

# Mitigação e redução:

# Como o campo se conecta com a resiliência climática.

# Projetos de pesquisa sobre balanço de GEE nos campos e nas florestas.

## Edital SEMA/FAPERGS 005/2023.



GOVERNO DO ESTADO  
**RIO GRANDE DO SUL**  
O futuro nos une.



# Semeando Sustentabilidade no Pampa: Avaliação do Impacto da Utilização de Boas Práticas no Cultivo do Arroz Sobre o Balanço de Gases de Efeito Estufa

**Dr. Vinícius dos Santos  
Cunha**



# Objetivos

## Objetivo geral

Investigar o balanço de gases do efeito estufa em dois sistemas de produção de arroz irrigado no Bioma Pampa Sul-Rio-Grandense, a fim identificar o impacto da utilização de boas práticas no controle da emissão desses gases na orizicultura. Adicionalmente, a presente proposta visa desenvolver estratégias para a mitigação das emissões desses gases, bem como o desenvolvimento de ferramentas para o monitoramento de gases de efeito estufa.



# Objetivos Específicos

- Impacto das boas práticas de manejo no balanço de gases de efeito estufa;
- Quantificação de gases durante os processos de implantação, cultivo e colheita do arroz irrigado;
- Teste e validação do método da covariância de vórtices e do sensoriamento remoto multiespectral como alternativas às câmaras de solo para monitoramento em larga escala de gases de efeito estufa em áreas arroteiras do Bioma Pampa Sul-Rio-Grandense.
- Criação de um banco de dados de longo período para pesquisa e monitoramento de gases de efeito estufa



- Desenvolvimento de aplicativo/software para monitoramento em tempo real de emissões de gases
- Embasamento teórico/prático para a entrada de produtores no mercado de créditos de carbono
- Aprimoramento e promoção de boas práticas no cultivo do arroz para reduzir emissões
- Difusão de conhecimento sobre práticas sustentáveis e monitoramento de gases de efeito estufa
- Formação de recursos humanos capacitados em monitoramento de gases e práticas sustentáveis
- Fortalecimento dos grupos de pesquisa envolvidos na proposta
- Consolidação e desenvolvimento de colaborações de pesquisa nacionais e internacionais

# Equipe

## UNIPAMPA

- Chaiane Guerra Da Conceição
- Elder De Macedo Rodrigues
- Eracilda Fontanela
- Fátima Cibele Soares
- Felipe Denardin Costa\*
- Giulian Rubira Gauterio
- Glauber Monçon Fipke
- COLABORADORES:
- Gabriel De Oliveira - USA | Ivo Mello - IRGA
- Pablo Oliveira UFRN | Xiangming Xiao - OU
- Ildevana Poltronieri Rodrigues
- Lanes Beatriz Acosta Jaques
- Luiz Eduardo Medeiros
- Pedro Roberto Madruga
- Rafael Maroneze
- Vinícius Dos Santos Cunha



Universidade Federal do Pampa



Instituto Rio Grandense do Arroz



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE



The  
UNIVERSITY  
of  
OKLAHOMA



UNIVERSITY OF  
SOUTH ALABAMA

# Execução do projeto

## Estágio atual:

- Conclusão dos processos de compra dos equipamentos;
- Construção das câmaras de solo;
- Captação recursos;
- Modelagem e projeções das emissões de gases de efeito estufa no RS;



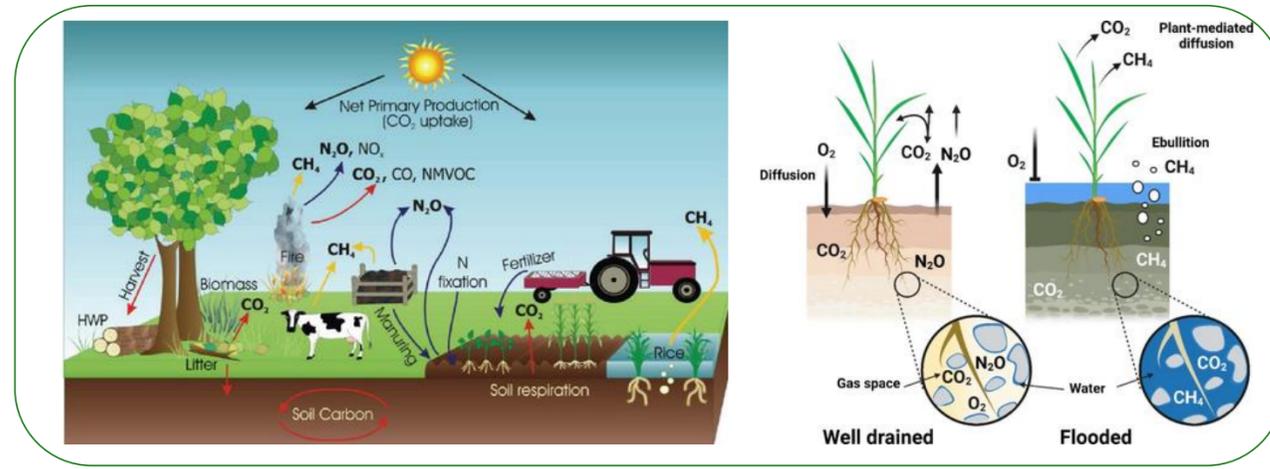


# Captação de recursos

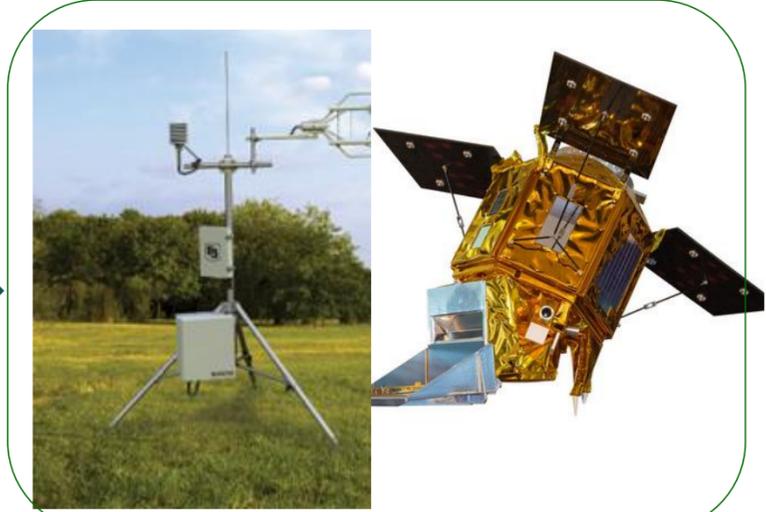
Projetos contemplados em editais de apoio à pesquisa (relacionados com o projeto)

- Balanço de emissões de gases de efeito estufa e qualidade do arroz irrigado em diferentes cenários de supressão hídrica - Edital 09/2024- Programa Pesquisador Gaúcho- PqG;
- Modelagem e observação de fluxos turbulentos e gases de efeito estufa em diferentes ecossistemas brasileiros - CHAMADA CNPq n.º 14/2023 – Apoio a Projetos Internacionais de Pesquisa Científica, Tecnológica e de Inovação;

# Modelagem e projeções das emissões de GEEs no RS



Observações

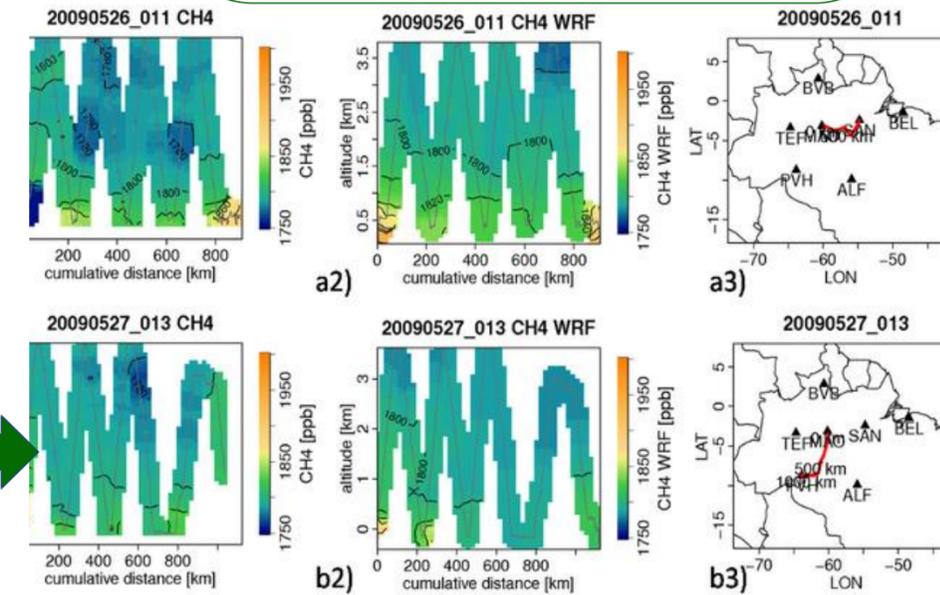


Modelagem



calibração

Projeções



# Perspectivas

- A partir da chegada dos equipamentos iniciar o monitoramento desde o início da próxima safra;
- Disponibilização dos dados já processados no site do projeto;
- Desenvolvimento do aplicativo de monitoramento de emissões;
- Estabelecer cooperações para o compartilhamento de dados e calibração do modelo;

# Estudo micro meteorológico e medidas de gases de efeito estufa no Bioma Pampa: conexões com eventos climáticos extremos.

**Dr. Michel Baptistella Stefanello**



# Estudo Micro meteorológico e Medidas de Gases de Efeito Estufa no Bioma Pampa: Conexões com Eventos Climáticos Extremos

Prof. Dr. Michel Baptistella Stefanello  
Departamento de Física  
Universidade Federal de Santa Maria



GOVERNO  
DO ESTADO  
**RIO  
GRANDE  
DO SUL**  
O futuro nos une.

