

## MUDANÇAS NO USO DA TERRA DO BIOMA PAMPA BRASILEIRO DE 1985 A 2018

*CHANGES IN LAND USE OF THE BRAZILIAN PAMPA BIOME FROM 1985 TO 2018*

**Alexandre Afonso Meyer**

Doutor em Agronegócios (UFRGS)  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Porto Alegre – RS, Brasil  
alexandre.a.meyer@me.com

**Paulo Dabdab Waquil**

Doutor em Economia Agrícola (WISC)  
Docente na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Porto Alegre – RS, Brasil  
waquil@ufrgs.br

\* **Recebido em: 28/02/2024**

\* **Aceito em: 19/06/2024**

### RESUMO

As mudanças antrópicas nas paisagens rurais alteraram a provisão de serviços ecossistêmicos e o uso de recursos escassos e naturais. Estudos voltados para o exame das mudanças no meio rural local, podem influenciar na busca pelo equilíbrio entre a produção de alimentos e outros benefícios oferecidos pelos sistemas naturais. O artigo explora variações históricas no uso da terra e analisa a gestão do uso, com as três maiores culturas praticadas no bioma. A pesquisa foi realizada por meio de revisão de literatura e dados históricos governamentais subdivididos em períodos, considerando o uso da terra com soja, arroz e gado de corte (bovinos), exclusivamente nos municípios do bioma. Os dados dos indicadores escolhidos foram submetidos ao teste ANOVA com significância de 5% [ $p < 0,05$ ]. Os dados mostram que as mudanças no uso da terra no bioma analisado provocaram uma intensificação na produção das três atividades avaliadas. E aumento da produção das três atividades por unidade de área explorada. O campo das discussões em torno de possíveis planos de uso da terra, pode evoluir em busca de sistemas de produção mais eficientes e voltados para a manutenção de todos os bens oferecidos pelos ambientes naturais. Apontar possíveis caminhos racionais de uso do solo a partir dos dados históricos utilizados e dos resultados obtidos, podem subsidiar o estabelecimento de parâmetros regionais e políticas de uso do solo.

**Palavras-chave:** Alimentos; Ecossistemas; Gestão; Recursos naturais.

### ABSTRACT

Anthropogenic changes in rural landscapes have altered the provision of ecosystem services and the use of scarce natural resources. Studies aimed at examining changes in the local rural environment can influence the search for a balance between food production and other benefits offered by natural systems. The article explores historical variations in land use and analyzes land use management, with the three largest crops practiced in the biome. The research was carried out through a literature review and historical government data subdivided into periods, considering the use of land with soybeans, rice and beef cattle (cattle), exclusively in the municipalities of the biome. The data from the chosen indicators were subjected to the ANOVA test with a significance of 5% [ $p < 0.05$ ]. The data show that changes in land use in the biome analyzed caused an intensification in the production of the three activities evaluated. And

---

increased production of the three activities per unit of explored area. The field of discussions around possible land use plans can evolve in search of more efficient production systems aimed at maintaining all the goods offered by natural environments. Pointing out possible rational paths for land use based on the historical data used and the results obtained can support the establishment of regional parameters and land use policies.

**Keywords:** Food; Ecosystems; Management; Natural resources.

## 1. INTRODUÇÃO

As transformações nas paisagens naturais causadas pelo homem muitas vezes decorrem da crescente necessidade de produção de alimentos, fibras e energia. Assim, o uso da terra está sob pressão de intensificação, conversão e abandono de atividades agrícolas e pecuárias ao longo do tempo. Cenários projetados entre os anos de 2012 e 2050 apontam para necessidade de aumentos na produção mundial de cereais entre 39% a 56% e carne bovina entre 30% a 55% (Fao, 2018). O crescimento da demanda por alimentos pode implicar em mudanças na oferta de outros serviços prestados por ecossistemas (SE) sob influência humana (Jones *et al.*, 2018). Dessa forma, a exploração de novas áreas agrícolas ganha destaque do ponto de vista da produção dos alimentos demandados e das formas de conduzir mudanças no uso do solo e no uso de recursos finitos.

