



Coletânea de Fatores de Emissão e Remoção de Gases de Efeito Estufa da Pecuária Brasileira



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES

MINISTÉRIO DAS
RELAÇÕES EXTERIORES





Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

**Coletânea de Fatores de Emissão e
Remoção de Gases de Efeito Estufa
da Pecuária Brasileira**

Missão do Mapa

Promover o desenvolvimento sustentável da agropecuária e a segurança e competitividade de seus produtos

Brasília
MAPA
2020

2020. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Todos os direitos reservados. Permitida reprodução desde que citada a fonte.

A responsabilidade pelos direitos autorais de textos, ideologia dos artigos e imagens desta obra são dos autores intelectuais que os produziram. O Mapa incentiva pesquisas no tema, e sua divulgação para esclarecimentos de conceitos, perspectivas e estratégias, com vista a atender as diversas demandas do setor produtivo nacional.

1ª edição. Ano 2020

Tiragem: 1.000

Equipe técnica

Coordenação: Eleneide Doff Sotta, Elvison Nunes Ramos, Fernanda Garcia Sampaio, Juan Vicente Guadalupe Juliana Bragança Campos, Gallardo, Kátia Marzall, Mirella de Souza Nogueira Costa, Sidney Almeida Filgueira de Medeiros.

Organizadores

Dra. Eleneide Doff Sotta, Dra. Fernanda Garcia Sampaio e Mirella de Souza Nogueira Costa.

Revisores científicos

Capítulo 1 – Dra. Diana Signor

Capítulo 2 – Dr. Alexandre Berndt e Dra. Patrícia Perondi Anchão Oliveira

Capítulo 3 – Dra. Ana Paula Packer, Dra. Leidiane Ferronato Mariani e Juliana Bragança Campos

Colaboradores

Andréa Nascimento de Araújo, Danielly Godiva Santana Molleta, Giovanna Lunkomoss de Christo e Lidiane Rocha de Oliveira Melo

Catálogo na Fonte

Dados internacionais de Catalogação-da-Publicação (CIP)
Catalogação na Fonte Biblioteca Nacional de Agricultura – BINAGRI

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Coletânea de fatores de emissão e remoção de gases de efeito estufa da pecuária brasileira / Eleneide Doff Sotta, Fernanda Garcia Sampaio, Mirella de Souza Nogueira Costa (organizadoras) . – Brasília : MAPA/SENAR, 2020.

162 p. : il. color.

ISBN 978-65-86803-33-4

1. Agricultura Sustentável. 2. Agropecuária Tropical. 3. Mudança Climática. 4. Pecuária Brasileira. I. Secretaria Nacional de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. II. Título. AGRIS XXX

AGRIS P01
A01



APRESENTAÇÃO

O Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC) foi criado no contexto da implementação da Política Nacional de Mudanças Climáticas – PNMC (Lei nº 12.187/2009). O Plano ABC é um dos mais importantes instrumentos da atual política agropecuária do Brasil. Com o objetivo de ampliar a área de adoção de sistemas sustentáveis de produção, o Plano ABC apresenta o compromisso concreto do setor para o enfrentamento da mudança do clima entre outros, monitorando os resultados das ações de controle das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) relacionadas à agropecuária.

A agropecuária tem uma contribuição fundamental para a segurança alimentar. Adicionalmente, os avanços observados na adoção de sistemas sustentáveis de produção agropecuária são também fundamentais para promover o adequado equilíbrio entre a geração de renda e a sustentabilidade econômica e a conservação ambiental e o fornecimento de serviços ecossistêmicos. Atualmente, o setor agropecuário assume um importante papel nos esforços nacionais para o enfrentamento da mudança do clima, bem como o cumprimento do compromisso assumido pelo Brasil junto a Convenção-Quadro das Nações Unidas para a Mudança do Clima (UNFCCC, por sua sigla em inglês). Com uma sólida base científica e tecnológica, estratégia e instrumentos de política pública efetivos, e uma gestão que levou ao concreto envolvimento do setor produtivo, o Plano ABC vem apresentando resultados expressivos no que se refere ao aumento da produção agropecuária, alinhado com um controle da emissão bruta de Gases de Efeito Estufa (GEE). A implementação do Plano ABC permitiu que as emissões associadas ao setor agropecuário se mantivessem bem abaixo das metas estabelecidas inicialmente, e certamente muito abaixo do crescimento de emissões projetado sem interferência de uma política pública. Por meio do Plano ABC, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) tem sido capaz de cumprir com seu papel na promoção de uma agricultura mais sustentável e com capacidade de reduzir as emissões de GEE, garantindo a segurança na produção de alimentos, com redução da vulnerabilidade à mudança do clima, fortalecimento da resiliência e da capacidade de adaptação à crescente incerteza climática, contribuindo sustentavelmente para o aumento da produção e produtividade da agropecuária brasileira.

