



A L I A N Ç A  
**SIPA**  
SISTEMAS INTEGRADOS DE  
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Aliança para difundir a  
Intensificação sustentável

Organização sem fins lucrativos

**Contribuições do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono para minimizar os impactos das mudanças climáticas**

**Paulo C. F. Carvalho & Cimélio Bayer  
(UFRGS, INCT & Div. Neutralidade Climática-Aliança)**





# ALIANÇA SIPA

SISTEMAS INTEGRADOS DE  
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Associação sem fins lucrativos

CNPJ 31.495.655/0001-01

## Coordenação



**GPSIPA · UFRGS**

Grupo de Pesquisa em Sistema Integrado de Produção Agropecuária



**NITA · UFPR**

Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária



**GPISI · UFR**

Grupo de Pesquisa e Inovação em Sistemas Puros e Integrados de Produção Agropecuária



# A Solução...

**A via da Intensificação sustentável !**

*Intensificação das funcionalidades dos processos naturais que os ecossistemas agrícolas possam oferecer ...*

Tilman et al. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. P. Natl. Acad. Sci USA 108: 20260–64.



**AGROECOSYSTEM DIVERSITY**  
RECONCILING CONTEMPORARY AGRICULTURE  
AND ENVIRONMENTAL QUALITY



Edited by  
GILLES LEMAIRE  
PAULO CÉSAR DE FACCIO CARVALHO  
SCOTT KRONBERG  
SYLVIE RECOUS





**inct**

institutos nacionais  
de ciência e tecnologia

UM DOS MAIORES  
**PROGRAMAS** DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO  
BRASIL

# INCT

## AGRICULTURA DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO



**PROF. CIMÉLIO BAYER**

**Coordenador Geral**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Pesquisador PQ-IA CNPq



**inct**

institutos nacionais  
de ciência e tecnologia



**Cimelio Bayer (UFRGS)**  
Pesquisador 1A – CNPq

-----  
**COORDENADOR GERAL**

## Comitê Gestor e Coordenações Técnicas



**Paulo C De F. Carvalho (UFRGS)**  
Pesquisador 1A – CNPq

-----  
**Sistemas Pecuários e  
Integrados de Produção**



**Carlos E. P. Cerri (USP)**  
Pesquisador 1C – CNPq

-----  
**Sistemas Agrícolas**



**Mercedes Bustamante (UnB)**  
Pesquisador 1A – CNPq

-----  
**Mudança de Uso da Terra**



**José Miguel Reichert (UFSC)**  
Pesquisador 1A – CNPq

-----  
**Adaptação às Mudanças  
Climáticas**



# INCT – Agricultura de baixa emissão de C



## CORE OBJECTIVE

Promover avanços científicos sobre mitigação de emissões de GEE, sequestro de C no solo e adaptação da agricultura às mudanças climáticas em ecossistemas tropicais e subtropicais, e aumentar a produtividade animal e vegetal, incentivando os agricultores a adotarem métodos “climaticamente inteligentes” para fazer a transição para uma agricultura “net-zero” e sustentável.



**Conhecimento científico**

**Difusão e Adoção das  
tecnologias ABC pelos  
produtores**

**Transição da agricultura brasileira para  
“Climate-Smart”**



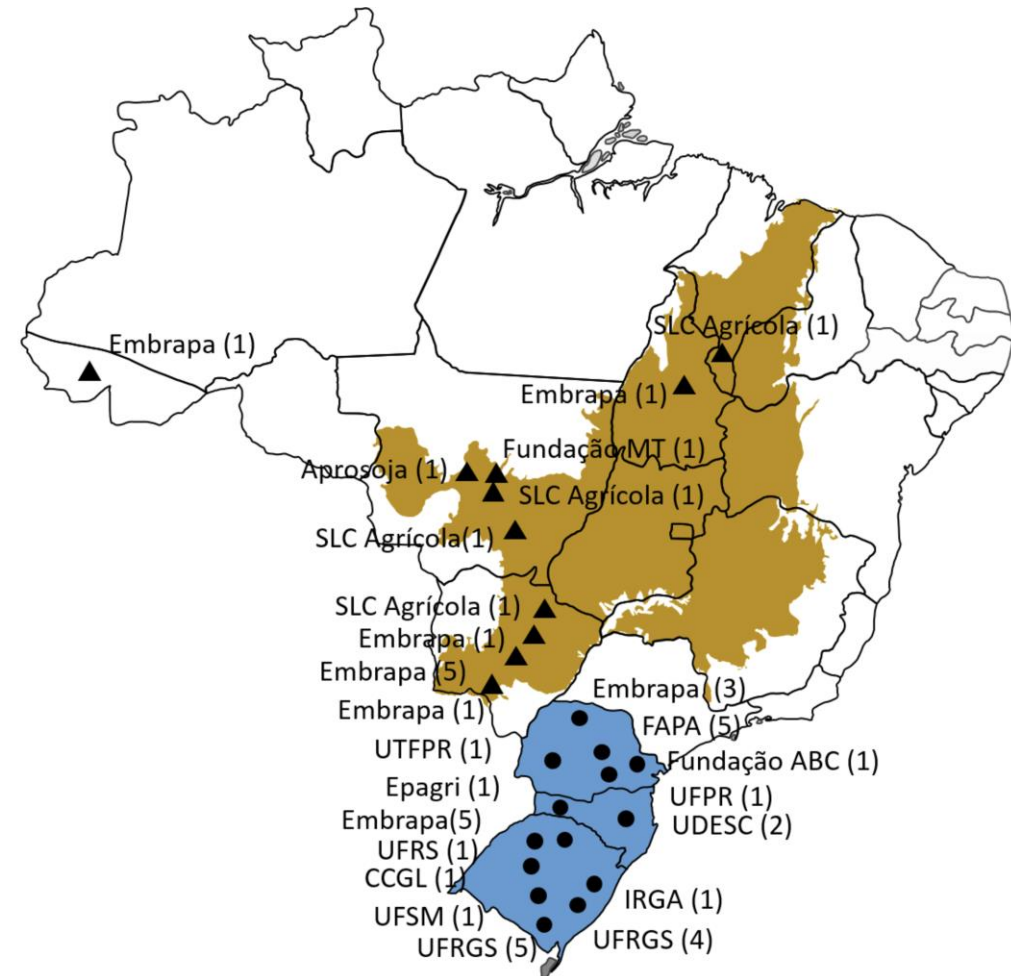
# Sequestro de C no solo

- Estoques de COS/sequestro de C (foco no Cerrado e Sul do Brasil)
- Cronosequências
- Métodos de Eddy-Covariance
- Modelagem (Century e DayCent Models)

