeróbicos que utilizam o oxigênio presente na água.

No sistema de preparo convencional (primavera), a palhada produzida durante o período de

outono/inverno é incorporada ao solo com pequena antecedência à semeadura do arroz, aumentando a produção de metano pela inundação do solo. Por outro lado, no cultivo mínimo, com a antecipação do preparo, a incorporação da palha do arroz remanescente ocorre no outono, possibilitando decomposição sob condições aeróbicas, liberando dióxido de carbono e diminuindo o potencial de emissão de metano. **Ou seja, os sistemas de preparo antecipado e plantio direto, utilizados na cultura do arroz, reduzem as emissões de metano.**

Em relação ao **óxido nitroso**, os resultados de pesquisas quanto ao efeito do preparo do solo sobre as emissões em solos cultivados com arroz irrigado **ainda não são conclusivos**. Existem estudos indicando que as emissões de óxido nitroso são semelhantes em preparo convencional e plantio direto, enquanto outros mostram que as emissões são um pouco maiores no plantio direto que no preparo convencional.



Figura 5. Sistema de cultivo: arroz estabelecido sobre plantio direto x sistema convencional.

CONTRIBUIÇÃO DA LAVOURA ARROZEIRA GAÚCHA PARA A MITIGAÇÃO DOS GEE

No Estado do Rio grande do Sul (RS), a lavoura de arroz irrigado é responsável por 18% (de um total de 48%) das emissões de metano (EMBRAPA, 2006). **No entanto, o cultivo de arroz é uma das poucas fontes emissoras de GEE que, através de práticas de manejo adequadas, tem seu padrão de emissão diminuído.** Além das práticas empregadas na lavoura, a emissão dos GEE tem relação inversa com a produtividade de grãos da cultura, isto é, quanto maior a produtividade de uma lavoura, menor a emissão de GEE por quilograma de arroz produzido.

Nos últimos 30 anos, a lavoura de arroz irrigado do RS teve um aumento médio de 40% na produtividade e, consequente redução de 48% no padrão de emissão dos GEE. Essas importantes modificações na lavoura são resultado de pesquisa **em melhoramento genético, associado às boas práticas de manejo** (BAYER et al., 2013).

Uma das práticas de manejo que mais contribui para o aumento da produtividade é **a semeadura em época recomendada**, que está ligada diretamente ao **tipo de preparo do solo**. Aproximadamente 70% dos produtores gaúchos adotam o preparo de **solo antecipado (cultivo mínimo)**, que emite até 33% menos metano, quando comparado ao sistema de preparo convencional (Figura 6). **Práticas preconizadas para o aumento da produtividade de grãos de arroz também são benéficas do ponto de vista ambiental, por reduzirem a emissão de metano.**

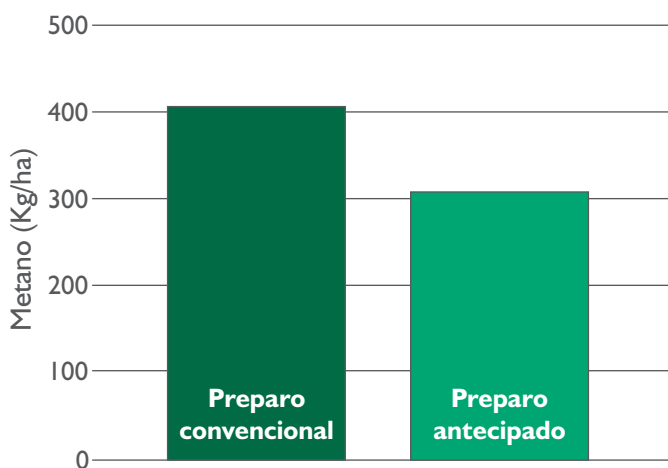


Figura 6. Emissões de metano pelo arroz irrigado em função de sistemas de cultivo convencional e antecipado.
Fonte: Bayer et al. (2013).