Cada nação dispõe da sua própria história, economia e trajetória de desenvolvimento, a qual está atrelada a um nível de emissões de GEE. Esse fato confirma o princípio das responsabilidades comuns, diferenciadas, porém, segundo a economia de cada país, conforme estabelecido pela UNFCCC. Ao mesmo tempo, enfatiza a importância de determinar fatores de emissão específicos que reflitam a realidade das condições ambientais e tecnológicas encontradas no Brasil. Estabelecer fatores de emissões nacionais e setoriais é essencial para uma quantificação mais precisa de suas emissões de GEE, permitindo informações adequadas à sociedade, nacional e internacional e, sobretudo, direcionar adequadamente o desenho da política setorial nacional de enfrentamento à mudança do clima.

As estimativas de emissões e, conseqüentemente, de sua redução, controle, e capacidade de remoção, são ainda elaboradas com muitas incertezas. Ainda que não seja possível eliminar uma incerteza intrínseca a um processo bastante dinâmico, é possível aperfeiçoar a precisão dessas estimativas através do uso de melhores dados e metodologias adequadas conforme características específicas de cada setor. Para tal, é importante a determinação de fatores de emissão específicos para a natureza de cada atividade e adequados para circunstâncias nacionais.

Atualmente, existem no Brasil diversos trabalhos que vêm sendo desenvolvidos nas universidades e instituições de pesquisa, buscando estabelecer fatores de emissão específicos para os sistemas agrícolas nacionais. No entanto, grande parte da informação gerada não é de conhecimento amplo, observando-se, nesse sentido, uma dificuldade em acessá-la. Em conseqüência, também é difícil reconhecer o potencial que os resultados desses estudos, bem como das informações relacionadas, pode ter para sua utilização nos cálculos de emissões nacionais. Esse fato tem levado o país frequentemente a adotar, nos seus cálculos de emissões de GEE, fatores de emissão padrão do IPCC. Ainda que válidos em uma escala global, tais fatores foram desenvolvidos a partir das realidades edafoclimáticas e tecnológicas diferentes da realidade tropical e subtropical que caracteriza a diversidade de sistemas de produção agropecuária brasileiros. Assim, o potencial de emissão, remoção e controle de GEE pelas atividades agropecuárias nacionais não necessariamente está refletido nos números obtidos.

Com o intuito de promover uma interlocução entre os diversos atores nacionais, o MAPA elaborou a presente “Coletânea de Fatores de Emissão e Remoção de Gases de Efeito Estufa da Pecuária Brasileira”, com a participação de diversos pesquisadores brasileiros que se dedicam ao tema. Esta publicação apresenta um retrato objetivo, ainda que não exaustivo, do atual estado da pesquisa em relação a definição tanto dos fatores de emissão específicos voltados às principais culturas e sistemas de produção do país, quanto das alternativas de manejo desenvolvidas para mitigação dos GEE.

As informações recolhidas nesta Coletânea provêm de insumos, de base científica, para o fortalecimento das estratégias do Plano ABC a uma pecuária sustentável, bem como para aprimorar a metodologia de quantificação de emissões e remoções de GEE do setor agrícola.

Agradecemos a todos os colaboradores e instituições que contribuíram com esta estratégia, desejando-lhes uma ótima leitura!