**45 experimentos de longa duração**

*Vários anos são necessários para estimar variações...*

## Balanco de C Anual

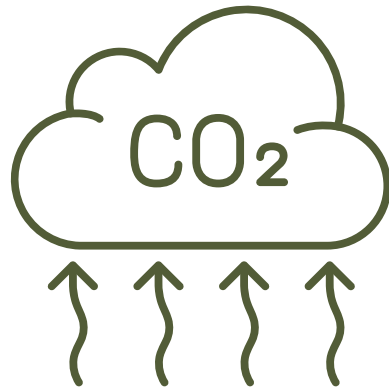






# Uma breve introdução ao tema...

DIÓXIDO DE CARBONO



1

METANO



25

ÓXIDO NITROSO



298

# Mudanças climáticas e os GEE ...

**IMAGINE THE AMOUNT OF PROPAGANDA IT TOOK**

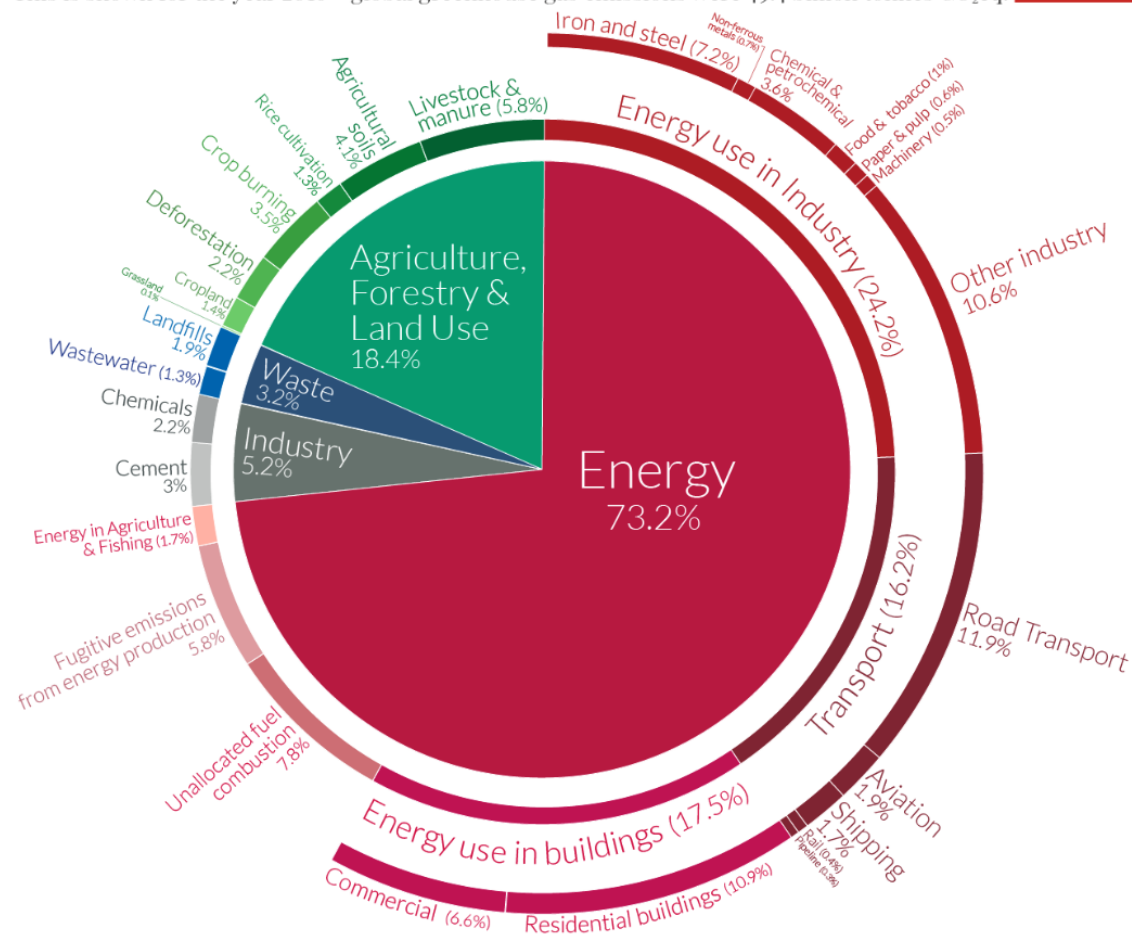


**TO MAKE PEOPLE BELIEVE COWS ARE THE PROBLEM**

## Global greenhouse gas emissions by sector

Our World in Data

This is shown for the year 2016 – global greenhouse gas emissions were 49.4 billion tonnes CO<sub>2</sub>eq.



OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.

Source: Climate Watch, the World Resources Institute (2020).

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie (2020).

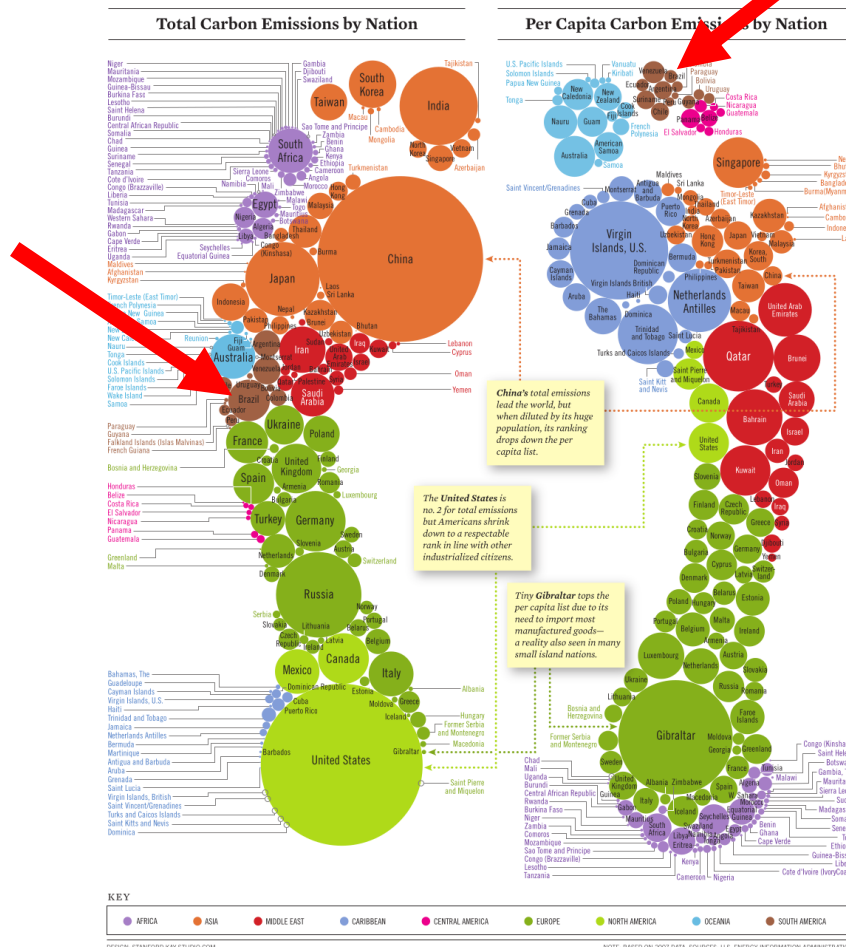


ALIANÇA  
**SIPA**  
SISTEMAS INTEGRADOS DE  
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

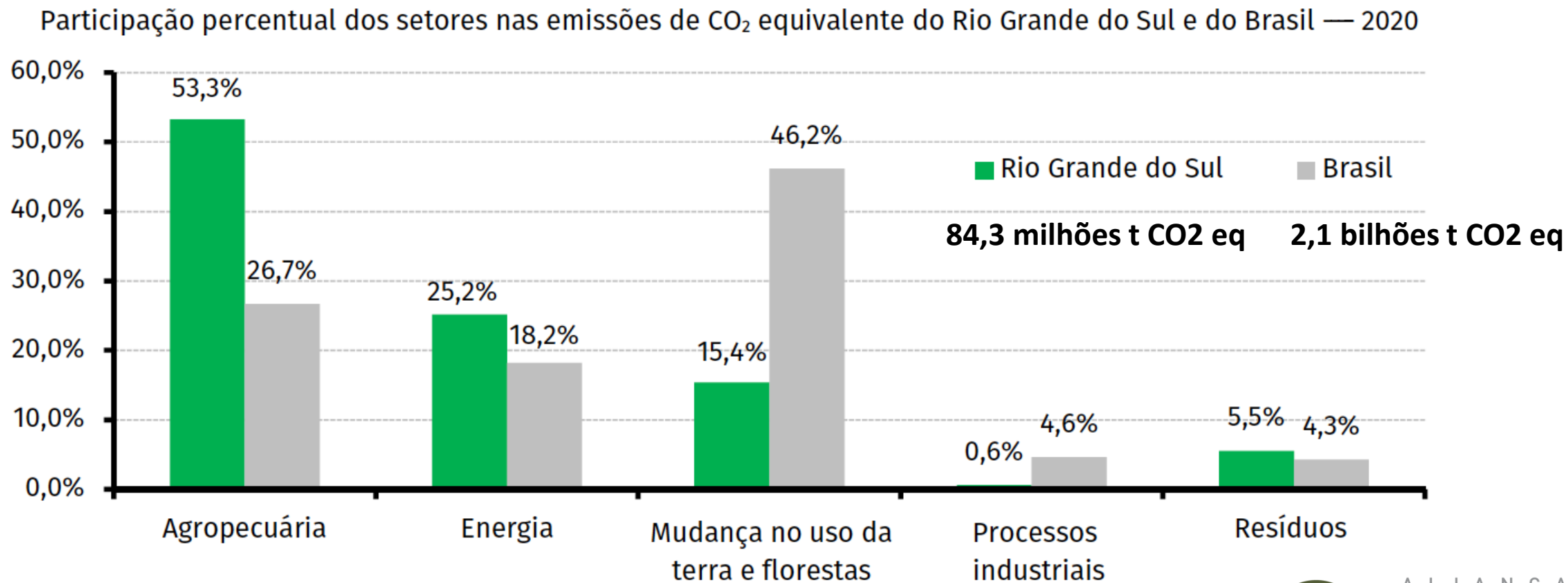
# O Brasil não é o vilão da história (é vítima)...