Outra prática de manejo que vem contribuindo para a diminuição do potencial de aquecimento da lavoura de arroz é a rotação de culturas com soja e milho. Considerando os dados da Figura 7, algumas relações interessantes podem ser feitas: um produtor gaúcho de arroz irrigado que faça o sistema “pingpong”, isto é, um ano arroz e um ano soja, dentro de um sistema de produção, reduzirá em 28% o potencial de aquecimento global de sua lavoura ao final de duas safras (3.950kg/ha⁻¹ de CO₂ equivalente no sistema “pingpong” comparado a 5.500kg/ha⁻¹ de CO₂ equivalente na média de duas safras de arroz).

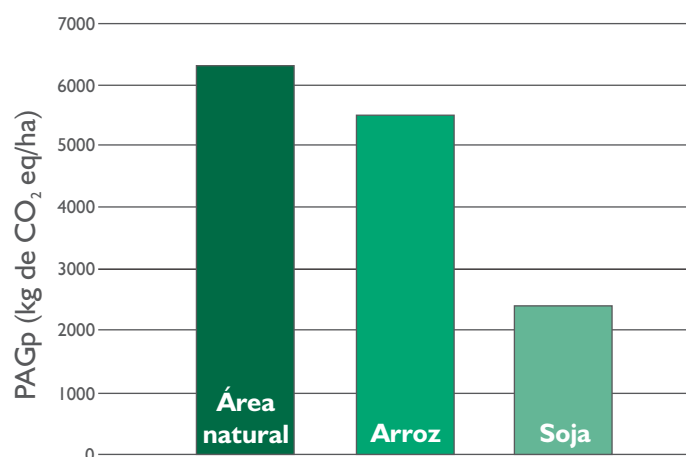


Figura 7. Potencial de aquecimento global parcial (PAGp) médio para as culturas de arroz irrigado e soja cultivadas em área manejada com preparo antecipado com grade e rolo-faca. Área natural = banhado com flutuação da lâmina de água. Adaptado de: ROSALINO (2014).

Atualmente, mais de 300 mil hectares de terras baixas estão em rotação com soja, contribuindo para uma redução significativa na emissão de GEE (Figura 8). Além disso, cabe salientar que um hectare de arroz irrigado produzido emite 5.500kg/ha⁻¹ de CO₂ equivalente e alimenta 120 pessoas por ano. Esse valor é baixo quando comparado à emissão de 9.000kg de CO₂ equivalente por habitante no Brasil (SEEG, 2019).

OPORTUNIDADES PARA O SETOR PRODUTIVO

A venda de créditos de carbono é uma das oportunidades para os setores produtivos que adotam práticas de baixa emissão de GEE. Entretanto, a comercialização de créditos de carbono no setor agropecuário ainda é uma alternativa difícil de ser implementada. Além dessa, existem outras opções. Entre elas a participação da lavoura arrozeira no Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC) do Ministério da Agricultura, que possui um Plano de Financiamento para os produtores rurais, a juros baixos, contemplando tanto custeio como capital. Outra opção é a criação de uma certificação “low carb” ou de um selo de origem para o arroz gaúcho produzido com menor emissão de GEE. Uma produção sustentável permitiria agregar valor adicional ao produto comercializado, além de facilitar o acesso a mercados de difícil inserção, como o mercado europeu.

Apesar do potencial de emissão dos GEE da lavoura de arroz irrigado, a cultura possui reconhecida importância econômica e social na produção de alimentos em todos os países produtores. A associação entre cultivares de arroz mais produtivas e técnicas de manejo que preconizam o preparo de solo antecipado (cultivo mínimo) ou plantio direto, o uso de irrigação intermitente e a rotação com culturas de sequeiro, coloca o arroz gaúcho em um patamar diferenciado de sustentabilidade em relação à agricultura brasileira e mundial.

É fundamental que todos os elos da cadeia produtiva do arroz e as políticas públicas direcionem esforços para a divulgação desses fatos, valorizando economicamente esse alimento que tanto contribui para o desenvolvimento sustentável do estado do RS.



Figura 8. Rotação de culturas entre arroz irrigado e soja em terras baixas.