Nas últimas quatro décadas, a maior expansão das fronteiras agrícolas do Brasil ocorreu devido ao aumento nas áreas com incorporação agrícola dos biomas Cerrado e Amazônia. No entanto, outros biomas do território brasileiro, como o bioma Pantanal, a Mata Atlântica e o bioma Pampa, não ficaram de fora dessa expansão (Farias *et al.*, 2020) e (Souza *et al.*, 2020). O bioma Pampa brasileiro, está localizado no extremo sul do Brasil; é originalmente uma formação natural, que ocupa aproximadamente 2% do território nacional e está inserida na metade sul do estado do Rio Grande do Sul (Mapbiomas, 2020). A região do Pampa é naturalmente dotada de grande biodiversidade e, em seu estado natural, é utilizada para a pecuária de corte há mais de 300 anos (Matte and Waquil, 2020) e (Oliveira *et al.*, 2017). Assim, a expansão de cultivos temporários no Bioma Pampa tem sido objeto de estudos (Oliveira *et al.*, 2017); (Lima *et al.*, 2020); (Rocha *et al.*, 2020) e (Souza *et al.*, 2020) e (Mengue *et al.*, 2020).

A conversão de pastagens naturais (PN)<sup>1</sup> para agricultura, aumenta o fluxo de recursos utilizados para a produção de alimentos, resultando no fenômeno da intensificação do uso da terra (Trigo *et al.*, 2021). O aumento nos fluxos de recursos naturais finitos, referentes ao uso da terra do bioma Pampa, ocorrem em muitos casos, pela introdução de novas culturas como a soja e o florestamento. Fazendas onde se desenvolvia unicamente a pecuária de corte em pastagens naturais, passaram a produzir também grãos e madeira em frações da área originalmente ocupada pela paisagem natural do bioma (Carvalho *et al.*, 2014). Os chamados Sistemas de integração Lavoura-pecuária e floresta são explorados no bioma Pampa, integrando um conjunto de sistemas de produção de alimentos e fibras que podem ser adotados neste ambiente como uma boa estratégia de intensificação sustentável do uso da terra (Szymczak *et al.*, 2020); (Renard and Tilman, 2019) e (Sharma *et al.*, 2019). A sustentabilidade no meio agrícola, começa a ser discutida com maior ênfase a partir das décadas de 50 a 60. Contudo, registros históricos remontam sobre a ideia, muito antes, na Grécia antiga, na China e em Roma (Pretty, 2008). A agricultura é um pilar fundamental para sustentabilidade, portanto, é necessária uma agricultura produtiva e compatível com a saúde e resiliência dos ecossistemas. Algumas técnicas tornaram-se exemplos de medidas de sustentabilidade, embora nenhuma delas represente o conceito em sua amplitude (Levy *et al.*, 2018). A agricultura de conservação

---

<sup>1</sup>Pastagem Natural (PN) - Vegetação natural dominada por espécies gramíneas historicamente utilizadas para pastagem (BILENCA, 2004).

tem se tornado evidente forma de intensificação sustentável, indicando um conjunto de princípios a serem adotados na busca por maior sustentabilidade nos sistemas agrícolas (Jat *et al.*, 2020). Resultados de aumentos de sustentabilidade, no curto prazo, podem ocorrer por meio de tecnologias que economizem recursos naturais (Bradshaw and Brook, 2014).

Em termos de área ocupada, as principais culturas no bioma Pampa são o arroz irrigado e a soja. Atualmente, o arroz produzido no bioma Pampa corresponde a 98% de toda a produção do estado do RS e a mais de 70% do arroz produzido no Brasil. A soja produzida no mesmo bioma representa aproximadamente 7% da produção total do país (Ibge, 2020). A quantidade de carne bovina produzida no Pampa brasileiro corresponde a aproximadamente 70% do total produzido no estado do RS e 8% do total produzido no Brasil (Medeiros *et al.*, 2017). A pecuária e a agricultura, alteraram a maior parte do Bioma Pampa entre 1985 e 2017 (Souza *et al.*, 2020).

Em termos gerais as três culturas avaliadas apresentaram aumentos de produção por unidade de área explorada no bioma. A intensificação na produção das três atividades parece clara. A percepção de que os sistemas produtivos vêm sofrendo mudanças no sentido de estabelecer relações entre as atividades agrícolas e pecuárias, dentro das unidades produtivas, advém da intensificação e de resultados como o da evolução do número de animais e da produção de carne, assim como, a evolução nas áreas ocupadas por agricultura estival. Em perspectiva, as mudanças produtivas e de uso do solo no Bioma Pampa, podem subsidiar projetos que contribuam para aumentar a eficiência no uso de recursos para a produção de alimentos e manutenção dos serviços ecossistêmicos diante do aumento da demanda por solos férteis. As considerações do texto trazem generalizações necessárias para o propósito do artigo que se refere à busca de uma compreensão global dos efeitos das mudanças de uso da terra na região, ainda que existam variações importantes entre as microrregiões que compõem o Pampa brasileiro, que não foram exploradas.