## Tracking Carbon Emissions

A footprint comparison of total carbon dioxide emissions by nation and per capita shows there's plenty of room for smaller countries to reduce their carbon footprints.  
By Stanford Kay

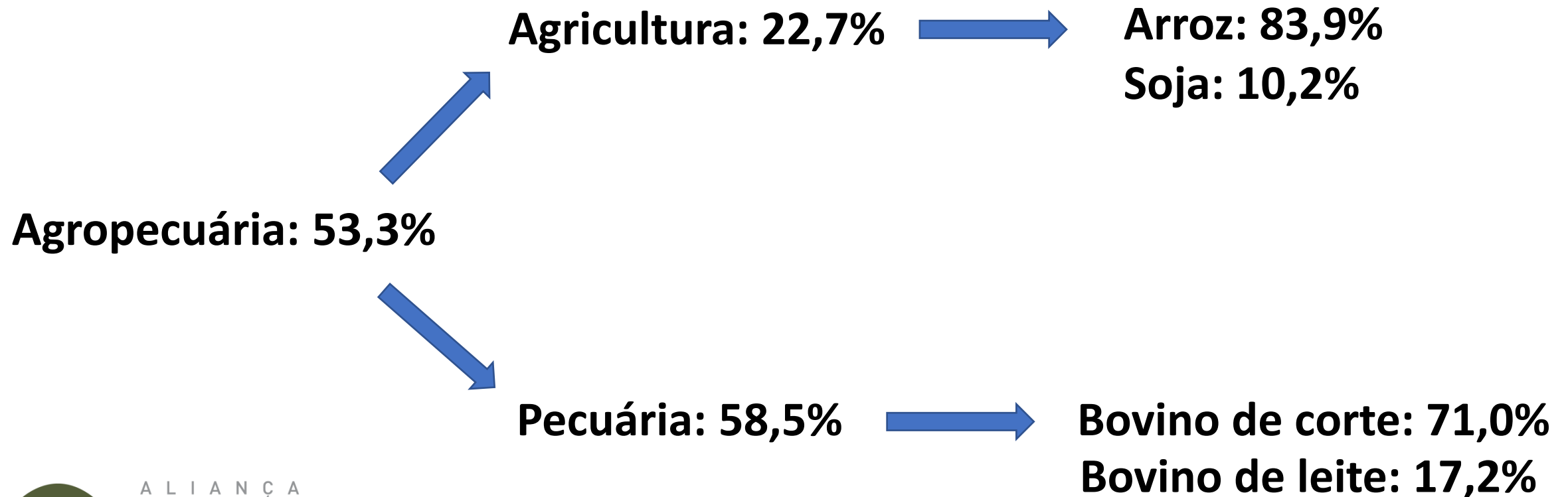


# Emissões de GEE na Agropecuária do RS



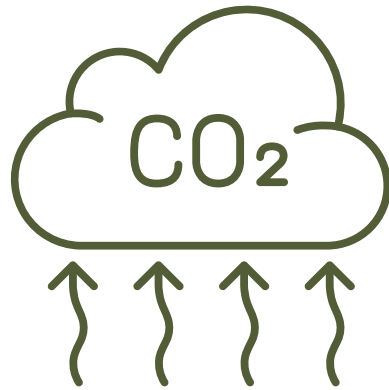
Fonte dos dados brutos: Observatório do Clima (2022).

# Emissões de GEE na Agropecuária do RS



# Como se adaptar ao cenário futuro?

DIÓXIDO DE CARBONO



1

METANO



25

ÓXIDO NITROSO



298

# O Brasil não é o vilão da história (é vítima)...

BB | Valor | Sábado, domingo e segunda-feira, 6, 7 e 8 de maio de 2023

## Cenários Em dez anos, secas ou chuvas em excesso causaram prejuízos em área de produção agropecuária que corresponde aos territórios de Rio de Janeiro e Alagoas

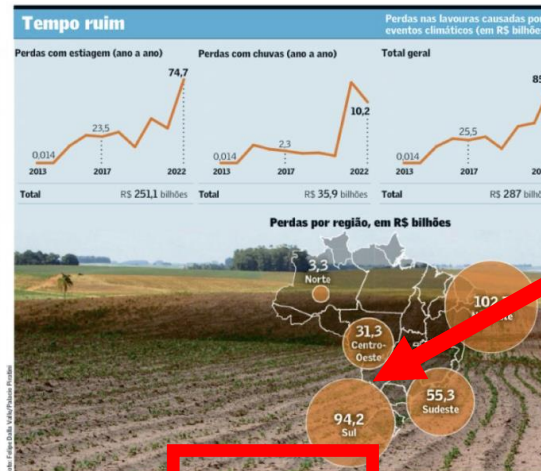
# Extremos climáticos geram perdas de quase R\$ 300 bilhões no campo

Rafael Walendorff  
De Brasília

Eventos climáticos extremos causaram prejuízos de R\$ 287 bilhões à agropecuária brasileira entre 2013 e 2022, segundo levantamento da Confederação Nacional de Municípios (CNM), feito com base em dados do Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. As secas foram responsáveis por 87% dos prejuízos na agropecuária no intervalo considerado no levantamento. Ao todo, os eventos causaram perdas em 6,8 milhões de hectares de lavouras, uma área que equivale à soma dos territórios dos Estados do Rio de Janeiro e Alagoas.

No período, 4.624 municípios publicaram 14.635 decretos de anormalidade, e 3.384 informaram os dados à base do governo federal. A seca é o evento que mais prejudica o produtor rural: essa foi a razão de mais de 12 mil decretos municipais de situação de emergência ou estado de calamidade pública. A falta de chuvas foi responsável por 87% dos prejuízos na agropecuária no intervalo que a CNM considerou no estudo.

A agricultura sofreu danos que somaram R\$ 216,6 bilhões, ou 65% do total. A estiagem causou 86% das perdas agrícolas (R\$ 186,2 bilhões), e as chuvas em excesso, 14% (R\$ 30,3 bilhões). Segundo a CNM, houve perdas em 6,8 milhões de hectares de lavouras entre 2013 e 2022. O número corresponde a 1,6% da área média de cultivo no país nesse período, mas, em alguns Estados, as perdas foram mais expressivas, como em Pernambuco (20,1%), Sergipe (16,4%) e Rio Grande do Norte (13,8%). Na pecuária, os prejuízos foram de R\$ 70,4 bilhões. A falta de chuvas foi responsável por 92% das perdas na atividade, de quase R\$ 65 bilhões. Outros setores da economia, como indústria e serviços, tam-



Nordeste e Sul foram as regiões que mais sofreram prejuízos entre 2013 e 2022

bém tiveram prejuízos em eventos extremos entre 2013 e 2022. Ao todo, as perdas foram de R\$ 320,1 bilhões nesse intervalo. O impacto sobre a agricultura e a pecuária, no entanto, correspondeu a 90% dos danos. A maior parte dos danos ocorreu no ano passado. As perdas agrícolas e pecuaristas somaram R\$ 85 bilhões em 2022, ou quase 22% de todo o prejuízo acumulado nos últimos dez anos. A Confederação Nacional de Municípios diz que as perdas com os eventos climáticos têm um "efeito deletério" sobre as economias locais, já que os recursos deixam de circular nos municípios. A CNM apontou ainda que, proporcionalmente, o crescimento das perdas na

agropecuária foi mais acelerado que o do Valor Bruto da Produção (VBP) no mesmo período. Segundo a entidade, o clima adverso não teve impacto sobre a economia do campo em 2013 e 2014. Em 2015, os danos representaram 2,7% do VBP da agricultura. Já no ano passado, a fatia passou a ser de 8,7%. As regiões mais afetadas pelos eventos climáticos foram Nordeste e Sul. Elas sofreram 36% e 33% dos

prejuízos à agropecuária entre 2013 a 2022, respectivamente. Na agricultura, o Rio Grande do Sul foi o Estado mais prejudicado nos dez anos, com R\$ 38,5 bilhões em perdas, o que equivale a 21% do total; na sequência ficaram o Paraná, com R\$ 26,3 bilhões, e Minas Gerais, com R\$ 24,8 bilhões. Na pecuária, as secas concentraram 56% das perdas do Nordeste. Na região, os maiores danos ocorreram na Bahia, com R\$ 14,73 bilhões. Minas Gerais contabilizou os maiores prejuízos da atividade no país, com R\$ 16,58 bilhões. O excesso de chuvas afetou mais os produtores de Centro-Oeste e Sul. Na pecuária, as chuvas afetaram especialmente Mato Grosso do Sul (R\$ 1,3 bilhão) e Minas Gerais (R\$ 1,5 bilhão). "O efeito negativo do excesso ou

falta das chuvas sobre as lavouras é bastante evidente no Rio Grande do Sul, que nos últimos anos teve perdas significativas com a seca. O aumento dos prejuízos resultou na queda do valor da produção agrícola", diz o documento da confederação, obtido pelo Valor.

Segundo a entidade, o impacto dos prejuízos correspondeu a quase 30% do VBP gaúcho em 2022. Nos dez anos considerados no levantamento, Maranhão, Paraíba, Piauí e Rio Grande do Norte tiveram, em alguns anos, perdas econômicas superiores ao valor da produção estimado pelo Ministério da Agricultura. A CNM também mediu o impacto dos eventos climáticos sobre a atividade agrícola dos principais municípios do agro, aquele com Índice de Desenvolvimento da Agropecuária Municipal (Idam) entre 0,6 e 1. Segundo a entidade, as 500 cidades que lideram o ranking concentram 66% do VBP da agricultura e 38% dos danos às lavouras. Já os 500 municípios com menor pontuação representam 1% do valor bruto da produção agrícola e 9% dos prejuízos.

"Em 487 municípios brasileiros, toda a riqueza que a agricultura gerou nos últimos dez anos se perdeu com o excesso ou falta de chuvas, afetando 537.934 estabelecimentos e 1.489.432 pessoas ocupadas. Essa situação indica a necessidade de melhoria no processo produtivo com foco em culturas mais adaptadas ao clima da região e resistentes à seca", aponta a entidade.