Cultivo mínimo reduz em 33% a emissão de metano, comparado ao sistema de preparo convencional.



O aumento da produtividade de grãos nos últimos 30 anos reduziu em 48% o padrão de emissão dos GEE na lavoura de arroz gaúcha.



Redução de 28% no potencial de aquecimento global quando se introduz uma cultura de sequeiro.



A irrigação intermitente reduz consideravelmente a emissão do metano.

**12 A 14
FEVEREIRO
2020**

**EMBRAPA
CAPÃO DO LEÃO
RS**

**30^a Abertura Oficial da
Colheita do
Arroz**
E GRÃOS EM TERRAS BAIXAS

**INTENSIFICAÇÃO PARA
SUSTENTABILIDADE**



Realização:



Correalização:



Patrocínio Premium:



Referências

BAYER, C et al. Strategies to Mitigate Methane Emissions in Lowland Rice Fields in South Brazil. BetterCrops, v. 97, n. 1, 2013. Disponível em:

[http://www.ipni.net/publication/bettercrops.nsf/0/3756C2C64BF0FEAF85257B18005D1267/\\$FILE/27.pdf](http://www.ipni.net/publication/bettercrops.nsf/0/3756C2C64BF0FEAF85257B18005D1267/$FILE/27.pdf)

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Emissões de Metano do cultivo de Arroz**. 2006. 61 p.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. Mitigation of climate change, Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. EDENHOFER, O.; PICHSMADRUGA, R.; SOKONA, Y.; FARAHANI, E.; KADNER, S.; SEYBOTH, K.; ADLER, A.; BAUM, I.; BRUNNER, S.; EICKEMEIER, P.; KRIEMANN, B.; SAVOLAINEN, J.; SCHLÖMER, S.; VON STECHOW, C.; ZWICKEL, T.; MINX, J.C. (Eds.) Cambridge: University Press, 2014. 1435 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. Climate change 2014: mitigation of climate change. v. 3. Cambridge: Cambridge University Press, 2015. 167 p.

GROHS, M. Manejo pós-colheita e plantas de cobertura: influência sobre a ciclagem de nutrientes, emissão de gases do efeito estufa e a produtividade do arroz. 2018. 91 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2018.

MOTERLE, D. F. Efluxo de metano em solo sob manejos de irrigação e cultivares de arroz irrigado. 2011. 146 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2011.

ROSALINO, P.K. Manejo do solo na entressafra do arroz e sua influência na emissão de gases de efeito estufa e na produtividade da cultura da soja. 2014. 67 f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2014.

SEEG. Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Disponível em: http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission#. Acessado em 11 dez 2019.

SILVA, L.S; MOTERLE, D.F; OLIVEIRA, J.M.S. Chapter 5: The impact of different rice cultivars on soil methane emissions. P. 85-98 In: OELBERMANN, M. **Sustainable agroecosystems in climate change mitigation**. (Online only). 2014.

Expediente

Presidente do Instituto Rio Grandense do Arroz: Guinter Frantz

Diretor Administrativo: João Alberto Antônio

Gerente da Estação Experimental do Arroz: Flávia Miyuki Tomita

Assessoria de Comunicação: Késia Ramires, Raquel Flores e Sérgio Pereira

CIRCULAR TÉCNICA

Editor: Instituto Rio Grandense do Arroz - Irga

Comitê de revisão:

Gabriela de Magalhães da Fonseca, Ibanor Anghinoni e Paulo Regis Ferreira da Silva, membros da Comissão de Pesquisa do Irga, e Débora Favero e Glaciele Valente Barbosa, pesquisadoras

da EEA/Irga.

Normalização bibliográfica: Tânia Nahra - CRB10/918

Projeto Gráfico e Diagramação: Raquel Flores

Periodicidade: Mensal

Tiragem: 200 exemplares

Estação Experimental do Arroz - EEA

Avenida Bonifácio Carvalho Bernardes, nº 1494,
Cachoeirinha/RS
Fone: +55 51 3470-0600
www.irga.rs.gov.br

É permitida a reprodução da Circular Técnica, desde que citada a fonte.