Tereza Cristina Corrêa da Costa Dias
Ministra da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	26
Mecanismos de transparência e reporte da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e as modulações de suas normas	18
A influência do manejo do rebanho para mitigação das emissões na pecuária	22
1. FATORES DE EMISSÃO E REMOÇÃO PARA PEQUENOS RUMINANTES	26
Fatores de emissão e remoção de gases de efeito estufa da produção de pequenos ruminantes no território nacional	28
Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEEs) e balanço de carbono em sistema de produção de caprinos no Bioma Caatinga	32
Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) em sistemas de produção de cordeiros para carne no sul do Brasil	34
Emissões de metano entérico por caprinos e ovinos em sistemas de produção no bioma Caatinga	36
2. FATORES DE EMISSÃO E REMOÇÃO PARA GRANDES RUMINANTES	38
Avaliação dos fatores de emissão e remoção de grandes ruminantes e a sua integração com a política agropecuária do Brasil	40
Quantificação de fatores de emissão de metano entérico em bovinos em pastejo	48
Taninos como aditivo alimentar para mitigação das emissões de metano em taurinos e zebuínos	50
Emissão de metano em bovinos produzidos em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA)	52
Emissão de metano entérico de bovinos cruzados Canchim, Angus e Charolês, terminados em confinamento	54
Emissão de gases de efeito estufa em sistemas de produção de bovinos no Sul do Brasil	56
Oportunidades de mitigação de metano na produção de carne por meio do melhoramento animal	58
Pastejo rotativo em capim-elefante para vacas leiteiras: estratégias de pastejo, produtividade animal e emissões de metano entérico e óxido nitroso	60
Carne Carbono Neutro: testando as diretrizes em um estudo de caso	63
Balanço de gases de efeito estufa e pegada de carbono de bovinos de corte em três sistemas diferentes de manejo de pastagens no Brasil	64

Fatores de emissão de óxido nitroso de urina e esterco de bovinos em pastagens do subtropical brasileiro	66
Quantificação de fatores de emissões diretos e indiretos de óxido nitroso	68
+PRECOCE – Eficiência e inovação na cadeia do novilho precoce integrando Pantanal e Cerrado	70
Níveis de metano e perdas energéticas em bovinos de corte, suplementados ou não, em pastagem de capim mombaça (<i>Panicum maximum cv. Mombaça</i>)	72
Dados de fatores de emissão de metano proveniente da fermentação entérica de gado de corte e de leite no Brasil	74

3. REDE DE PESQUISA PECUS – DINÂMICA DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

Rede Pecuária	79
Emissão de metano entérico por garrotes Canchim em sistemas integrados de produção comparados com sistemas exclusivos de produção de recria-engorda	82
Emissões de metano entérico por bovinos de corte em pastagem natural com distintos níveis de intensificação	84
Emissão de metano entérico de bovinos em sistemas integrados no Meio-Norte do Brasil	86
Emissões de metano por bovinos de corte em pastagens temperadas e em sistemas integrados de produção agropecuária	88
Emissões de metano entérico em búfalas na Amazônia Oriental: metodologia Tier2 e hexafluoreto de enxofre (SF ₆)	90
Emissão de metano entérico em búfalas suplementadas com torta de palmiste no bioma Amazônia	92
Emissão de óxido nitroso em pastagens tropicais de sistemas de produção de bovinos de corte	94
Modelagem das emissões de óxido nitroso de pastagens pura de gramínea e consorciada de gramínea com leguminosa no oeste da Amazônia brasileira	96
Dinâmica de gases de efeito estufa e a interface com a eficiência, qualidade dos alimentos e sustentabilidade em sistemas de produção agropecuários do bioma Mata Atlântica	98
Estoque de carbono orgânico e emissão de gases de efeito estufa do solo em área de campo nativo do bioma Pampa	100
Estoque de carbono no solo em sistemas pastoris para a produção leiteira	102