A CNM diz que é preciso fortalecer os mecanismos de convivência com a seca, por meio da construção de barragens e cisternas, por exemplo, além de incentivar o uso da irrigação na produção agropecuária e o seguro rural. "Para minimizar os danos, as ações de prevenção e gestão de riscos devem passar a integrar a ação coordenada e articulada dos entes da federação", diz a CNM.

R\$ 91,2 bilhões



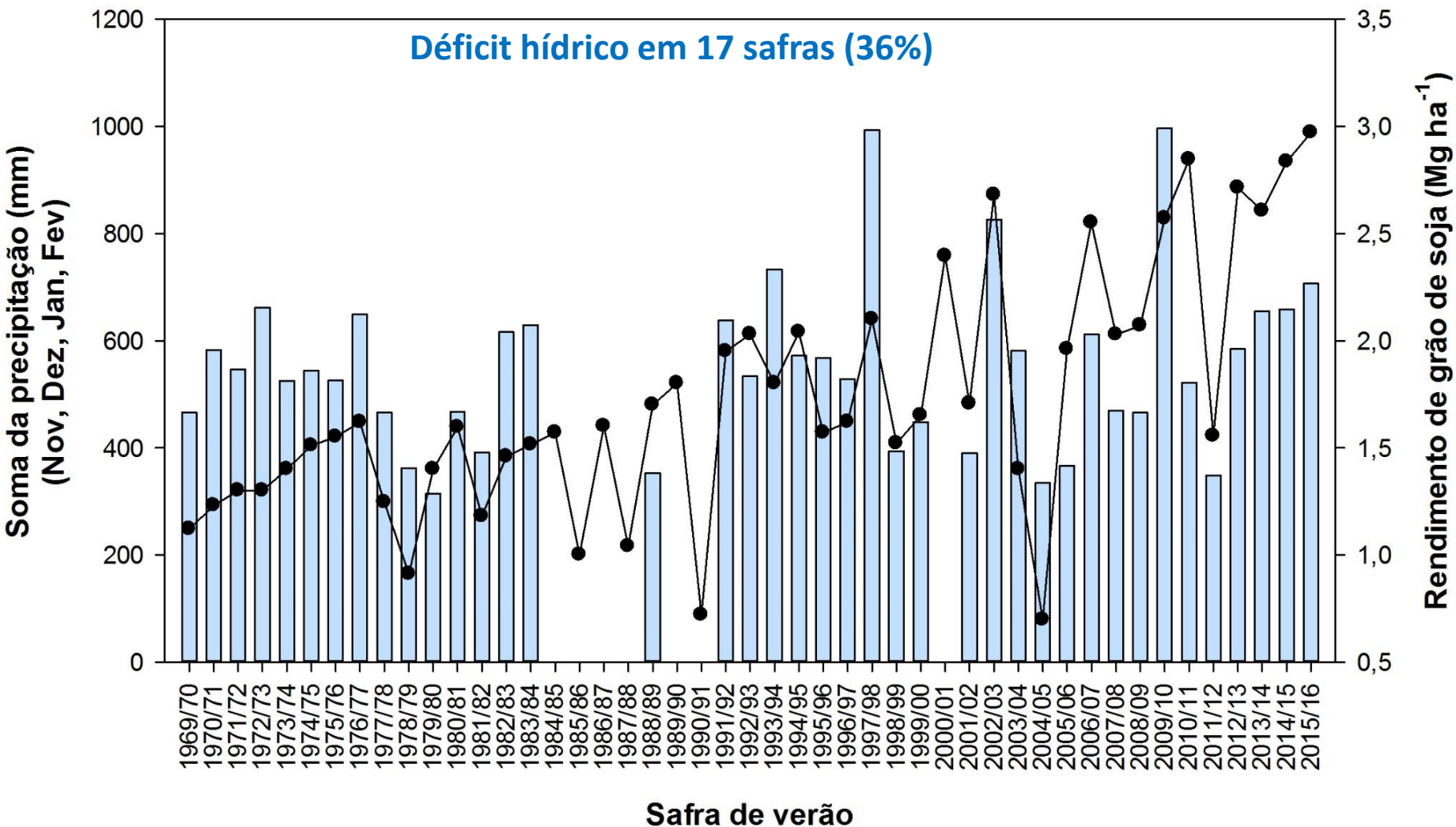
ALIANÇA  
**SIPA**  
SISTEMAS INTEGRADOS DE  
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA



# Produção de grãos no Sul do Brasil ( soja - RS)

Série histórica de 47 safras agrícolas do RS

Fonte: Berlato (1992); Berlato & Fontana (1997, 2001); Melo et al., (2004).



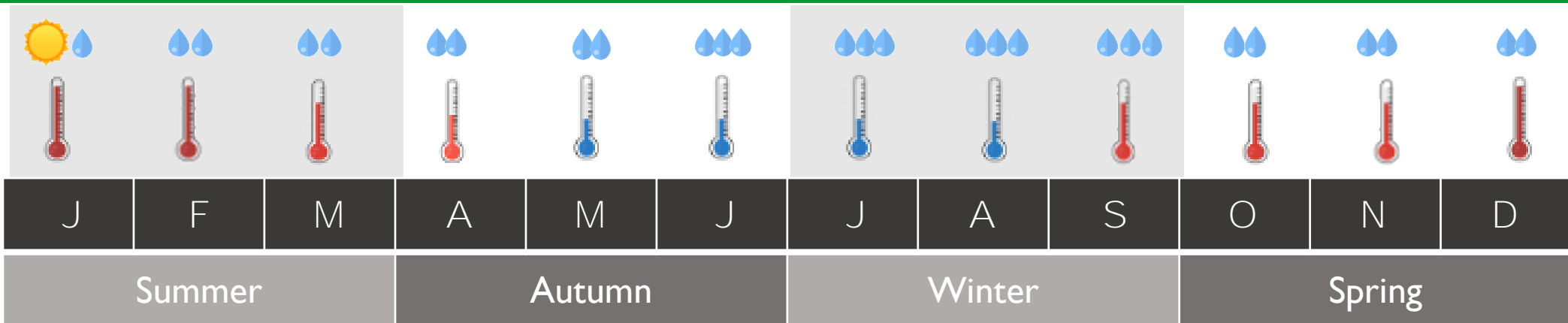
2020



CANALRURAL.COM.BR

**RS: safra da soja pode ter quebra de 16% por causa da estiagem**

# Modelos de SIPA “sem parar” no Sul



Soybean + Beef Cattle

Mayze + Dairy Cattle

Courtesy: F. Moojen

# SIPA – intensidades de pastejo e efeito na soja

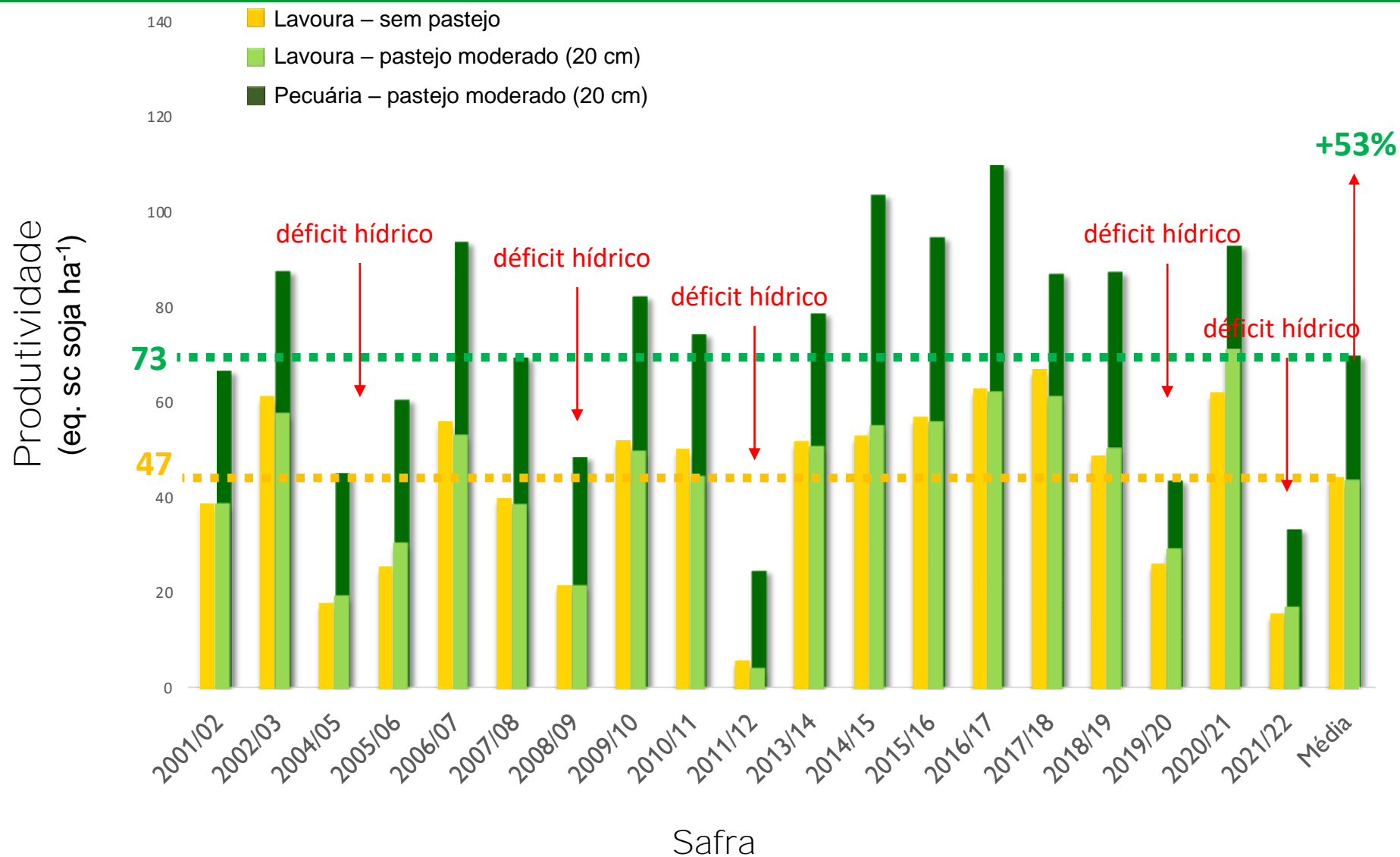
Inserindo a pecuária no contexto produtivo da soja