# 1. Introdução

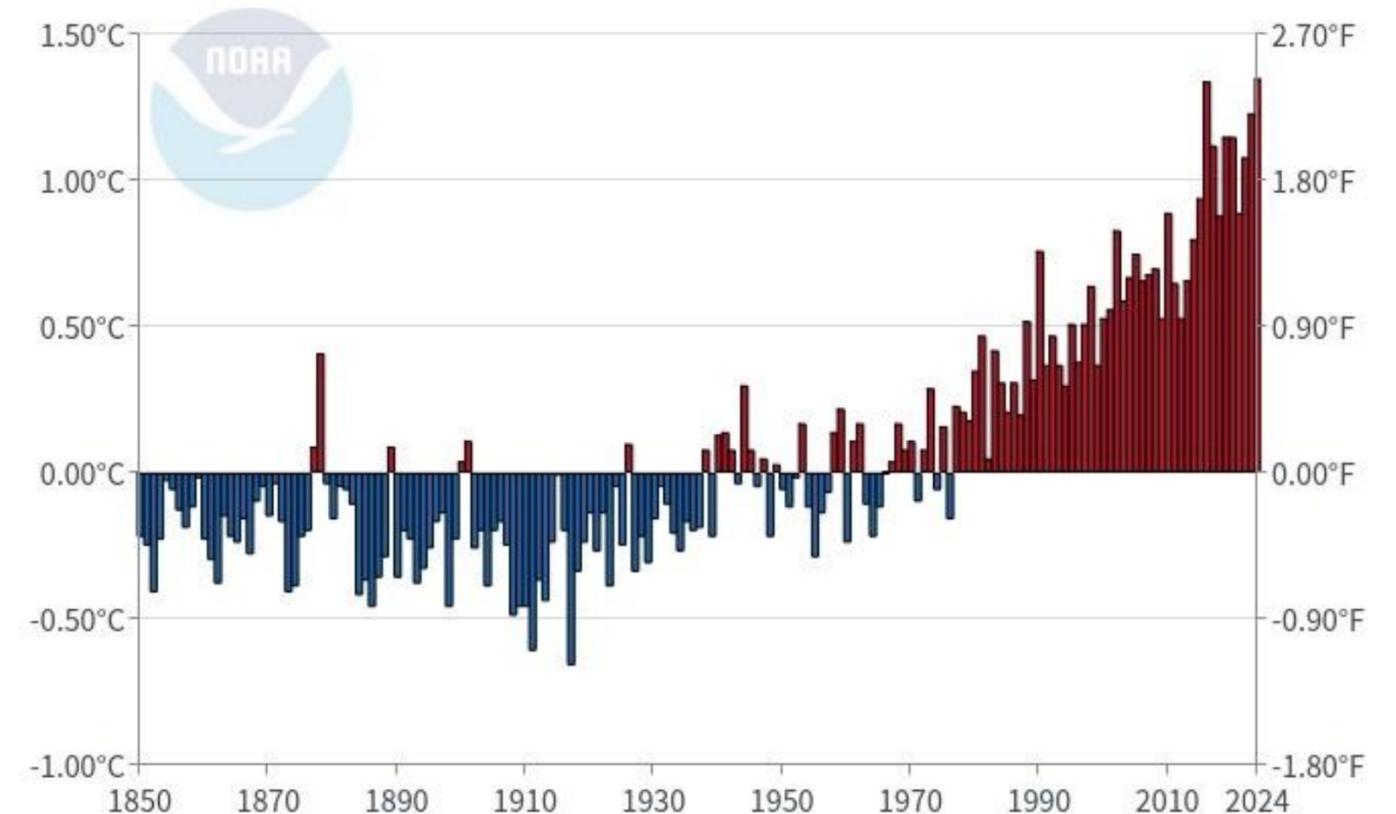
- A técnica de covariância dos vórtices turbulentos representa uma ferramenta robusta e bem estabelecida para medir diretamente os fluxos de  $\text{CO}_2$ , vapor d'água, calor, entre os ecossistemas e a atmosfera;
- O conhecimento dos fluxos e de seus padrões apresentam inúmeras aplicações práticas, tais como, no balanço hidrológico, na previsão do tempo e clima local e regional.



# 1. Introdução

- Existe uma tendência positiva de aumento na intensidade e frequência das altas temperaturas em escala global e regional;
- A compreensão dos impactos provocados pelas altas temperaturas nos ecossistemas, principalmente no ***Bioma Pampa*** permanece limitada.

**Global Land and Ocean**  
March Average Temperature Anomalies



## 2. Objetivos

Com foco no **Bioma Pampa** brasileiro os objetivos principais do projeto são:

- Dar continuidade no monitoramento de gases de efeito estufa;
- Ampliar o monitoramento de gases de efeito estufa;
- Avaliar o impacto de eventos extremos no Bioma.



# 3. Desenvolvimento Atual

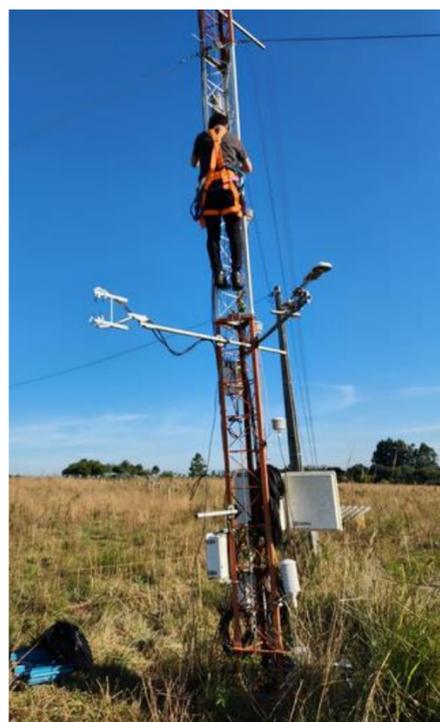
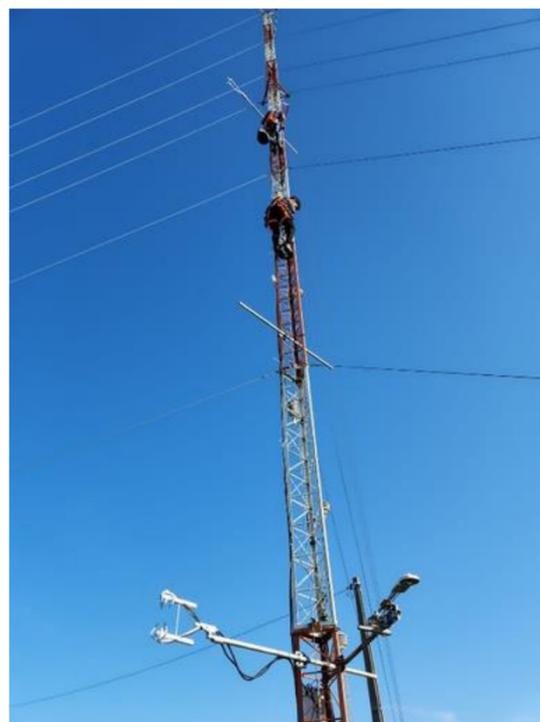
3.1 Dar continuidade ao monitoramento de gases de efeito estufa;



*Reconfiguração e modernização da torre de Santa Maria*



*Retomada do monitoramento*



# 3. Desenvolvimento Atual

3.2 Ampliar o monitoramento de gases de efeito estufa;

Aquisição de equipamentos

Pré-instalação no laboratório

Início do monitoramento



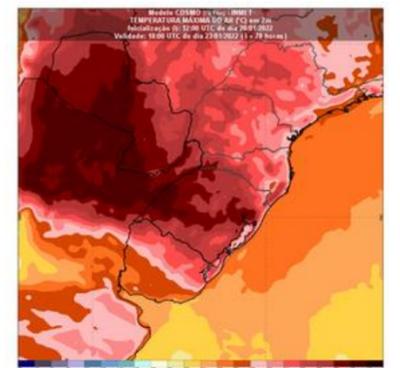
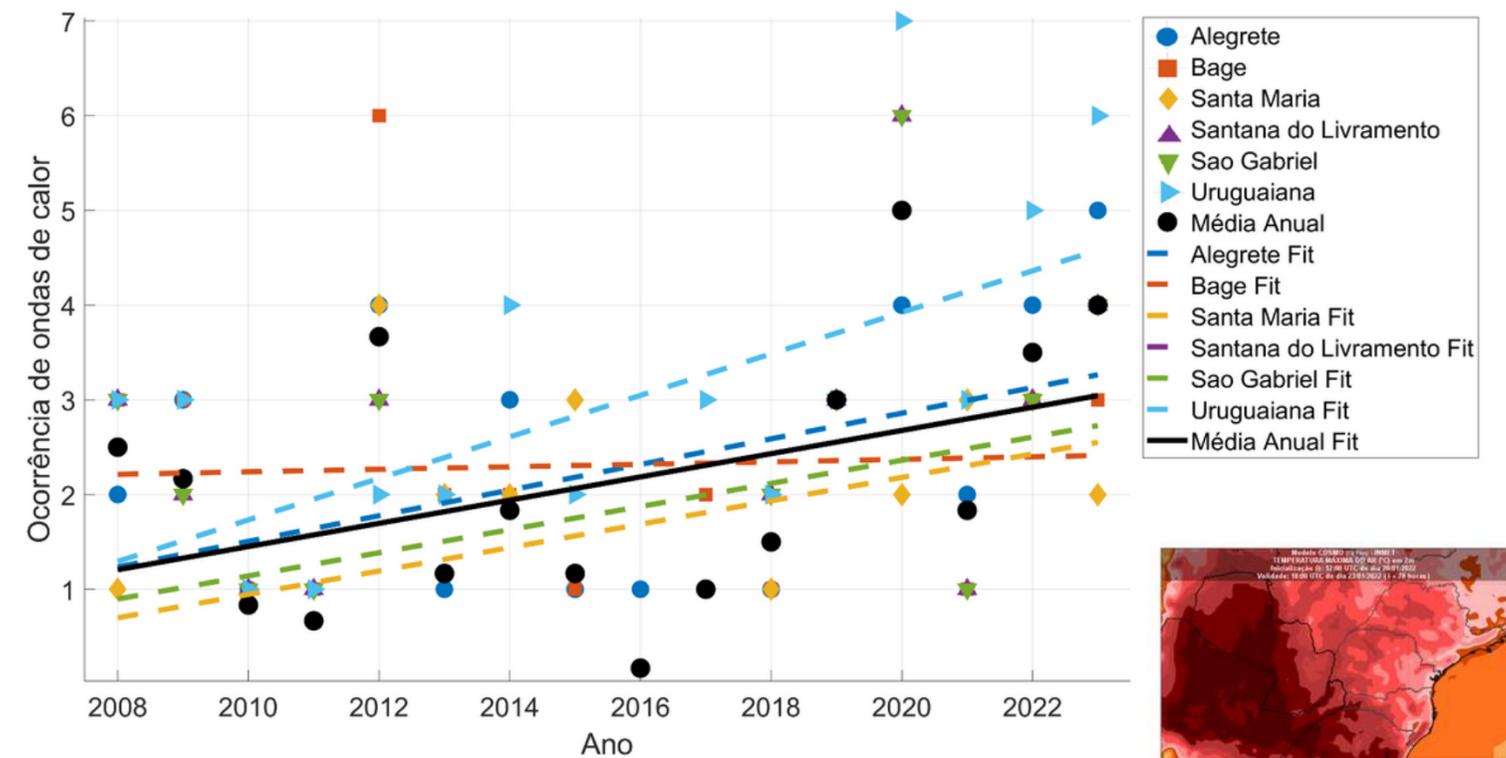
# 3. Desenvolvimento Atual