Estoques de carbono no solo em sistemas integrados no bioma Mata Atlântica	104
Estoques de carbono e humificação no solo em pastagens com diferentes níveis de intensificação no Brasil	106
Indicador de qualidade do solo em sistema pecuário integrado de baixa emissão de carbono no Bioma Amazônia	108
Modelagem estatística do carbono no solo em sistema de produção especializado de integração lavoura-pecuária-floresta em Paragominas-PA	110
Biomassa e estoque de carbono em árvores de eucalipto em sistemas integrados de produção pecuária	112
Sistemas de produção sustentáveis, integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta	114
Potencial de serviços ambientais com uso de eucalipto em sistemas de produção integrados	116
Emissão de metano entérico de novilhas Nelore em sistemas integrados e extensivo	117
Emissões de gases de efeito estufa do solo em diferentes sistemas de produção animal no Cerrado brasileiro	118
Teores de carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta	119
3. FATORES DE EMISSÃO E REMOÇÃO PARA NÃO RUMINANTES	120
Fatores de emissão e remoção de gases de efeito estufa da produção de não ruminantes no território nacional	122
Emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) nos arranjos tecnológicos de produção e uso de biogás	130
Emissões de óxido nitroso provenientes da suinocultura	132
Emissões de gases de efeito estufa e amônia oriundas da criação de frangos de corte em múltiplos reuso da cama	134
Emissões de gases de efeito estufa durante o alojamento de frangos de corte sob cama reutilizada	138
Modelagem da emissão de dióxido de carbono na produção de frangos de corte	140
Efeitos da intensidade e escala de produção sobre impactos ambientais na cadeia produtiva de carne de aves: avaliação do ciclo de vida de cenários – franceses e brasileiros – de produção de aves	142

Impactos ambientais no processo produtivo de frangos de corte	144
Estratégias para mitigação das emissões de óxido nitroso após aplicação de dejetos de animais e uréia em plantio direto no sul do Brasil	146
Compreendendo as emissões e remoções de gases de efeito estufa (GEE) em pisciculturas em tanques-rede em reservatórios	150
Emissão ou remoção: o enigma da maricultura no balanço de carbono azul	152
ANEXO – CONTINUAÇÃO BIBLIOGRÁFICA	154

SIGLAS

ACV	Análise do Ciclo de Vida
AND	Autoridade Nacional Designada
BTRs	Relatórios Bienais de Transparência
BUR	Relatórios Bienais de Atualização
CBDR	Responsabilidades Comuns, Porém Diferenciadas
CCN	Carne Carbono Neutro
CH ₄	Metano
CMS	Consumo de Matéria Seca
CO ₂	Dióxido de Carbono/Gás Carbônico
COP	Conferência das Partes
<i>Default</i>	Padrão
ETF	Estrutura de Transparência Aprimorada
EXT	Sistema Extensivo
FBN	Fixação Biológica de Nitrogênio
FE	Fator de Emissão e Remoção
GEE	Gases de Efeito Estufa
GPD	Ganho de Peso Diário
IAL	Pastagem Irrigada com Alta Lotação Animal
IE	Intensidade de Emissão
ILA	Abordagem Integrada da Paisagem (sigla em inglês; <i>Integrated Landscape Approach</i>)

ILP	Sistema de Integração Lavoura-Pecuária
ILPF	Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (sigla em inglês; <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>)
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
MOS	Matéria Orgânica do Solo
N ₂ O	Óxido Nitroso
NATCOM	Comunicações Nacionais (sigla em inglês; <i>National Communications</i>)
NH ₃	Amoníaco ou Amônia
PAG	Potencial de Aquecimento Global
PECUS	Projeto Dinâmica de Gases de Efeito Estufa em Sistemas de Produção da Agropecuária Brasileira
PNMC	Política Nacional sobre a Mudança do Clima
SF ₆	Hexafluoreto de Enxofre (gás traçador)
SIPA	Sistemas Integrados de Produção Agropecuária
SISAVE	Sistema de Amostragem de Gases do Efeito Estufa na Avicultura
SPD	Sistema Plantio Direto
TEC	Toneladas Equivalente Carcaça
UNFCCC	Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (sigla em inglês; <i>United Nation Framework on Climate Change Convention</i>)
Ym	Fator de Conversão de Metano / Fermentação Entérica

+PRECOCE – EFICIÊNCIA E INOVAÇÃO NA CADEIA DO NOVILHO PRECOCE INTEGRANDO PANTANAL E CERRADO

Ivan Bergier¹; Urbano Gomes Pinto de Abreu¹; Luiz Orcírio Fialho de Oliveira¹; Michely Tomazi²; Fernando Rodrigues Teixeira Dias¹; Erikliis Nogueira¹; Juliana Corrêa Borges-Silva¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Pantanal; ² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Agropecuária Oeste.