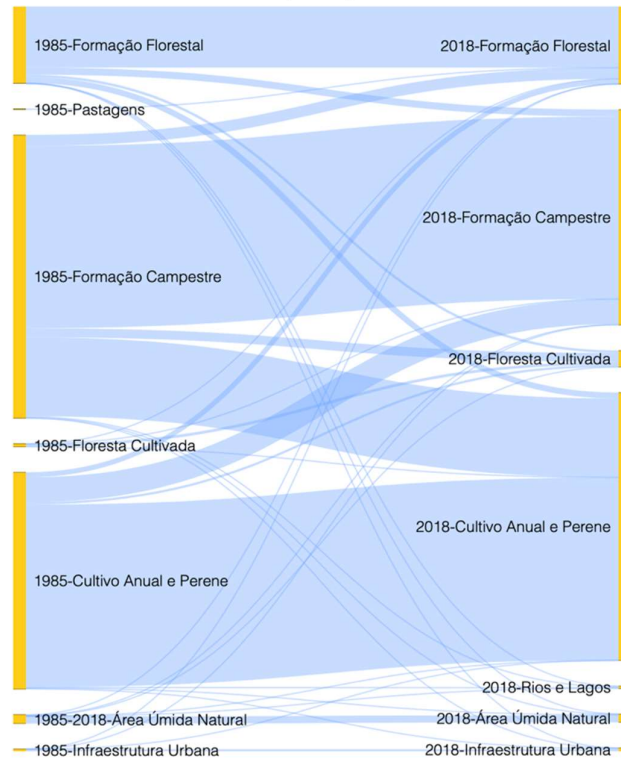
A pesquisa aponta para um panorama geral do uso da terra na região do bioma Pampa, descrevendo mudanças na produção e uso das áreas. O objetivo do estudo, é explorar variações históricas no uso da terra com as três maiores culturas praticadas atualmente no bioma e analisar a gestão do uso da terra.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Caracterização da área de estudo

A análise exploratória apresentada, investiga os efeitos da dinâmica (Figura 01) do uso do solo em um contexto histórico de 34 anos (1985-2018) na região do Pampa brasileiro e discute o planejamento do uso do solo no bioma como alternativa de racionalização. Os Pampas Sul-Americanos (latitudes 24°S e 35°S) estendem-se pelos territórios do Uruguai, Argentina, Brasil e parte do Paraguai, ocupando aproximadamente 500.000 Km<sup>2</sup>. O termo “Pampa” refere-se a grandes extensões de campo com vegetação rasteira, pequenos arbustos e árvores ocasionais (Pallarés *et al.*, 2005). A porção dos Pampas Sul-Americanos no Brasil (Bioma Pampa; Figura 02), corresponde a mais de 60% de todo o território do estado do RS, onde historicamente a atividade antrópica favoreceu uma uniformidade da cobertura vegetal, que em geral é utilizada como Pastagem Natural para bovinos de corte e ovinos. Estima-se que no território do Bioma Pampa existam mais de 3.000 espécies de plantas, das quais 15% são gramíneas rasteiras ou arbustivas (MAPA e Ibama-Rs, 2021). A temperatura média na região é de 18°C, e a pluviosidade varia entre 1.250 e 1.600 mm; em geral, as chuvas são mal distribuídas, com períodos de verão associados a altas temperaturas e radiação, e temperaturas que podem chegar abaixo de zero no inverno. Os solos em geral são rasos e bastante suscetíveis aos efeitos do déficit hídrico (Embrapa, 2021).

**Figura 01 – Transições no uso da terra no Bioma Pampa Brasileiro entre 1985 e 2018 (Km<sup>2</sup>).**



Fonte: Baseado em dados do MAPBIOMAS (2020).

Nota – As linhas verticais representam as porções de área (Km<sup>2</sup>) nestas classes: Florestas Naturais, Pastagens Naturais, Florestas Cultivadas, Culturas Anuais e Permanentes, Área Úmida Natural e Infraestrutura Urbana em 1985 (coluna da esquerda) e em 2018 (coluna da direita). As linhas horizontais azuis representam as transições de cada classe de uso do solo entre o intervalo de 1985 a 2018.