## 3.3 Avaliar o impacto de eventos extremos no Bioma;

✓ *Aquisição de equipamentos*



✓ *Análise de eventos extremos no Bioma Pampa*



# 3. Desenvolvimento Atual

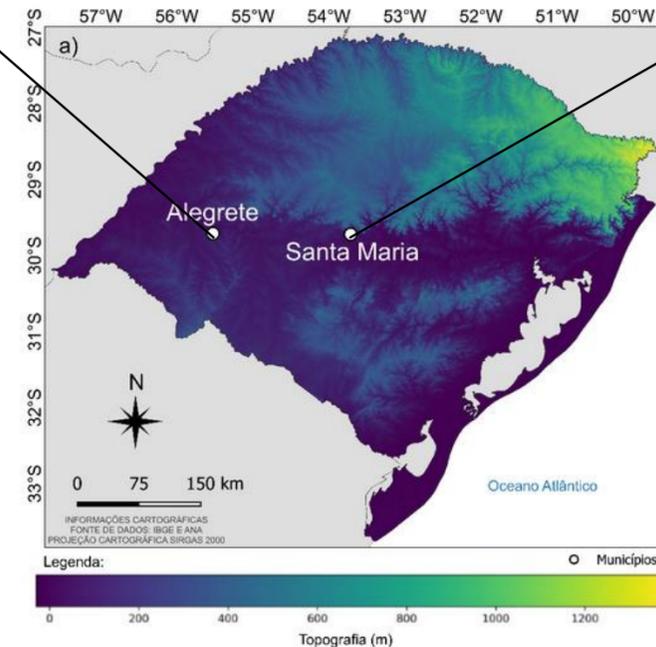
## 3.3 Avaliar o impacto de eventos extremos no Bioma;

Impactos nas propriedades térmicas do solo;

Impactos nos fluxos de  $CO_2$ , calor e  $H_2O$ ;

Campanhas observacionais;

Rede de monitoramento em operação;



# Monitoramento do Carbono no solo e gases de efeito estufa em campos cultivos puros ou integrados e florestas.

**Dr. Paulo César de Faccio Carvalho**



# Equipe do Projeto

**Coordenador e Coordenador Substituto:**

## COORDENADORES



PROF. PAULO CESAR DE FACCIO CARVALHO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PESQUISADOR 1A - CNPQ

PROF. CIMÉLIO BAYER  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PESQUISADOR 1A - CNPQ



# Equipe do Projeto

## INSTITUIÇÕES DO SETOR PRODUTIVO INTEGRANTES DA PROPOSTA



COOPERATIVA CENTRAL  
GAÚCHA LTDA



ALIANZA DEL PASTIZAL



EMBRAPA TRIGO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA MARIA

UFSM



SINDICATO DA INDÚSTRIA DE  
LATICÍNIOS E PRODUTOS DERIVADOS



INSTITUTO RIO GRANDENSE  
DO ARROZ



EMBRAPA CLIMA TEMPERADO



Universidade Federal do Pampa

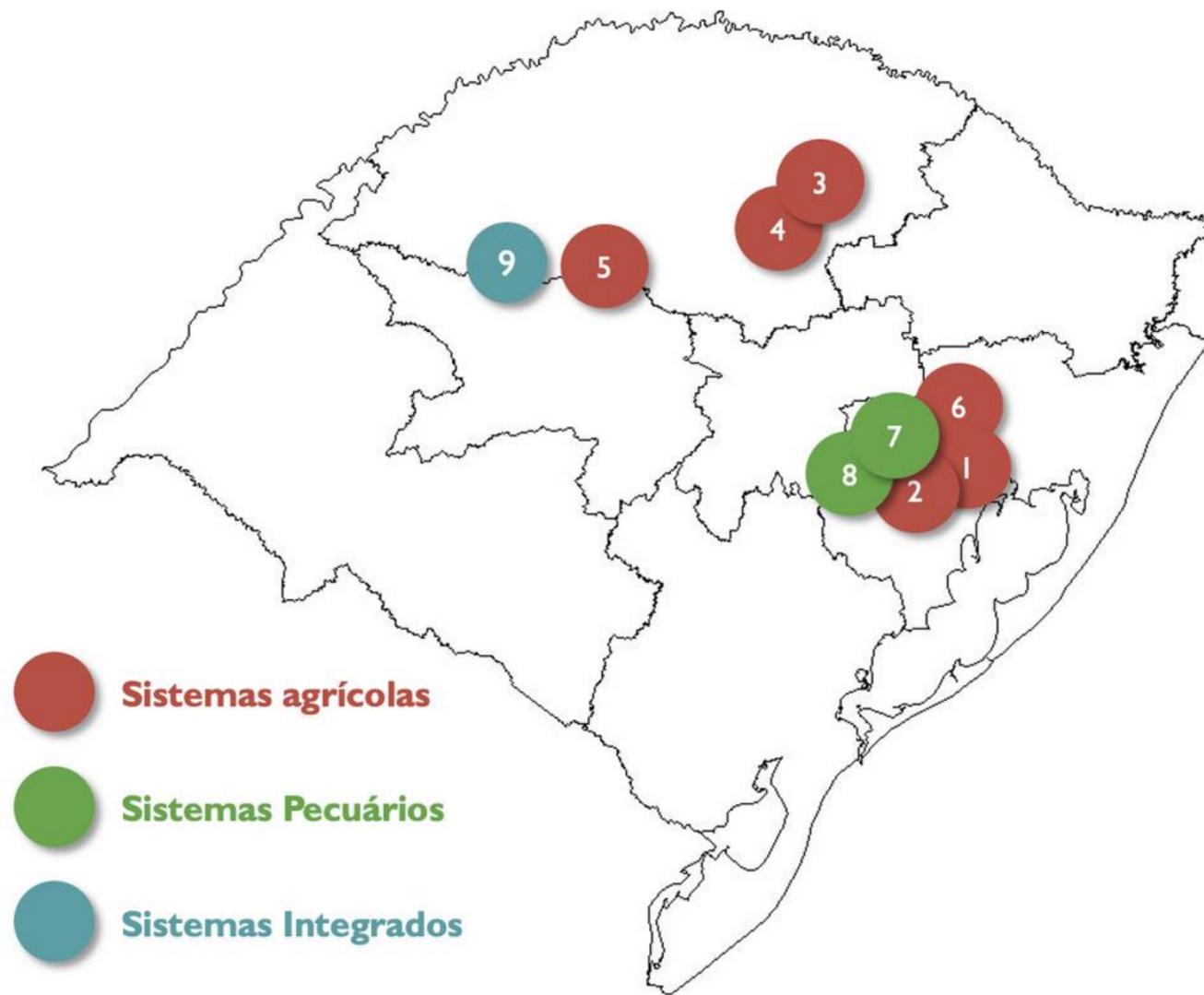
UNIPAMPA

Esta proposta abrange todos os principais componentes dos setores agrícola e pecuário do estado, envolvendo 34 pesquisadores de 13 diferentes instituições, e inúmeros colaboradores e estudantes, devidamente distribuídos nas diferentes regiões do estado. São 5 Projetos Componentes temáticos com 22 subprojetos que inclui todos os principais ambientes produtivos primários considerando sistemas de produção agrícola, pecuária, florestal, sistemas integrados e ambientes nativos, campestres e florestais.

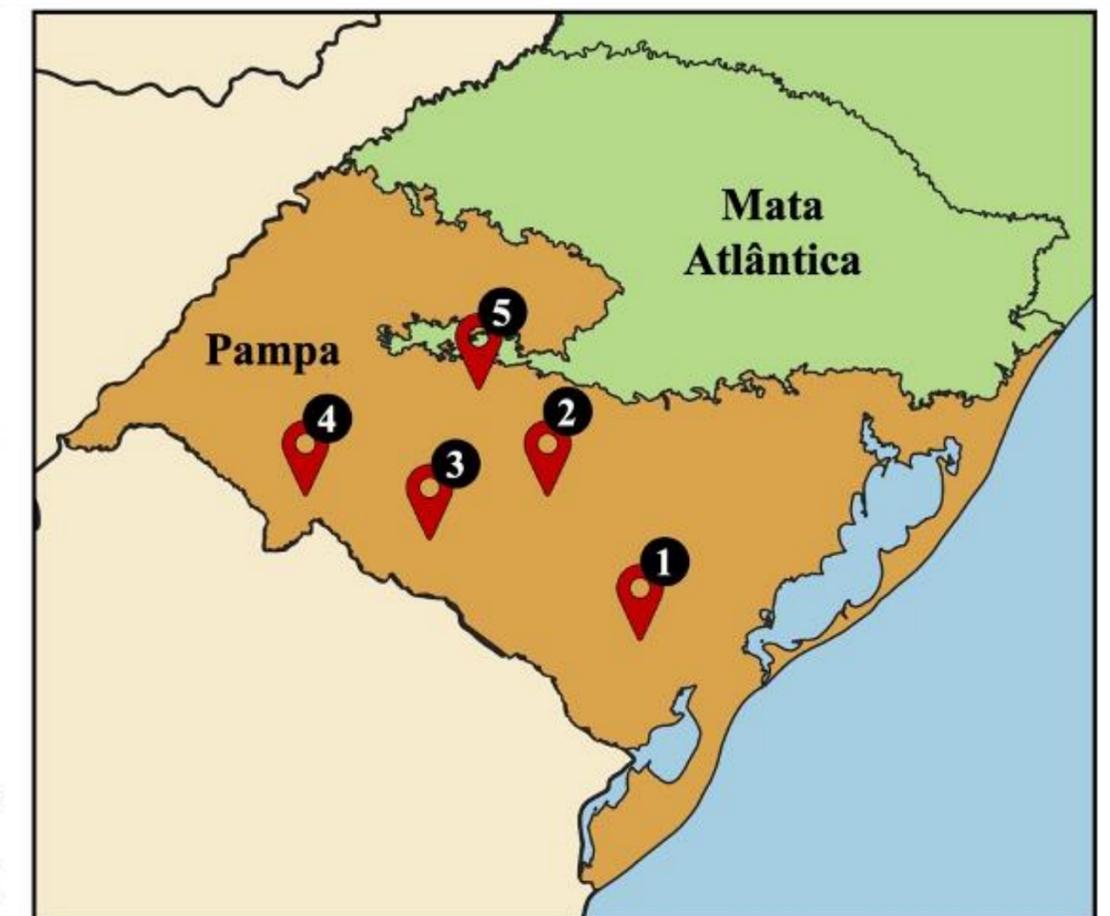


# Monitoramento e localização

## Distribuição das Áreas Experimentais no RS



- 1 Piratini
- 2 Lavras do Sul
- 3 Dom Pedrito
- 4 S. do Livramento
- 5 São Pedro do Sul



# Objetivos do Projeto



No componente pecuária a proposta abrange a bovinocultura de corte, bovinocultura de leite e a ovinocultura em diferentes ecossistemas pastoris. No componente agrícola a proposta abrange os cultivos de arroz, soja, milho e erva-mate. Ademais, os campos nativos e florestas ripárias nativas também estão contempladas nas ações de pesquisa.