Local: São Miguel das Missões

22  
anos de  
experimento



# SIPA e a resistência a extremos climáticos!



+ eq. 26 sacos soja

Martins, A.P., Kunrath, T.R., Anghinoni, I., Carvalho, P.C.F. 2015. Integração soja-bovinos de corte no Sul do Brasil. (adaptado)

# Estabilidade = Resistência + resiliência

www.nature.com/scientificreports

**scientific** reports

Check for updates

**OPEN**

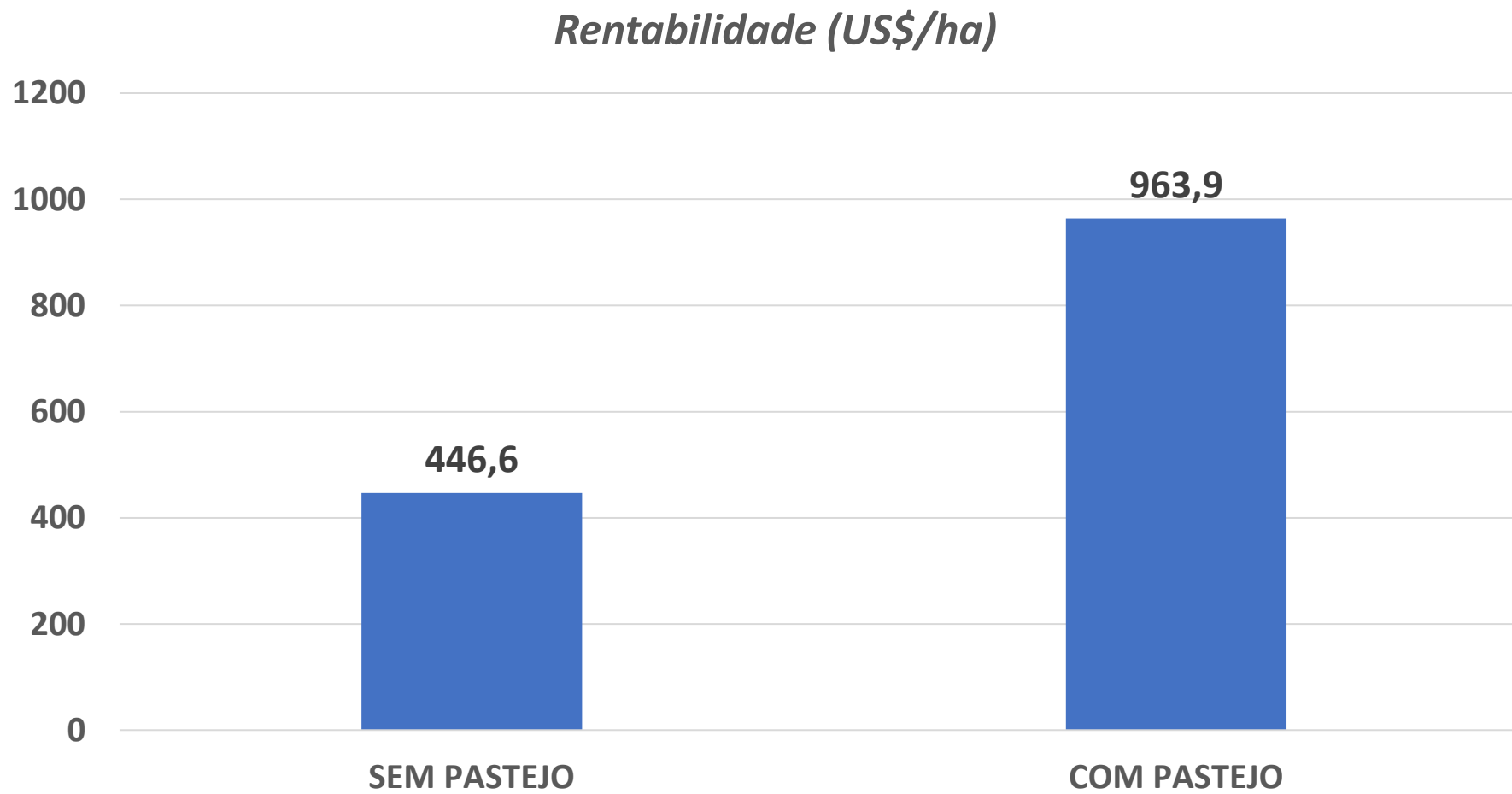
## Livestock integration into soybean systems improves long-term system stability and profits without compromising crop yields

Pedro Arthur de Albuquerque Nunes<sup>1✉</sup>, Emilio Andrés Laca<sup>2</sup>, Paulo César de Faccio Carvalho<sup>1</sup>, Meng Li<sup>2</sup>, William de Souza Filho<sup>1</sup>, Taise Robinson Kunrath<sup>1</sup>, Amanda Posselt Martins<sup>3</sup> & Amélie Gaudin<sup>2</sup>

Climate models project greater weather variability over the coming decades. High yielding systems that can maintain stable crop yields under variable environmental scenarios are critical to enhance food security. However, the effect of adding a trophic level (i.e. herbivores) on the long-term stability of agricultural systems is not well understood. We used a 16-year dataset from an integrated soybean-beef cattle experiment to measure the impacts of grazing on the stability of key crop, pasture, animal and whole-system outcomes. Treatments consisted of four grazing intensities (10, 20, 30 and 40 cm sward height) on mixed black oat (*Avena strigosa*) and Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) pastures and an ungrazed control. Stability of both human-digestible protein production and profitability increased at moderate to light grazing intensities, while over-intensification or absence of grazing decreased system stability. Grazing did not affect subsequent soybean yields but reduced the chance of crop failure and financial loss in unfavorable years. At both lighter and heavier grazing intensities, tradeoffs occurred between the stability of herbage production and animal live weight gains. We show that ecological intensification of specialized soybean systems using livestock integration can increase system stability and profitability, but the probability of win-win outcomes depends on management.