## 2.2. Objeto do estudo

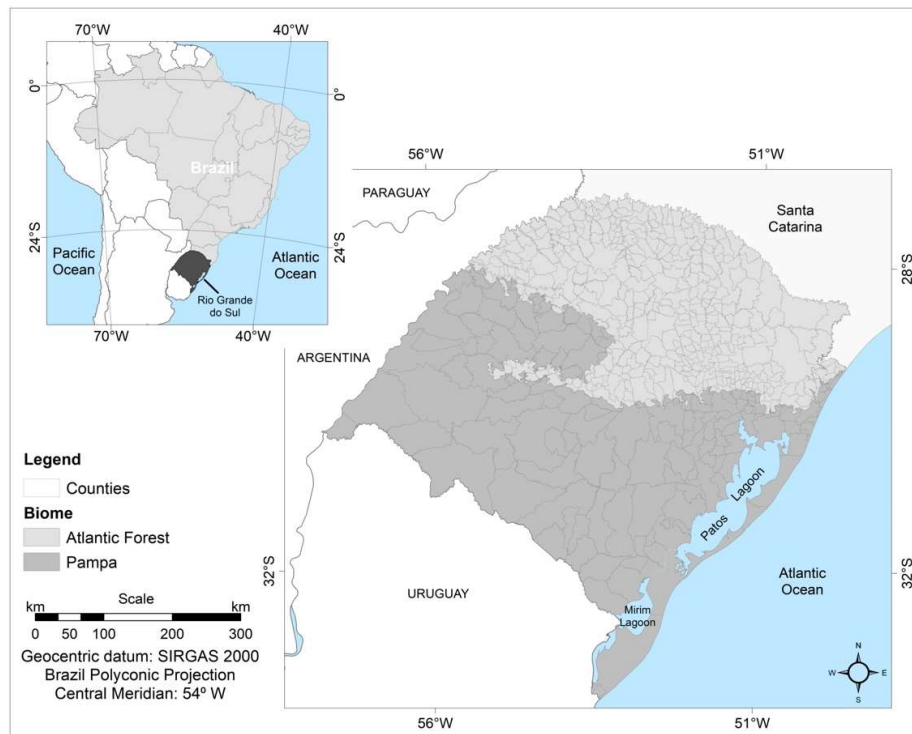
Historicamente, a pecuária de corte tem sido um dos sistemas mais comuns de exploração de pastagens naturais no Bioma Pampa. A chegada dos primeiros rebanhos remonta a meados do século XVII (Ibge, 2019). As paisagens naturais da região do Bioma Pampa no Brasil ocupam quase 65.000 Km<sup>2</sup>, onde a pecuária de corte, em geral, opera em sistemas extensivos<sup>3</sup>, utilizando pastagens naturais fornecidas pela vegetação rural do bioma como principal alimento.

O cultivo do arroz na região ocorre em terras que podem receber irrigação contínua por inundação. A área colhida de arroz no bioma é de aproximadamente 10.500 Km<sup>2</sup>. Normalmente, após a colheita do arroz, a área passa por períodos variáveis de pousio e pastejo nos restos culturais ou nas forrageiras cultivadas no inverno, retornando ao plantio no período de verão. Em geral, as propriedades produtoras de arroz possuem em sua composição de áreas frações de terras com maior aptidão para culturas de arroz, que se integram ao restante dos campos mais adequados para pecuária de corte e outras culturas.

A cultura da soja ocupa atualmente quase 30.000 Km<sup>2</sup> na região do Pampa. Em geral, as áreas soja, são integradas a forrageiras no inverno. Onde costumam ser utilizadas sob manejo racional na pecuária de corte. As áreas agrícolas que abrigam soja ou outras culturas temporárias ocorrem em frações variáveis de área dentro das fazendas da região, assim como o arroz irrigado.

Somando as áreas de soja, arroz e formações naturais, as três atividades ocupam aproximadamente 60% da área total do Bioma, abrangendo 169 municípios do estado do RS. Foram destacados os municípios que compõem a região do Pampa brasileiro. Os dados de produção e área colhida de soja e arroz dos 169 municípios destacados foram retirados do Ibge, (2020). Portanto, o exame foi realizado com dados históricos exclusivos dos municípios do Bioma Pampa, conforme indicado na Figura 02 (a lista dos municípios consta no Anexo A).