# Objetivos do Projeto



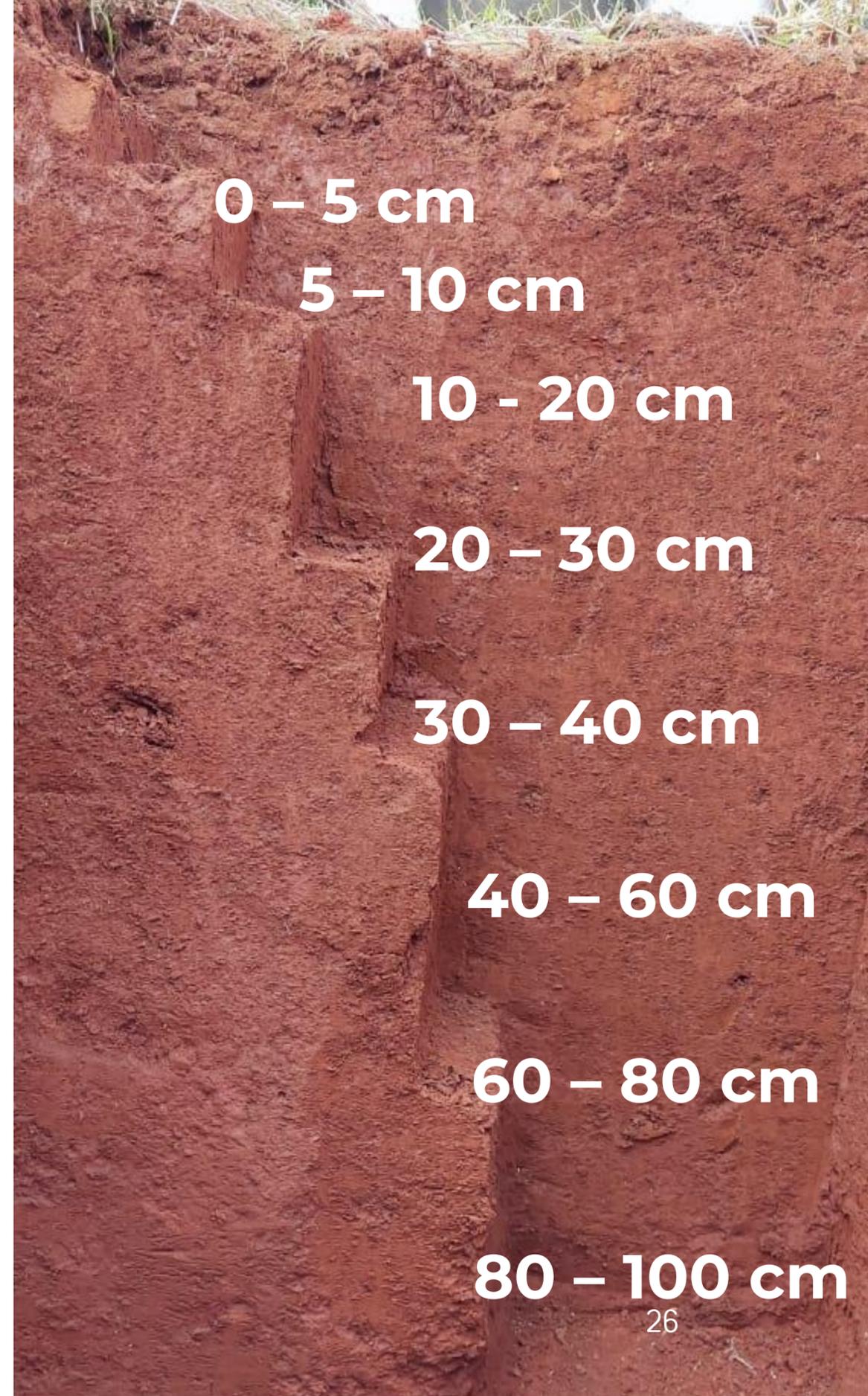
Os principais gases de efeito estufa monitorados nesse projeto serão o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), o metano ( $\text{CH}_4$ ) e o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ).

Com base nas informações obtidas pelo monitoramento, será possível desenvolver e implementar estratégias de mitigação específicas.

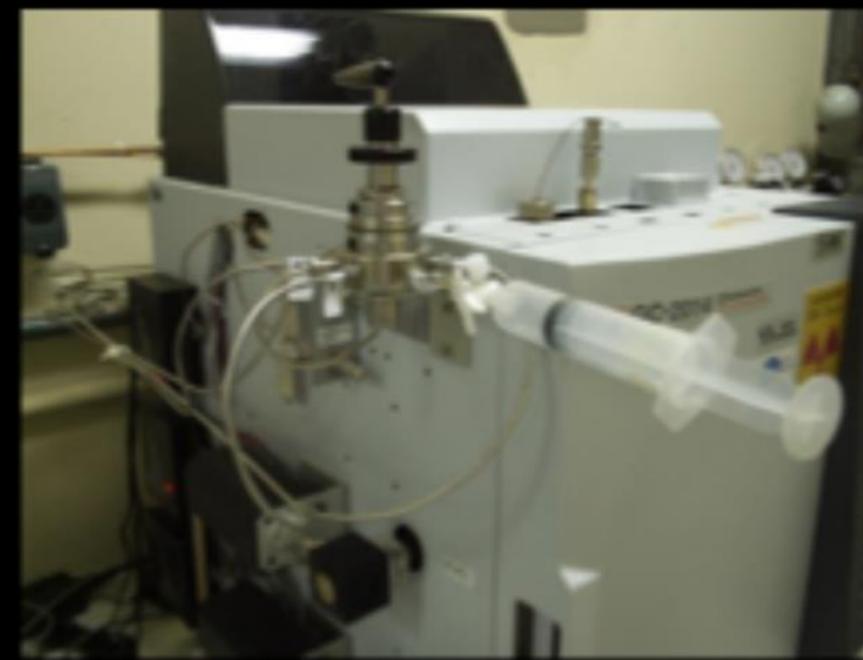
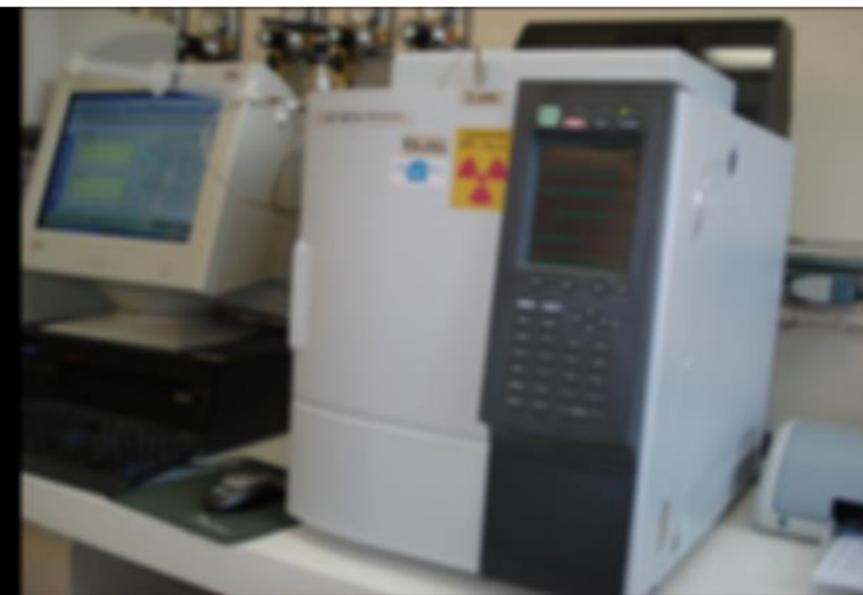
# AMOSTRAGEM DO SOLO EM PROFUNDIDADE



MORI (2024).



# GEE : câmeras estáticas



# Avaliações de Gases de Efeito Estufa na Pecuária



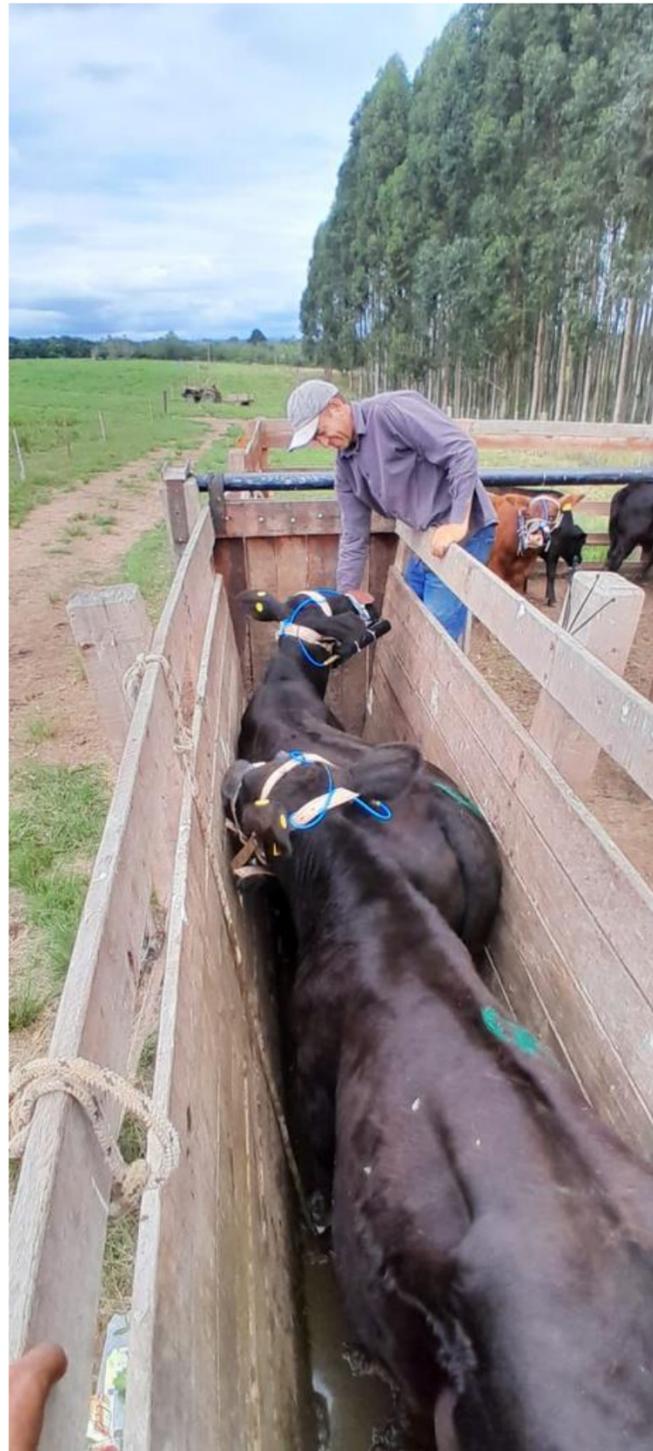
# Avaliações de Gases de Efeito Estufa na Pecuária



# Objetivos do Projeto

A proposta visa contribuir com a estratégia governamental para a Agenda do Clima no Rio Grande do Sul. Pretende contribuir com o mapa estratégico do governo do RS, no item “Desenvolvimento Econômico Inovador” e em específico no sub-item “Promover a sustentabilidade ambiental, fomentando a transição energética e a adaptação às mudanças climáticas”. No que diz respeito à Assessoria do Clima, o projeto abrange parte ou totalidade dos quatro eixos de governança denominados resiliência climática, transição energética, redução das emissões de GEE e educação ambiental e conscientização. Os resultados do projeto trarão suporte a métricas e metas aderentes aos compromissos climáticos firmados pelo estado, destacando-se o Decreto 56.347 *Race to Zero* e *Race to Resilience*.