A produção pecuária de cria no Bioma Pantanal é fonte importante de fornecimento de bezerros para os sistemas de recria e engorda do Bioma Cerrado, tornando necessário o estudo das emissões de metano em cada fase e em cada bioma para a correta avaliação das emissões de gases de efeito estufa da cadeia produtiva de gado de corte. A emissão entérica de bovinos da raça Nelore produzidos em pastagens de fazendas localizadas em planícies inundáveis (caso do Pantanal) pode ser considerada nula frente ao balanço das emissões das paisagens, uma vez que, na ausência do gado, essas pastagens seriam em boa medida convertidas em metano via herbivoria de ruminantes nativos, via fermentação em solos anaeróbios ou via emissão de metano pirogênico (queimadas). As emissões entéricas devem ser consideradas nulas para taxas de lotação extensivas (até 0,5 UA*/ha na média anual) ou incremental em proporção ao aumento da taxa de lotação dentro dos limites de intensificação sustentável (aumento de oferta de forragem).

* 1 UA (Unidade Animal) equivale a 450 kg ou 37,5 arrobas.

RESULTADOS

- Em síntese, para fazendas inundáveis de bovinocultura no Pantanal ou em áreas análogas:
- As emissões entéricas são nulas para taxas de lotação de 0,2 a 0,5 UA/ha;
- Computa-se as emissões entéricas líquidas (bovinos a mais) com os fatores de emissão diária de 141 g (outono/inverno) a 323 g (primavera/verão) de CH₄ (Oliveira *et al.*, 2016) para taxas de lotação > 0,5 UA/ha.

Tabela 1: Emissões de metano difusivo de paisagens inundáveis e não inundáveis na Fazenda São Bento

Paisagem	Área (hectares)	Área (%)	Range do fator de emissão (mg CH ₄ ·m ⁻² ·h ⁻¹)		Fluxos integrados por área (Mg CH ₄ ·y ⁻¹)		Referência
Florestas	885,5	10	-0,013	-0,002	-1,0	-0,2	Bergier <i>et al.</i> (2019)
Pastagem pouco inundada	2.010,4	22	-0,013	-0,002	-2,2	-0,4	Bergier <i>et al.</i> (2019)
Macrófitas aquáticas	607,5	7	6,327	10,423	336,7	554,5	Bergier <i>et al.</i> (2019)
Planícies fluviais	1.501,3	16	6,327	10,423	832,1	1.370,4	Bergier <i>et al.</i> (2019)
Campos inundados	3.185,9	35	6,327	10,423	1.765,7	2.908,0	Bergier <i>et al.</i> (2019)
Áreas alagadas	584,5	6	6,327	10,423	324,0	533,7	Bergier <i>et al.</i> (2019)
Águas abertas	138,1	2	0,292	9,917	3,5	119,9	Alvalá and Kirchhoff (2000)
Estradas	291,8	3	-	-	-	-	Bergier <i>et al.</i> (2019)
Total	9.205	100	-	-	3.258,9	5.487,4	Bergier <i>et al.</i> (2019)

Crédito: própria autoria.

DESAFIOS

- Reduzir e mitigar as emissões de amônia e de outros gases de efeito estufa nos sistemas de produção pecuários. (Portfólio CARNES)

SOLUÇÕES

- Metodologia de mitigação de emissão entérica (nula até 0,5 UA/ha ou sustentável >0,5 UA/ha) para fazendas inundáveis no Pantanal.