# SIPA e a resistência a extremos climáticos!

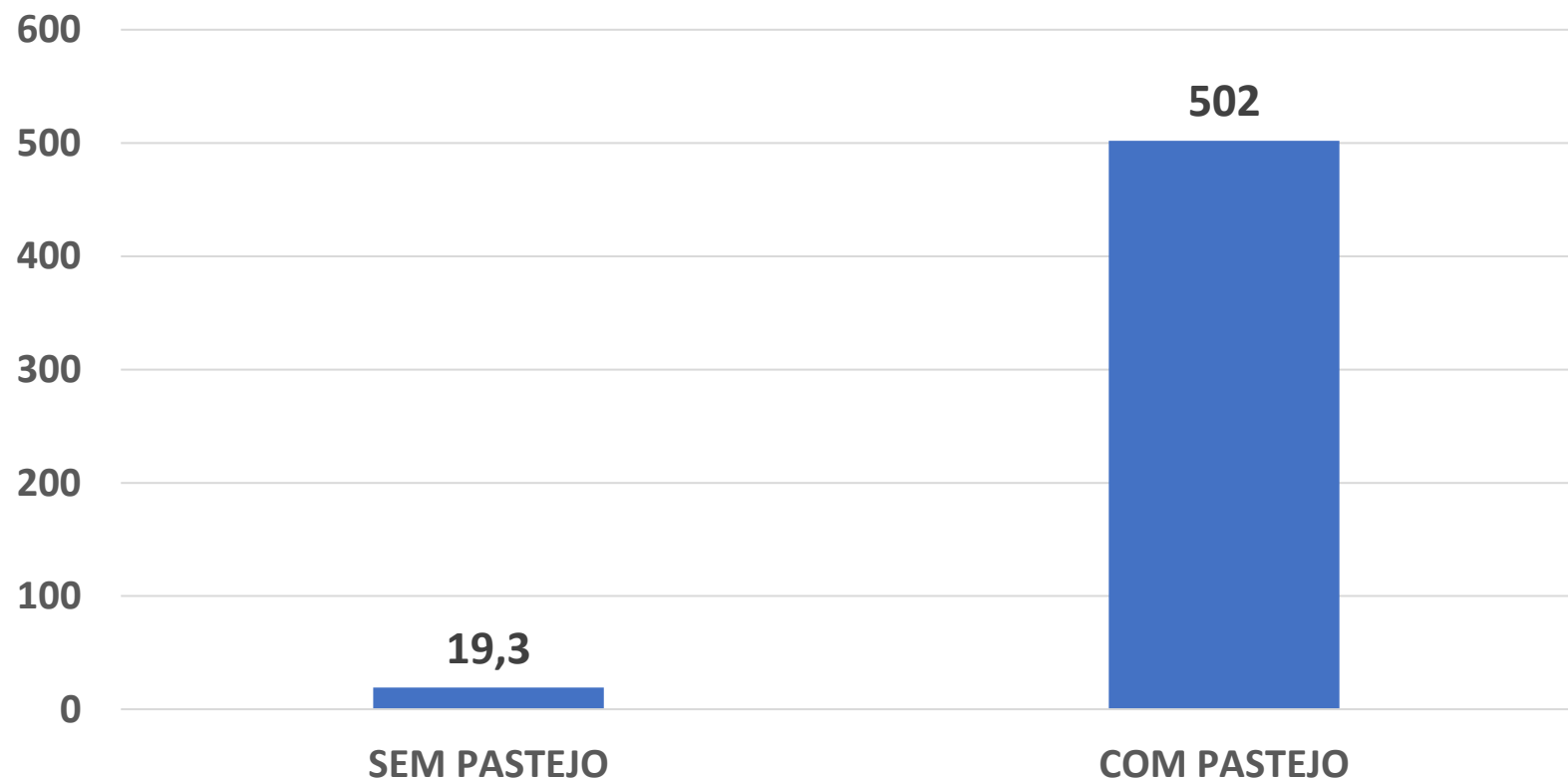


Média de 15 anos (2001 – 2016)

Nunes, P.A.A. et al. 2021. Livestock integration into soybean systems improves long-term system stability and profits without compromising crop yields. **Scientific Reports**. doi.org/10.1038/s41598-021-81270-z

# SIPA e a resistência a extremos climáticos!

*Rentabilidade (US\$/ha) \*\*pior ano*



Pior ano entre 2001 e 2016

Nunes, P.A.A. et al. 2021. Livestock integration into soybean systems improves long-term system stability and profits without compromising crop yields. **Scientific Reports**. doi.org/10.1038/s41598-021-81270-z

A sheep is shown in a field of green grass, wearing a blue head-mounted device with a black strap and a saddle. The device has a blue ring on top and a black strap with a blue light or sensor on the front. The sheep is looking towards the right. The background is a blurred field with a fence and hills in the distance.

mETANO



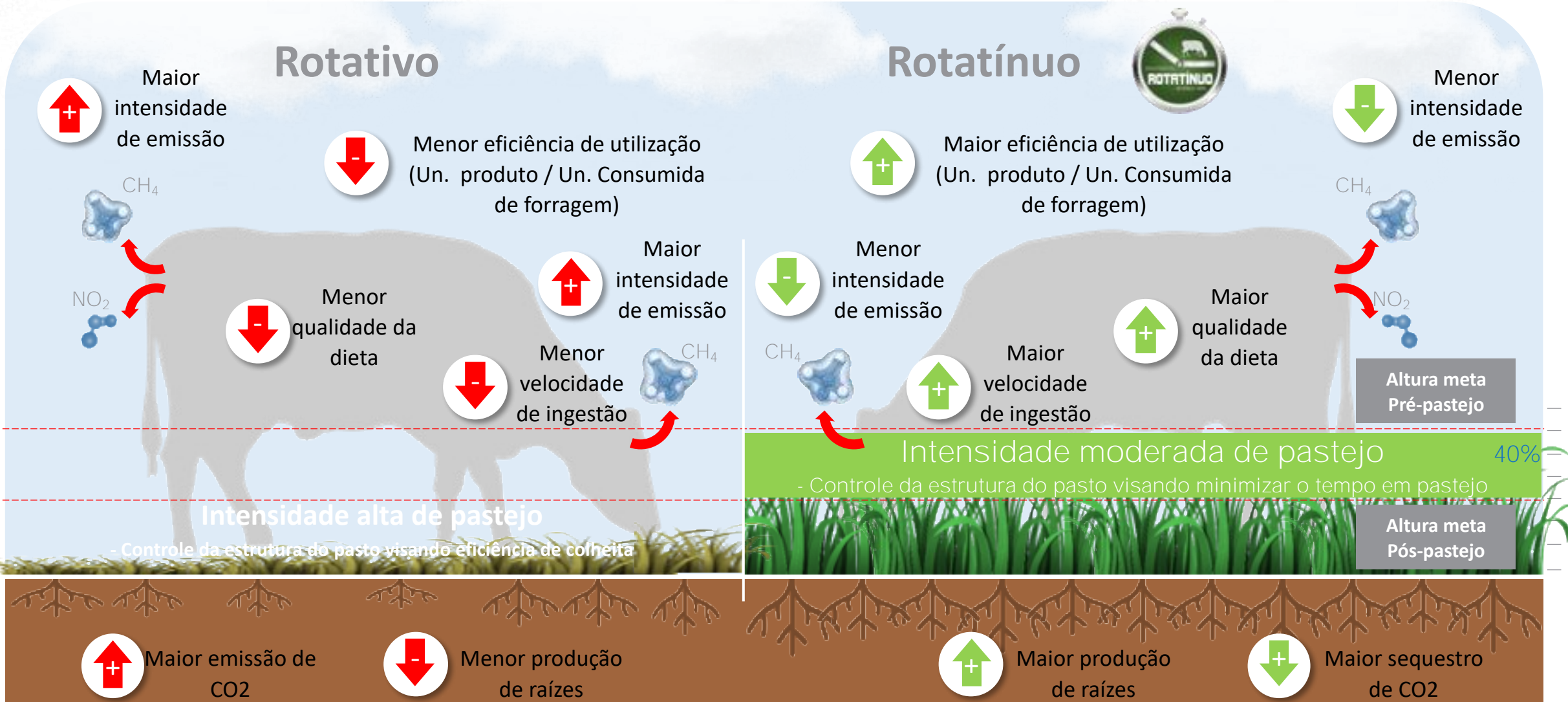
# Pastoreio Rotatínuo: um conceito disruptivo...

*Como manejar o pasto?*

*“Faça a pergunta para o consumidor...”*



# Inovações tecnológicas: Rotatínuo



# CONCEPÇÕES DE MANEJO DO PASTO



## Objetivo: Máxima taxa de ingestão

Maximizar consumo por unidade de tempo

### Composição química

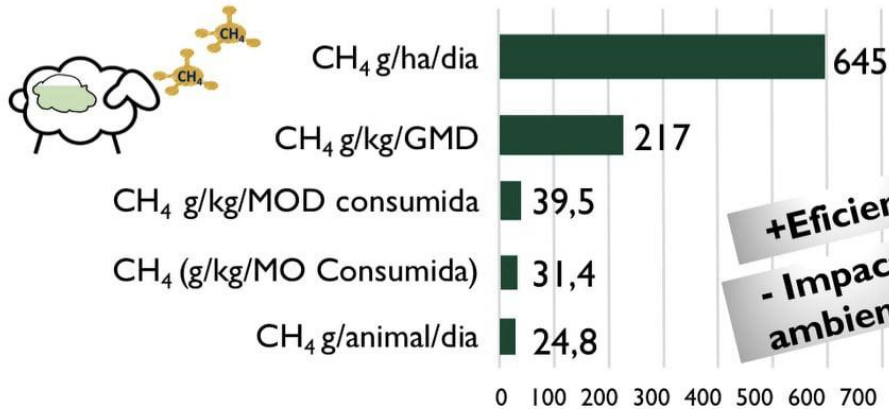
- + Proteína bruta
- + Digestibilidade MO
- FDN e FDA