# Emissão de CH<sub>4</sub> : trabalhos em andamento



**Projeto Componente 1: Caracterização da emissão de GEE em Sistemas de Produção Pecuária e Potencial de Mitigação**

# Emissão de CH<sub>4</sub> : trabalhos em andamento



**Projeto Componente 2: Caracterização da emissão de GEE em Sistemas de Produção Integrados (SIPA/ILP) e Potencial de Mitigação**

# Emissão de GEE : trabalhos em andamento



**Projeto Componente 2: Caracterização da emissão de GEE em Sistemas de Produção Integrados (SIPA/ILP) e Potencial de Mitigação**

# Emissão de GEE : trabalhos em andamento



**Projeto Componente 5: Potencial de sequestro de C e mitigação de GEE pela regeneração de matas nativas e em áreas de produção de erva-mate no RS**

**Monitoramento das emissões de gases de efeito estufa e estoques de carbono visando mitigação e adaptação às mudanças climáticas em sistemas agropecuários e florestais do Rio Grande do Sul.**

**Dr. Sandro José Giacomini**



# Financiamento: EDITAL FAPERGS 05/2023 MONITORAMENTO DE GASES DE EFEITO ESTUFA NOS CAMPOS E NAS FLORESTAS

Valor aprovado: R\$3.859.711,37

Vigência: início 2024/ duração 3 anos

Instituições participantes (+40 pesquisadores):



# Projeto Monitora GEE RS: Emissões de GEEs

No mundo

**75 %**

geração de energia

**12 %**

agropecuária

**7 %**

industriais

**3 %**

resíduos

**7 %**

mudança do uso da terra



No Brasil

2.318,8 Mt CO<sub>2</sub>eq emitidos em 2022

**32,7 %**

mudança do uso da terra

**29,4 %**

agropecuária

**27,7 %**

geração de energia

**5,8 %**

resíduos

**5 %**

industriais



No RS

**50,5 %**

agropecuária

**25,4 %**

geração de energia

**18,3 %**

mudança do uso da terra

**5,2 %**

resíduos

**0,6 %**

industriais



O RS é o sétimo maior emissor de GEE no país, com 108,1 Mt CO<sub>2</sub> eq em 2022

# Monitoramento de GEE e estoque de C na agropecuária e Florestas

O objetivo geral do projeto é monitorar as emissões de GEE e os estoques de C em sistemas agropecuários de produção grãos, pecuária, integrados (mistos) e culturas perenes e florestas do RS.

13 Planos de Ação  
34 Estudos  
12 Municípios do RS



# Emissão de GEE na pecuária

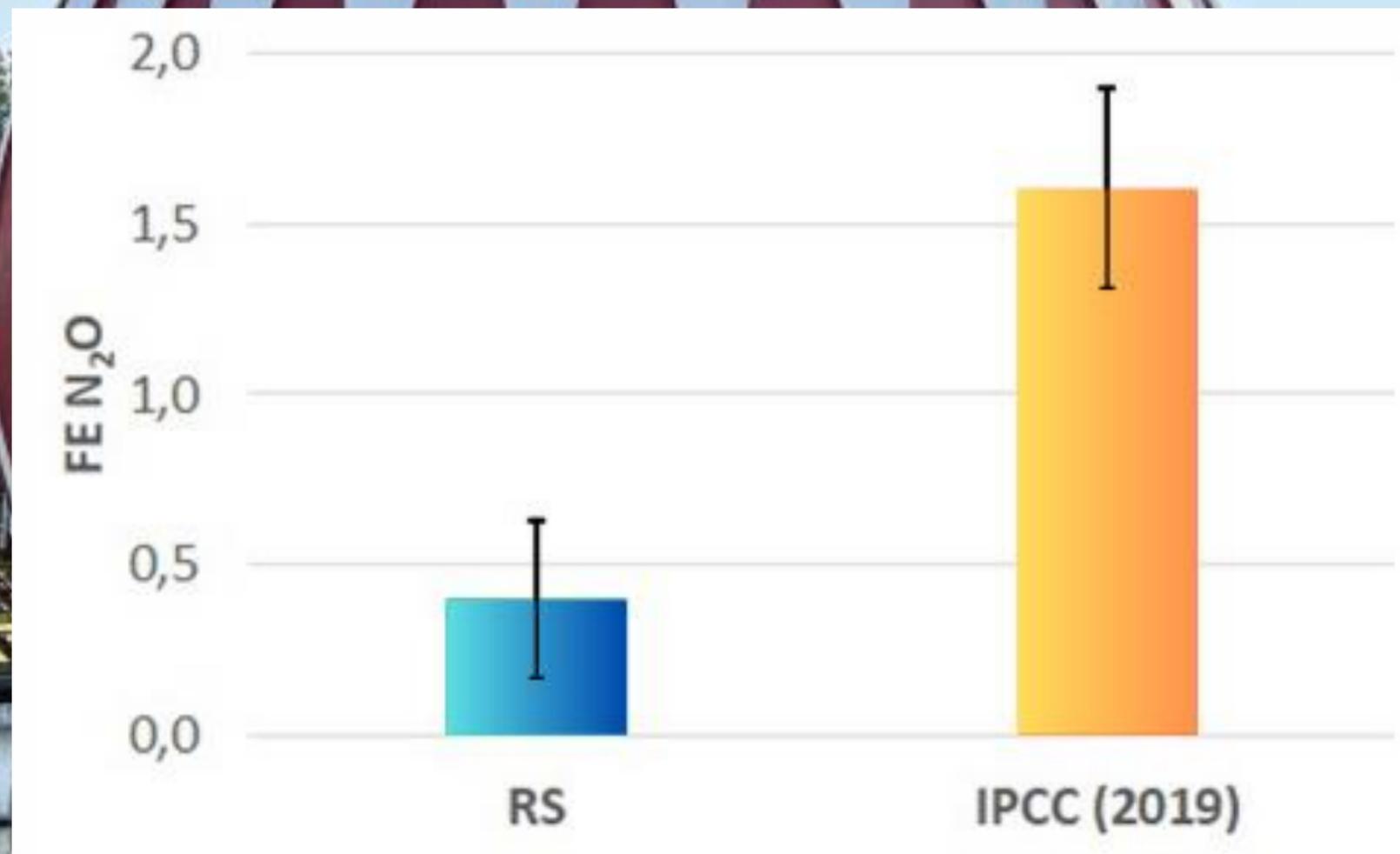


# Emissão de GEE em sistemas de culturas

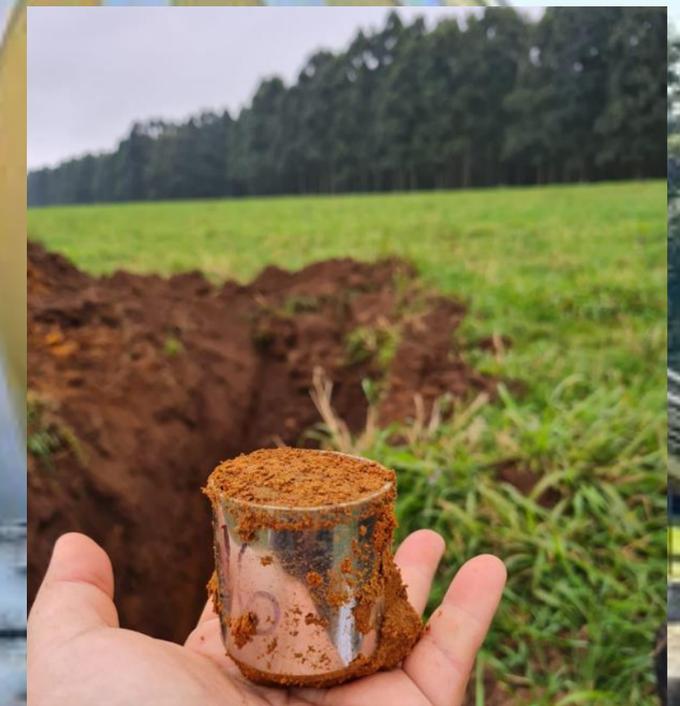
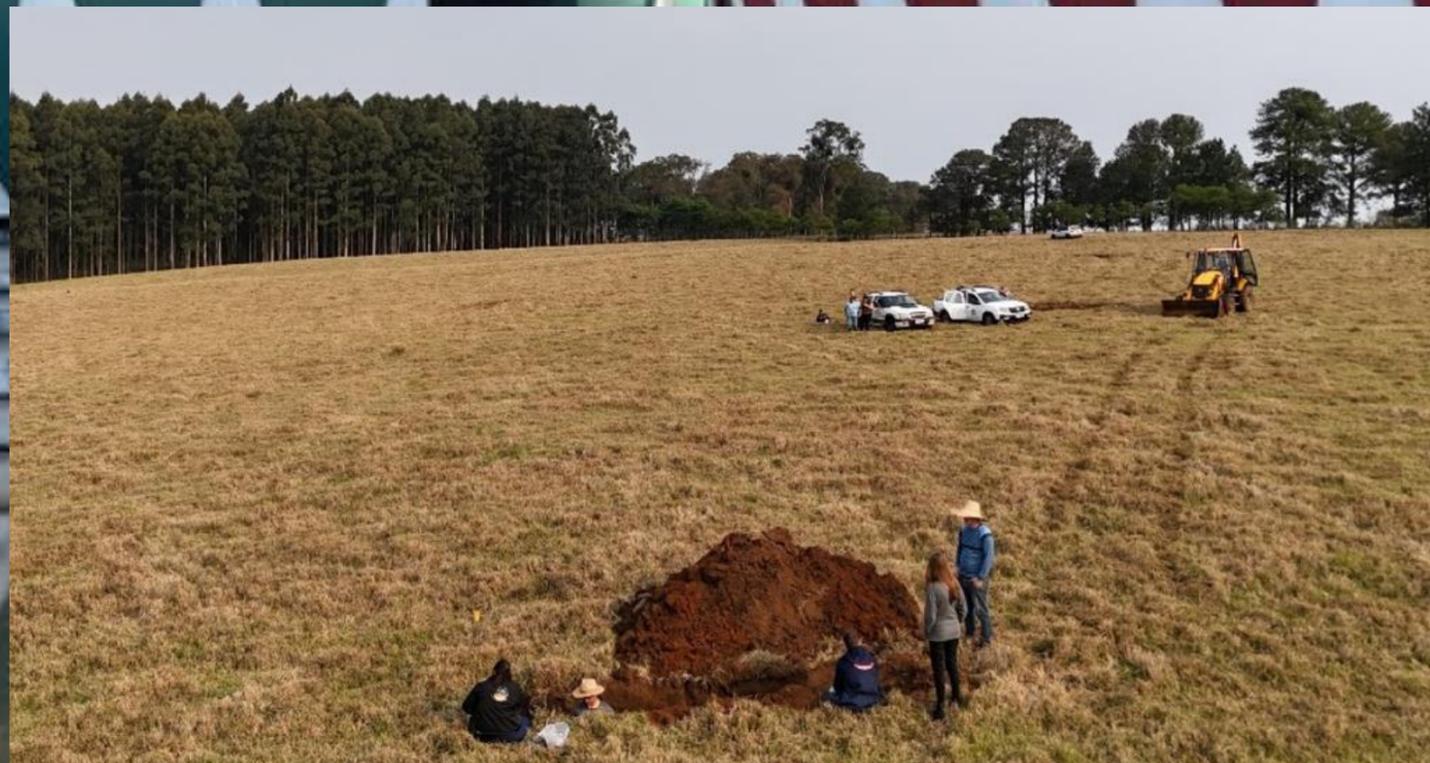


# Fator de emissão de $N_2O$ para o N-ureia

## Regional vs IPCC



# Estoque de carbono no solo e florestas



GOVERNO DO ESTADO  
**RIO GRANDE DO SUL**  
O futuro nos une.