DADOS PUBLICADOS EM:

BERGIER, I. *et al.* Could bovine livestock intensification in Pantanal be neutral regarding enteric methane emissions? *Science of the Total Environment*, v. 655, p. 463-472, 2019.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALVALÁ P.C., KIRCHHOFF V.W.J.H. (2000) Methane Fluxes from the Pantanal Floodplain in Brazil: Seasonal Variation. In: van Ham J., Baede A.P.M., Meyer L.A., Ybema R. (eds) *Non-CO₂ Greenhouse Gases: Scientific Understanding, Control and Implementation*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-015-9343-4_6

OLIVEIRA, L. O. F. *et al.* Comparison of methane emissions by cattle pastures in the Pantanal, between two seasons of the year. In: *INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GREENHOUSE GASES IN AGRICULTURE, 2., 2016, Campo Grande, MS. Proceedings [...]*. Brasília: Embrapa, 2016. p. 73-74.

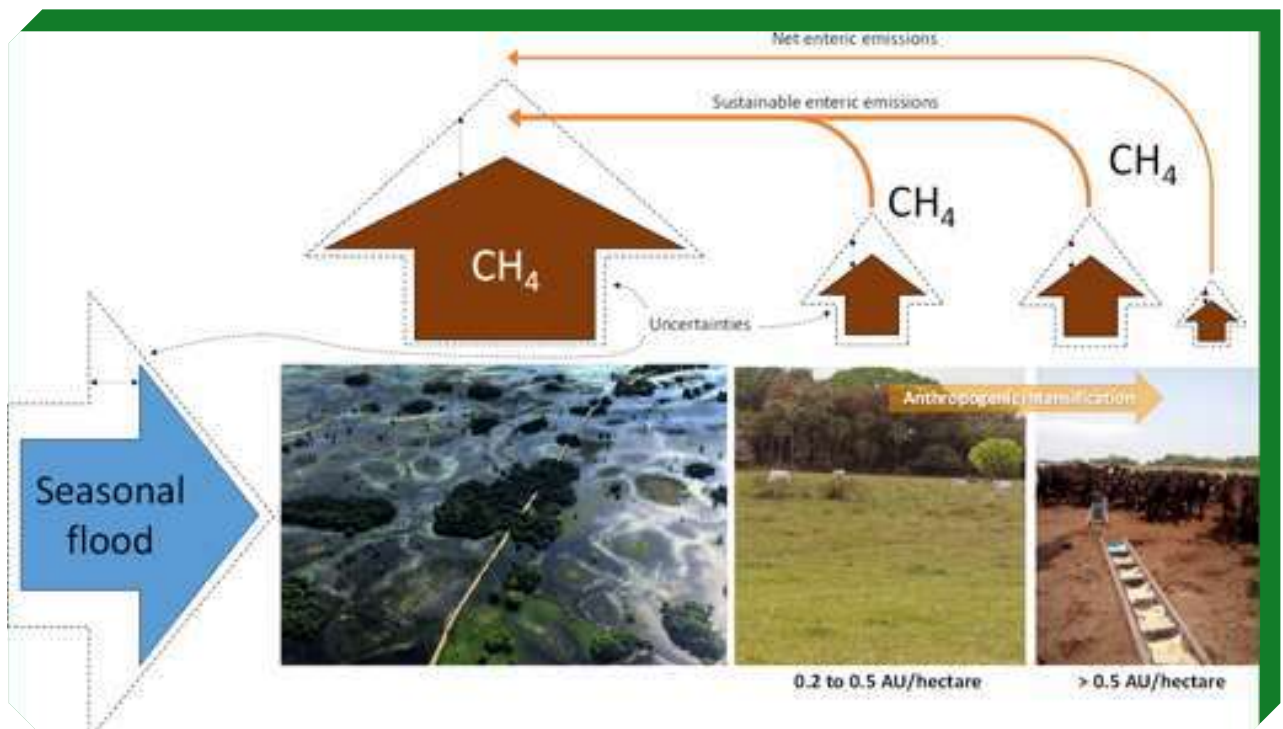
COORDENADORES DO PROJETO

Dra. Juliana Correa Borges Silva

Embrapa Pantanal

e-mail: juliana.correa@embrapa.br

Figura 1: Dinâmica dos fluxos de CH₄ por paisagens inundáveis e bovinos de gado de corte (Nelore) no Pantanal



Crédito: Iuan Bergier.