### Emissões de Metano (CH<sub>4</sub>)

**Azevém** }  
 Altura entrada 18 cm  
 Altura saída 11 cm

**+ Consumo**  
 de Matéria orgânica 2,52 %  
 Peso vivo

801 g/animal/dia  
 638 g MO digestível/animal/dia  
 291 kJ EM/kg peso vivo/dia



**+Eficiente**  
**- Impacto ambiental**

## ROTATIVO tradicional

## Objetivo: Máxima taxa de acúmulo de forragem

Maximizar acúmulo de forragem e eficiência de colheita

### Composição química

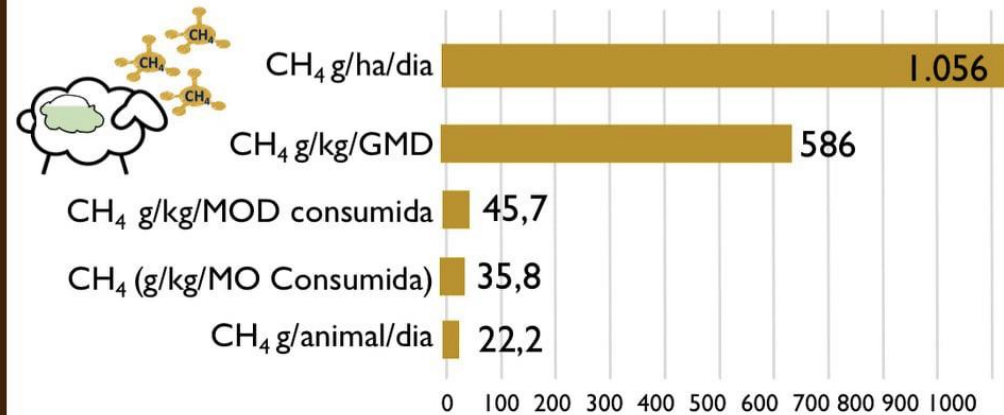
- Proteína bruta
- Digestibilidade MO
- + FDN e FDA

### Emissões de Metano (CH<sub>4</sub>)

**Azevém** }  
 Altura entrada 27 cm  
 Altura saída 8 cm

**- Consumo**  
 de Matéria orgânica 2,25 %  
 Peso vivo

653 g/animal/dia  
 507 g MO digestível/animal/dia  
 252 kJ EM/kg peso vivo/dia



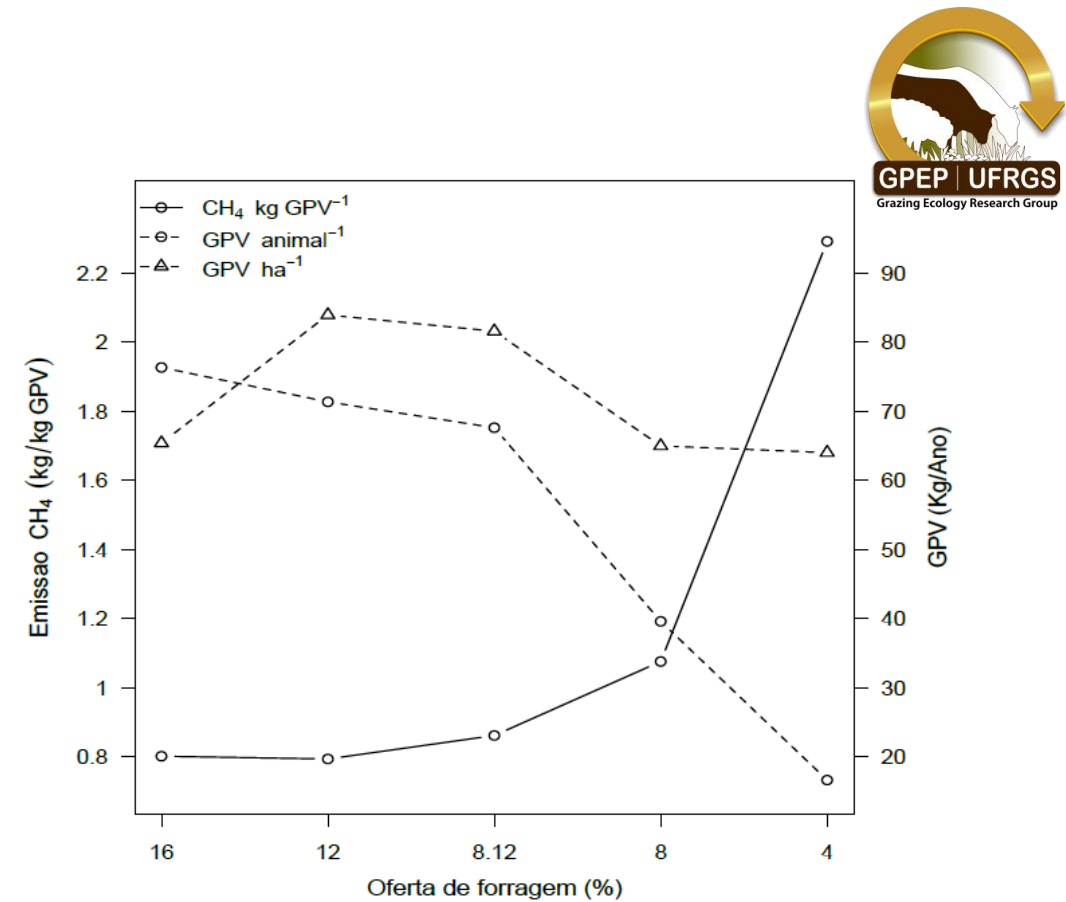
# Campo Nativo – 37 anos



# Emissão de CH<sub>4</sub> e manejo de pastagens



CEZIMBRA et al. 2021. Potential of grazing management to improve beef cattle production and mitigate methane emissions in native grasslands of the Pampa biome. SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT, v. 780, p. 146582..



**FIGURA 2:** Emissão de metano anual em relação ao ganho de peso vivo (kg CH<sub>4</sub> por kg GPV), ganho de peso vivo anual por animal (kg animal<sup>-1</sup>) e ganho de peso vivo anual por área (kg ha<sup>-1</sup>) de acordo com as ofertas de forragem (OF) referentes ao ano de 2012.

# Potencial de Aquecimento Global (Kg CO<sub>2</sub>eq)

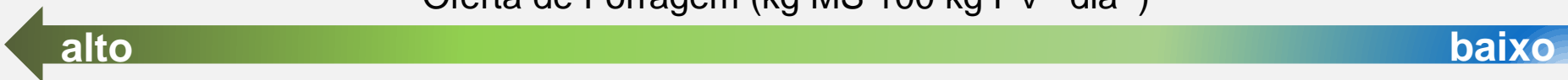


# Potencial de Sequestro de Carbono Kg CO<sub>2</sub>eq /ano (média 30 anos)

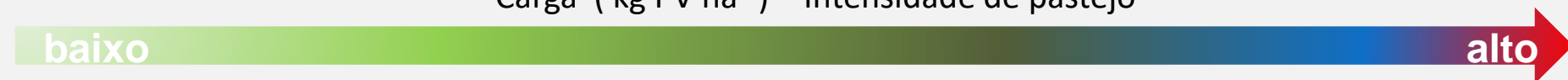


Estoque de carbono no solo	Oferta de Forragem (kg MS 100 kg PV <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )				
	OF = 16%	OF = 12%	OF = 8-12%	OF = 8%	OF = 4%
0 m	0 a 0,3 m	0 a 0,3 m	0 a 0,3 m	0 a 0,3 m	0 a 0,3 m
0,3 m	49,1 t ha <sup>-1</sup> bom	49,8 t ha <sup>-1</sup> bom	50,3 t ha <sup>-1</sup> bom	45,7 t ha <sup>-1</sup> bom	
1 m	72,2 t ha <sup>-1</sup> médio	74,4 t ha <sup>-1</sup> médio	85,4 t ha <sup>-1</sup> bom	70,3 t ha <sup>-1</sup> ruim	
=	121,3 t ha <sup>-1</sup> médio	124,2 t ha <sup>-1</sup> médio	135,7 t ha <sup>-1</sup> bom	116,0 t ha <sup>-1</sup> ruim	

# Oferta de Forragem (kg MS 100 kg PV<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>)



# Carga (kg PV ha<sup>-1</sup>) – Intensidade de pastejo



# Considerações & take-home messages



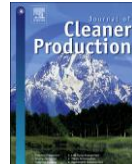
# Mitos vs fatos (números) da pecuária



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Cleaner Production

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jclepro](http://www.elsevier.com/locate/jclepro)



Journal of Cleaner Production 213 (2019) 968–975

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Cleaner Production

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jclepro](http://www.elsevier.com/locate/jclepro)



*Rotatinuous stocking*: A grazing management innovation that has high potential to mitigate methane emissions by sheep

Jean Víctor Savian<sup>a,\*</sup>, Radael Marinho Tres Schons<sup>a</sup>, Daniela Elisa Marchi<sup>a</sup>, Thainá Silva de Freitas<sup>a</sup>, Gentil Félix da Silva Neto<sup>a</sup>, Jean Carlos Mezzalira<sup>a</sup>, Alexandre Berndt<sup>b</sup>, Cimélio Bayer<sup>c</sup>, Paulo César de Faccio Carvalho<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Grazing Ecology Research Group, Federal University of Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil  
<sup>b</sup> Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA Pecuária Sudeste), São Carlos, SP, Brazil  
<sup>c</sup> Department of Soil Science, Federal University of Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil



**- 50 %  
emissão**

Mitigation of enteric methane emissions through pasture management in integrated crop-livestock systems: Trade-offs between animal performance and environmental impacts

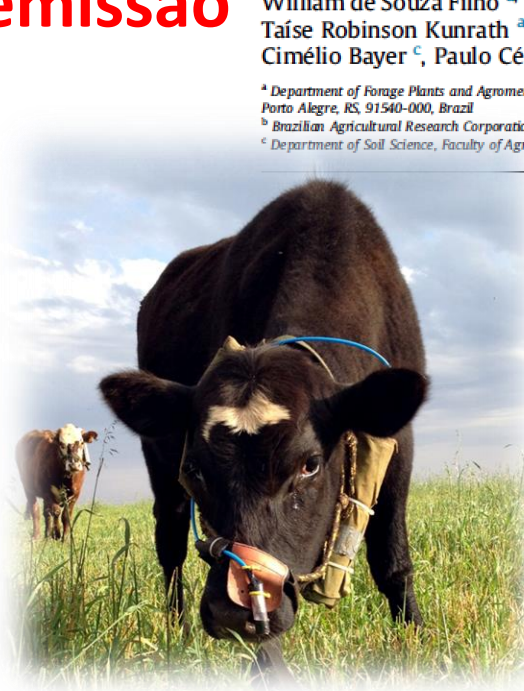
William de Souza Filho<sup>a,\*</sup>, Pedro Arthur de Albuquerque Nunes<sup>a</sup>, Raquel Santiago Barro<sup>a</sup>, Taíse Robinson Kunrath<sup>a</sup>, Gleice Menezes de Almeida<sup>a</sup>, Teresa Cristina Moraes Genro<sup>b</sup>, Cimélio Bayer<sup>c</sup>, Paulo César de Faccio Carvalho<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Forage Plants and Agrometeorology, Faculty of Agronomy, Federal University of Rio Grande Do Sul (UFRGS), Bento Gonçalves Ave., 7712, Porto Alegre, RS, 91540-000, Brazil  
<sup>b</sup> Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa CPPSUL), BR-153 Road, Bagé, Brazil  
<sup>c</sup> Department of Soil Science, Faculty of Agronomy, Federal University of Rio Grande Do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Brazil



**- 72 %  
emissão**

**g Ch4/kg carcaça  
RN 513 RT 1357**



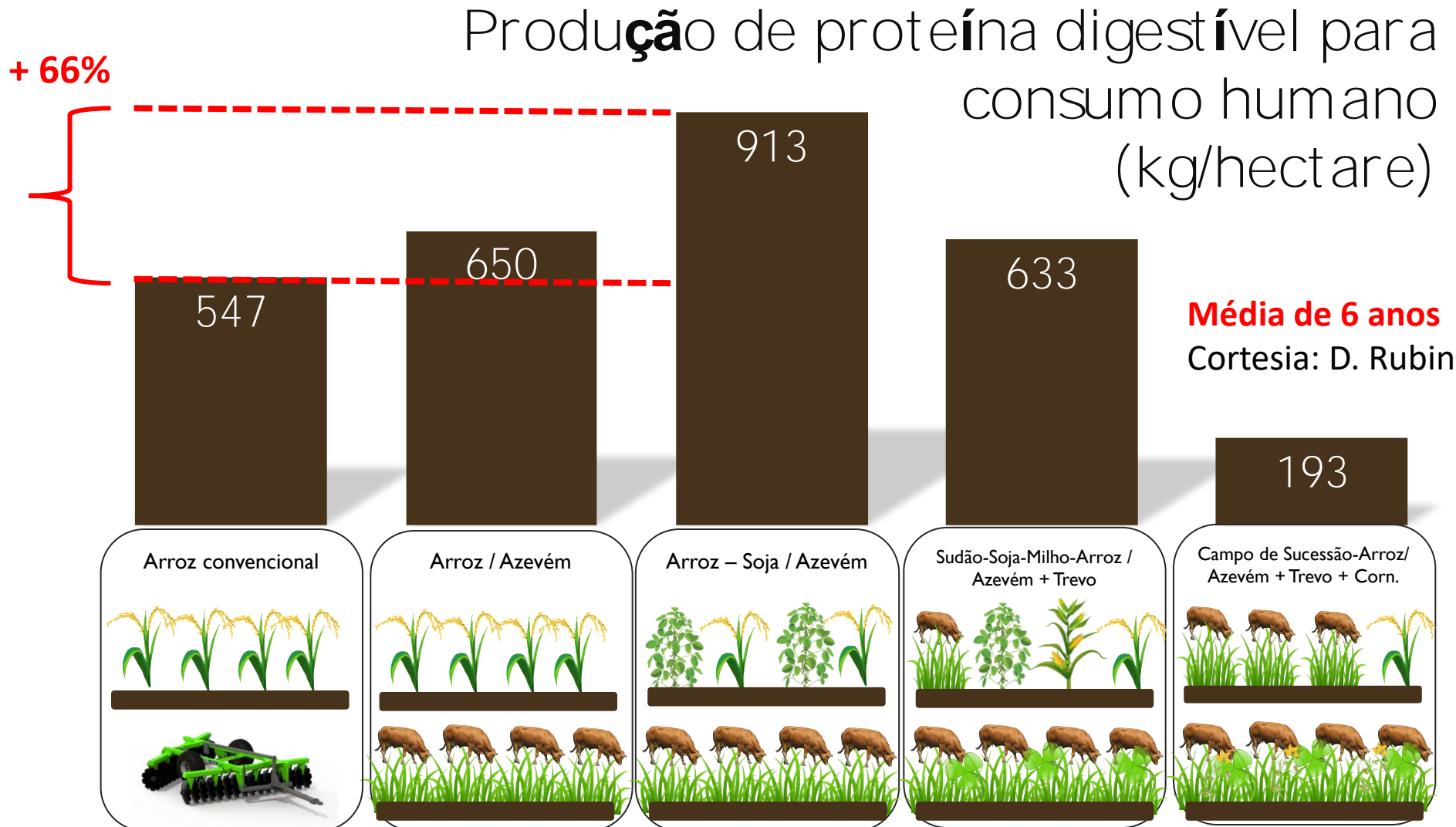


# Aliança SIPA e os fatores de emissão regionais

## IPCC Tier 1 vs FATORES LOCAIS DE EMISSÃO



# SIPA: produzir mais com menos!



**+ alimento**  
**- terra**

**SIPA é**  
**Intensificação**  
**Sustentável !**



PRODUÇÃO INTEGRADA DE  
SISTEMAS AGROPECUÁRIOS

**JUNTOS**  
PARA COMPETIR

Ação  
Integrada em  
Agronegócios



Família GEHRCKE

29 ha

Pastagem + concentrado

Custo: ~1 real/litro

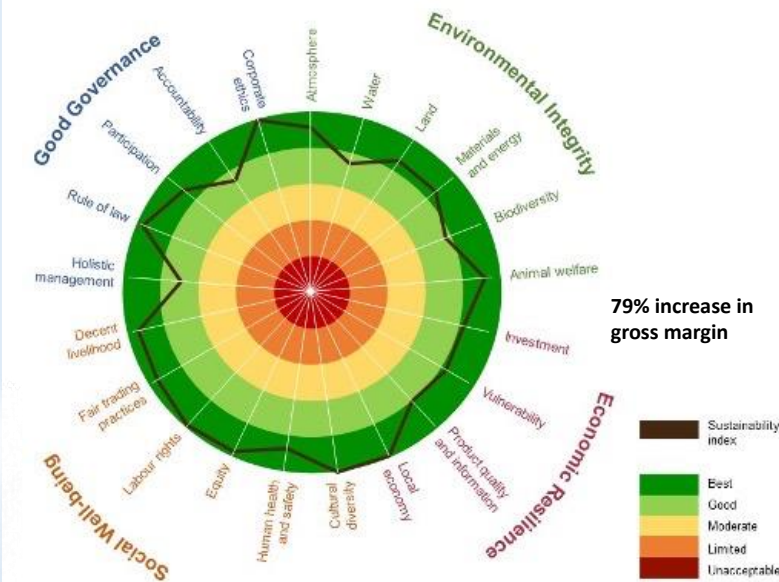


# Intensificação sustentável



**JUNTOS PARA COMPETIR**

Ação Integrada em Agronegócios



De Faccio Carvalho et al. 2022. A Brazilian initiative for sustainable development of smallholder dairy farming: the PISA Program. Options Méditerranéennes, 129: 23-26.



ALIANÇA  
**SIPA**  
SISTEMAS INTEGRADOS DE  
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA



**inct**  
institutos nacionais  
de ciência e tecnologia

**Aliança para a difusão  
da Intensificação Sustentável**

**Obrigado!**

[www.aliancasipa.org](http://www.aliancasipa.org)