**Avaliação de  
tecnologias com  
potencial de mitigar  
gases de efeito estufa  
nos campos e nas  
florestas nativas e  
cultivadas do RS.**

**Dra. Teresa Cristina  
Moraes Genro**



# Avaliação das emissões de metano em reprodutores bovinos de corte



## 2. Estudar o potencial do farelo de bagaço de uva, usado como ingrediente na suplementação de bovinos de corte em pastejo, para mitigar emissões de metano entérico, controlar verminose



ÁREA COLHIDA DE  
**46,53 MIL**  
HECTARES

PRODUÇÃO DE  
**734,99 MIL**  
TONELADAS

VALOR BRUTO DA  
PRODUÇÃO - VBP  
**R\$ 1,32 BILHÃO** (2022)

Fonte: Radiografia da Agropecuária Gaúcha, 2023

### 3. Monitorar o potencial de mitigação de gases de efeito estufa em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta



Embrapa Pecuária Sul

## 4. Validar os protocolos das certificações Carne Carbono Neutro (CCN), Carne Baixo Carbono (CBC) e Carbono Nativo (CN) em propriedades rurais do Rio Grande do Sul



# 5. Caracterizar a carne produzida por novilhos em terminação das propriedades que avaliarão os protocolos CCN, CBC e CN



# Metodologia e resultados preliminares do Inventário de Emissões de GEE no RS: Apresentação ICLEI.



# Plano de Ação Climática

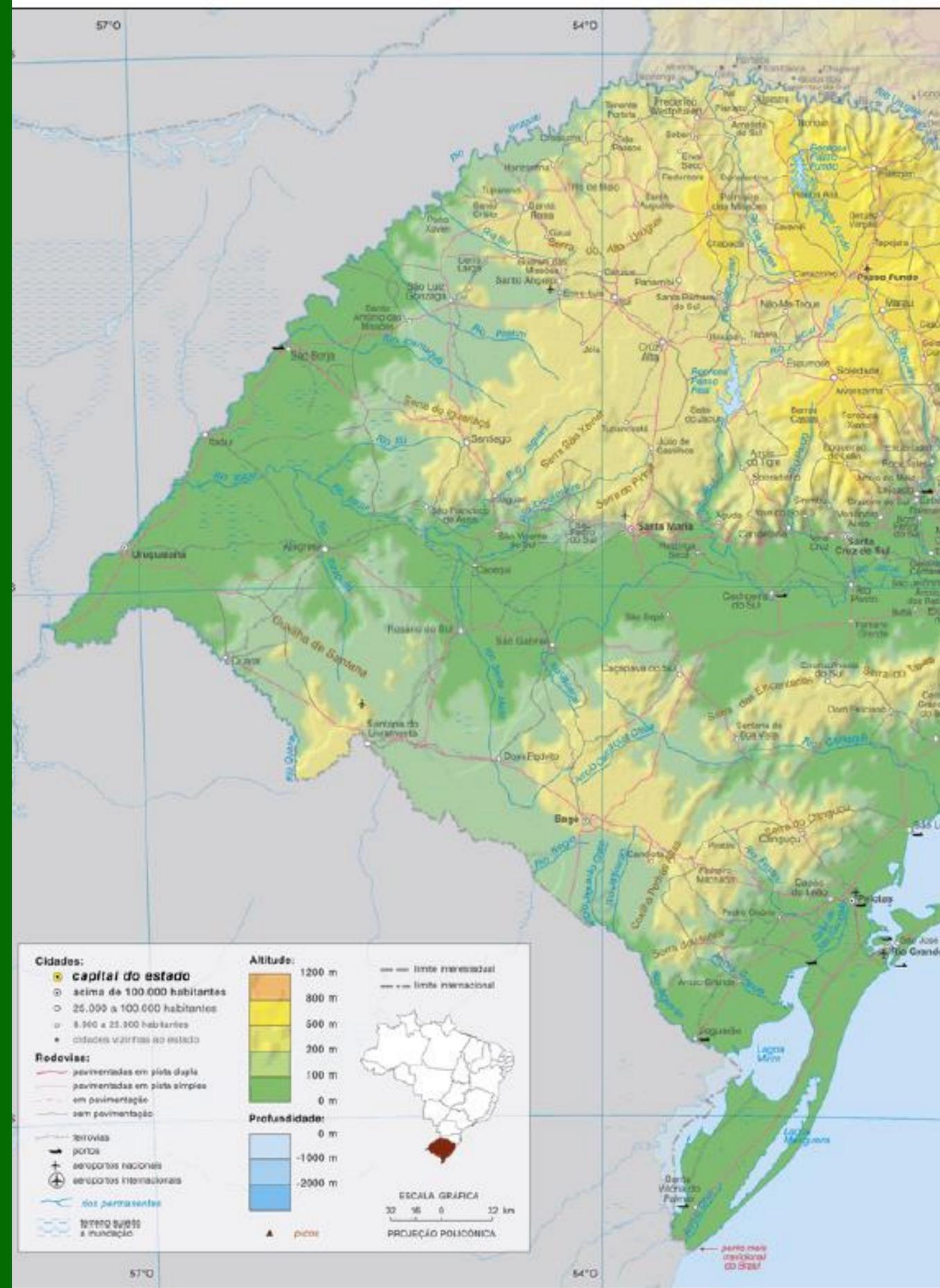
Elaboração do diagnóstico:

Emissões de Gases de Efeito

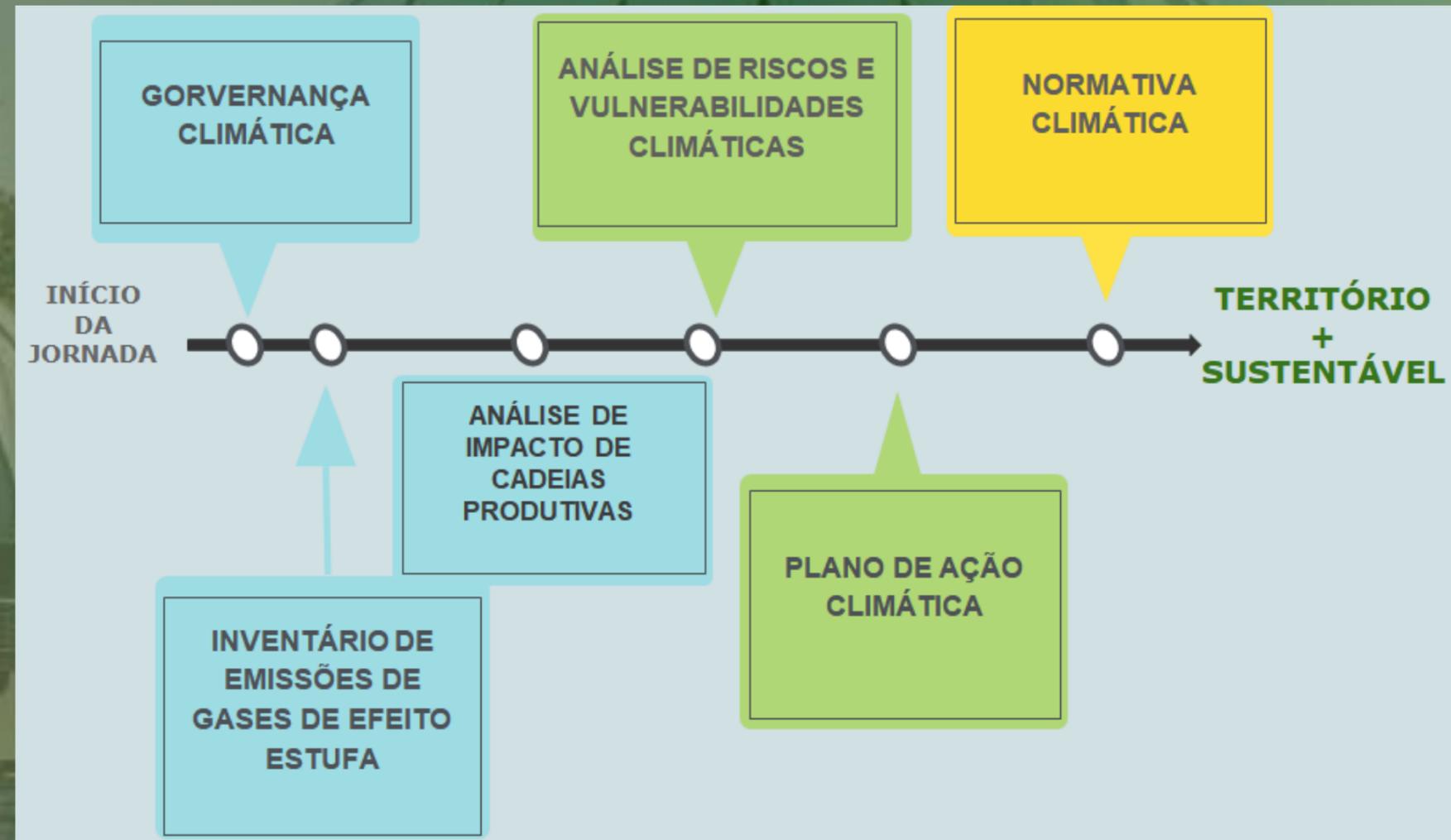
Estufa

# Conformidade Climática

## Rio Grande do Sul

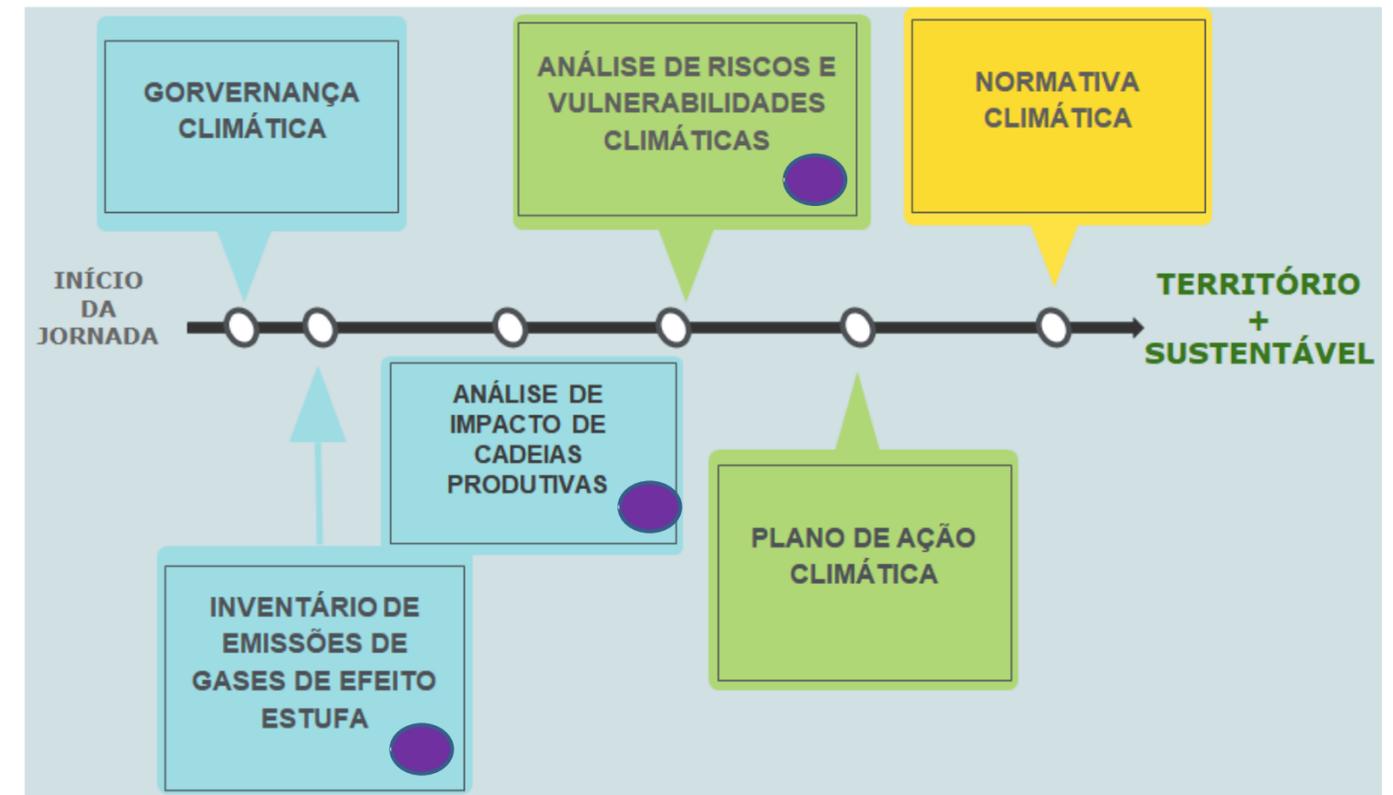


# CONFORMIDADE CLIMÁTICA



Sociedade preparada para combater e se adaptar às mudanças climáticas

# CONFORMIDADE CLIMÁTICA



● Diagnóstico

## Governança Climática

Inventário de EGEE

A I de Cadeias Produtivas

ARVC – Risco e Vulnerabilidades

Plano de Ação Climática

Normativa Climática

# Diagnóstico

## Elaboração do Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (IEGEE)



DE BAIXO  
CARBONO

# Inventário de Emissões de GEE

## Metodologia:

- Base IPCC
- Utilizando como referência o inventário nacional

## Duas etapas:

**Partir das bases gerais (panorama inicial) e, com a contribuição dos setores, aprimorar para resultados mais aproximados:**

- MCTI / SIRENE + SEEG;
- Dados específicos para os setores;
  
- Inventário Estadual.

**Objetivo:** Conhecer/reconhecer para determinar ações factíveis

# Inventário de Emissões de GEE: Panorama inicial

**Para o panorama inicial, temos como base duas fontes:**

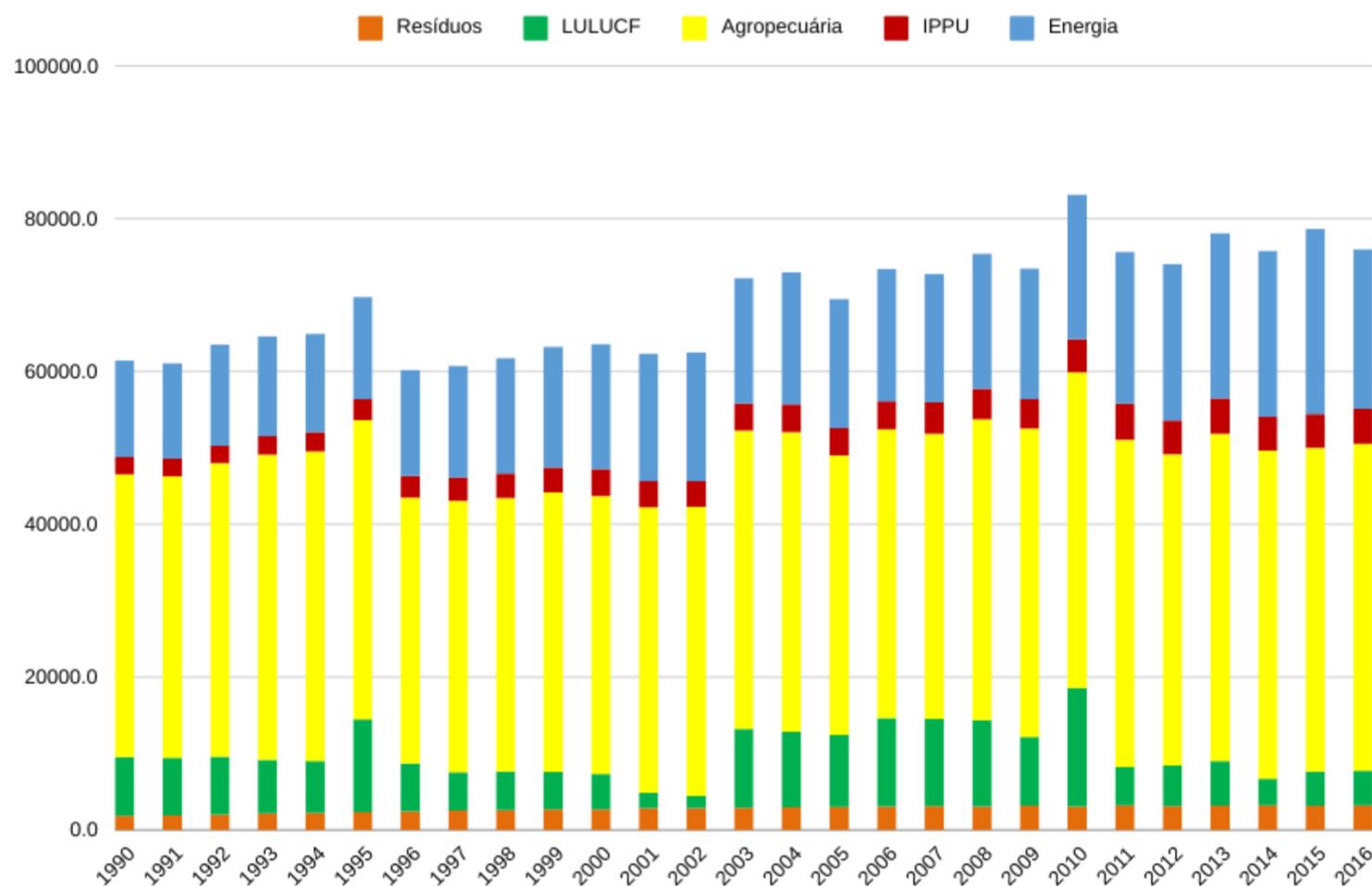
- Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) – Sistema de Registro Nacional de Emissões - SIRENE (2016)
- Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa - SEEG (2022)

## **Objetivo:**

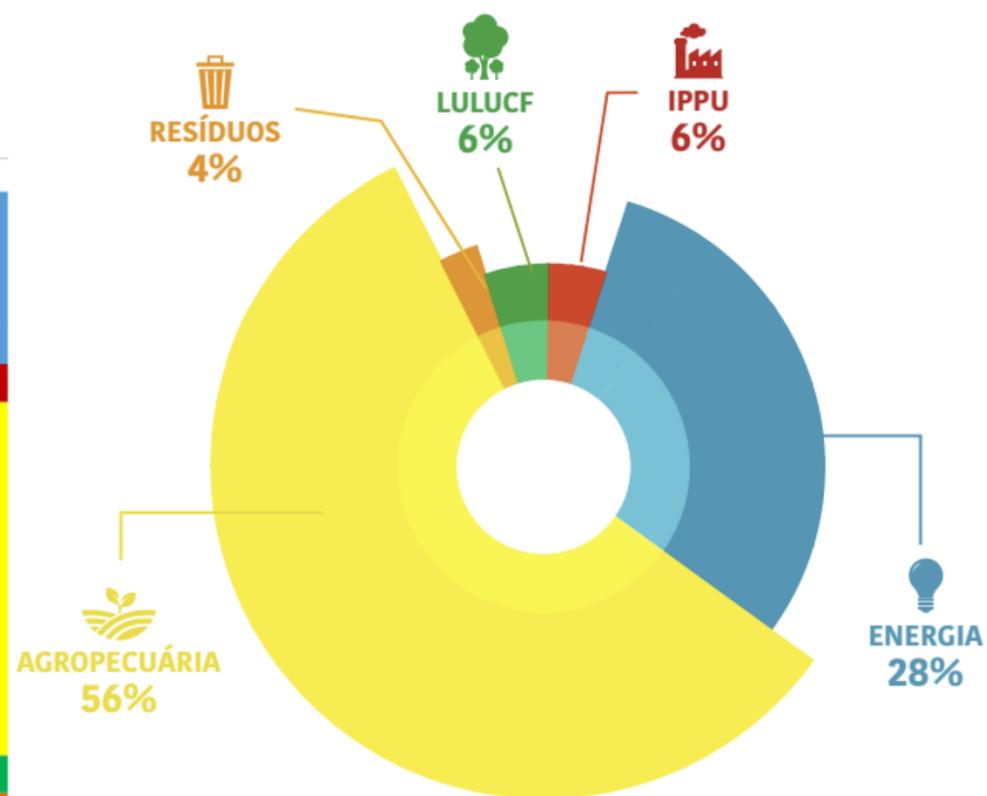
- Compreender os dados disponíveis e organizar o trabalho de elaboração do Inventário com os setores de emissão;
- Coletar dados com os setores e apurar as informações para o Inventário da Conformidade Climática/Plano.

# ANÁLISE DAS EMISSÕES DE GEE ESTADUAIS

Perfil das Emissões gaúchas: MCTI/SIRENE (2016)



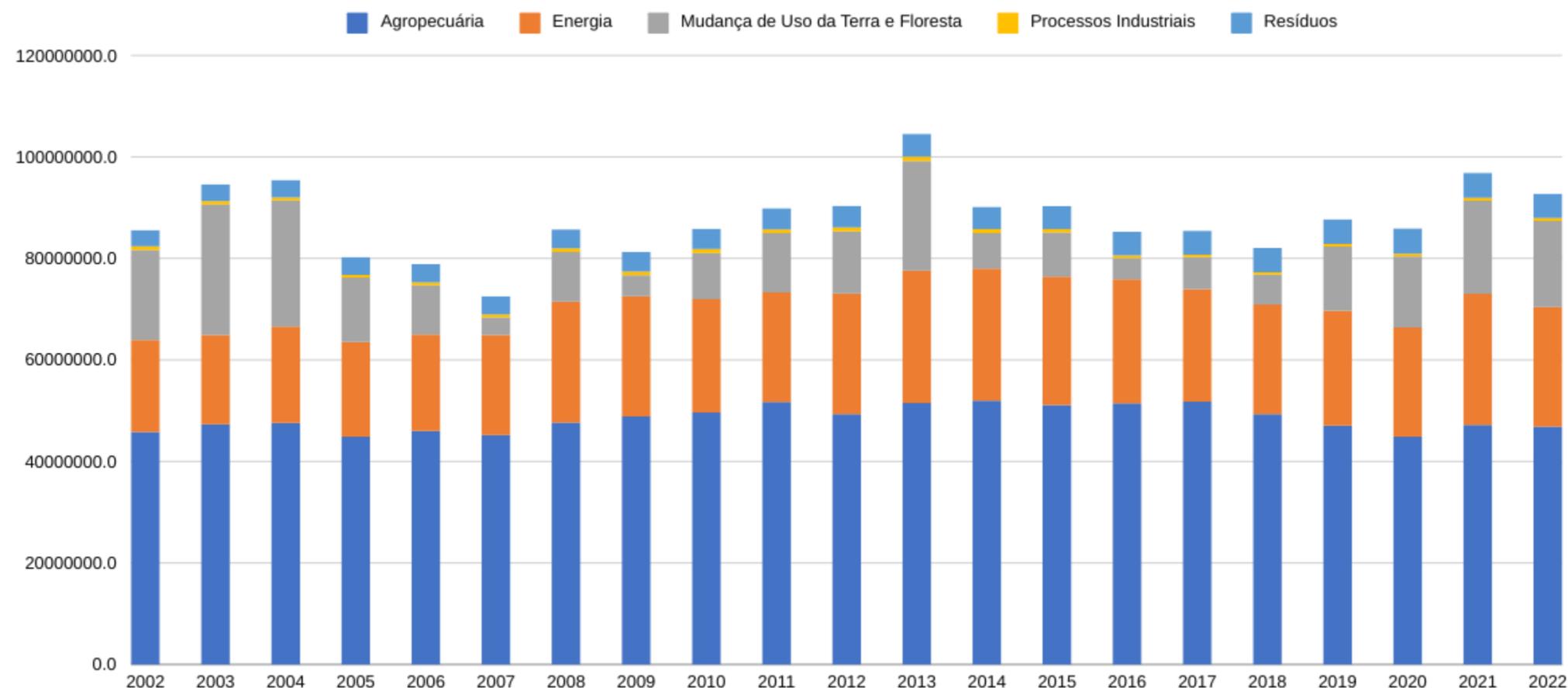
Pico de emissões - 2010: 83 MtCO<sub>2</sub>e  
2016: 76 MtCO<sub>2</sub>e  
1990 - 2016 - aumento de 23%



Fonte: MCTI - SIRENE, 2016

# ANÁLISE DAS EMISSÕES DE GEE ESTADUAIS

## Perfil das Emissões gaúchas: SEEG (2023)

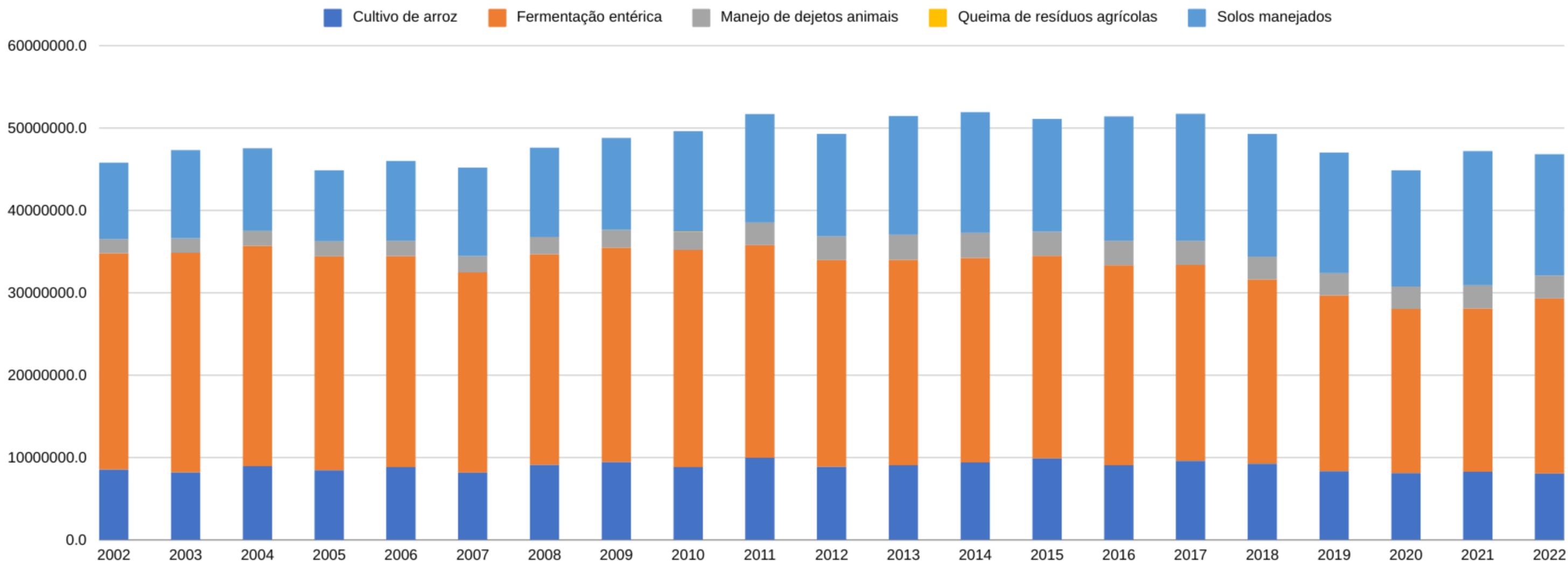


**Pico de emissões - 2013: 10 4 MtCO<sub>2</sub>e**  
**2016: 85 MtCO<sub>2</sub>e**  
**2002 - 2016 - redução de 0,34%**  
**2016 - 2022 - aumento de 9%**

Fonte: SEEG,2024 (ano base 2022)

# ANÁLISE DAS EMISSÕES DE GEE ESTADUAIS

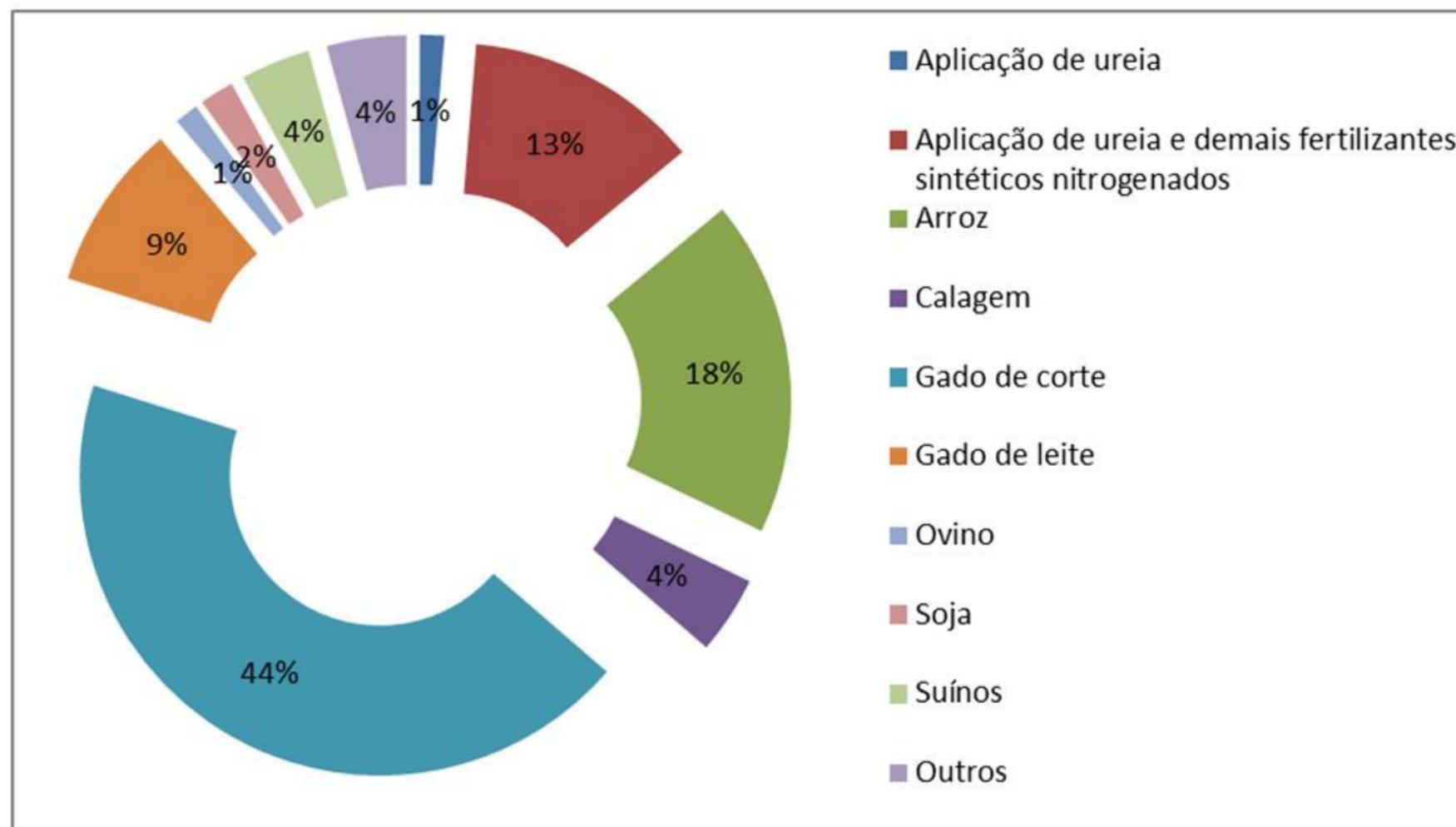
## Perfil das Emissões gaúchas em agropecuária: SEEG (2023)



Fonte: SEEG, 2024 (ano base 2022)

# ANÁLISE DAS EMISSÕES DE GEE ESTADUAIS

## Perfil das Emissões gaúchas em agropecuária: SEEG (2023)



Fonte: SEEG, 2024.

# Próximos passos para o refinamento da análise de emissões de GEE do estado

- Criar Grupos de Trabalho: garantir a participação dos setores de emissão;
- Solicitar dados de atividade das fontes de emissão para cada um dos setores;
- Consolidar ferramenta de cálculo para converter dados de atividade em estimativas de emissão;
- ICLEI irá compartilhar modelos de ofícios;
- Encaminhamento e acompanhamento dos ofícios;
- Apresentação e validação de resultados preliminares;
- Relatório do inventário estadual

# Calculadora de emissões de GEE no setor produtivo primário: Protocolo de Intenções SEMA / SIA.



# Obrigada!

## Marjorie Kauffmann

Secretária do Meio Ambiente e Infraestrutura

  
**Expointer** 47ª



GOVERNO  
DO ESTADO

**RIO  
GRANDE  
DO SUL**

O futuro nos une.