**Figura 02 - Extensão Brasileira do Bioma Pampa**



Fonte: Autores.

### 2.3 Análise de dados

A pesquisa foi realizada por meio de revisão de literatura e dados históricos governamentais (IBGE)<sup>2</sup> subdivididos em períodos, considerando o uso da terra com soja, arroz e gado de corte (bovinos), exclusivamente nos municípios do bioma. Examina-se o quadro de mudanças no uso da terra no Bioma Pampa em relação ao arroz, soja e bovinocultura de corte entre os anos de 1985 a 2018. Os dados dos indicadores escolhidos foram submetidos ao teste ANOVA com significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

Os dados de abate por categoria de animais foram contados, utilizando o número de animais em cabeças e o peso da carcaça dos animais. No somatório dos dados da pecuária estão incluídos os registros de três modalidades de fiscalização de produtos de origem animal (Inspeção Municipal, Estadual e Federal) em cada município do Bioma (IBGE, 2020). Para ter uma ideia da dinâmica do uso da terra em relação à pecuária, soja e arroz na região, os dados foram divididos em 6 subperíodos entre os anos de 1985 e 2018. O critério de implementação dos subperíodos foi o biológico ciclo da pecuária de corte em ciclo completo, desenvolvido em sistemas extensivos da região. A pecuária de corte representa a principal atividade em termos de uso da terra. A referência ao ciclo produtivo da pecuária de corte pode apresentar alguma tendência por ser a atividade mais comum na região. Os indicadores escolhidos para relacionar

<sup>2</sup> IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <https://www.ibge.gov.br>

as atividades e seus vínculos produtivos foram a quantidade colhida de soja e arroz (toneladas) nos municípios do Pampa, bem como a área colhida nas lavouras (ha) e os rendimentos das lavouras. A produção por hectare (toneladas/ha) das culturas temporárias foi obtida pela razão entre a quantidade colhida (toneladas) e a área (ha) colhida de arroz e soja, conforme equação 1.

$$R_{grãos} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (1)$$

$R_{grãos}$  = Produtividade por área (toneladas/hectare).

$Q_i$  = Produção agrícola dos municípios da região (toneladas por ano).

$A_i$  = Área agrícola colhida nos municípios da região (hectares).

A estimativa da quantidade produzida pela pecuária de corte do bioma, foi baseada em uma taxa relativa ao rebanho da região do bioma em relação ao rebanho do estado do RS, conforme equação 2. Assim, a estimativa da produção de carne bovina no Pampa bioma está diretamente relacionado à dinâmica do número de animais nos municípios do Pampa no período (1985 a 2018) segundo o IBGE (2020). Os dados de abate de bovinos divulgados pelo IBGE não descrevem valores por município, mas sim o total do RS. Assim, a proporcionalidade do rebanho do bioma Pampa em relação ao RS foi utilizada para estimar a quantidade de carne bovina produzida no bioma (toneladas de carcaça por ano).

$$Q_{carneP} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n QP_i}{\sum_{i=1}^n QRS_i} \right) \times Q_{carneRS} \quad (2)$$

$Q_{carneP}$  = Quantidade de carne bovina produzida no bioma Pampa (toneladas de carcaça por ano).

$QP_i$  = Número de cabeças cadastrados nos municípios do bioma por ano.

$QRS_i$  = Número de cabeças cadastradas no RS por ano.

$Q_{carneRS}$  = Quantidade de carne bovina produzida no RS (toneladas de carcaça/ano).

O rendimento da produção em bovinos de corte foi medido em toneladas de carcaça por hectare e corresponde à razão entre o peso de carcaças produzidas (tonelada) ao ano e a área de campo nativo existente anualmente, resultando na produtividade por área de campo nativo existente nos municípios do bioma examinado, conforme equação 3.

$$R_{carne} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (3)$$

$R_{carne}$  = Rendimento por área (Toneladas/hectare).

$Q_i$  = Produção dos municípios da região (toneladas de carcaças por ano).

$A_i$  = Área de Formação Natural Não Florestada por município da região (hectares).

O período de análise foi escolhido observando a intensificação das mudanças no uso do solo. No período analisado, houve um maior grau de aumento na conversão do uso da terra para culturas temporárias. Os dados resultantes das médias de cada período foram submetidos

---

ao teste de médias (ANOVA) e os contrastes foram calculados através do teste de Scheffé no SPSS®.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Variações relativas entre uso da terra e produtividade

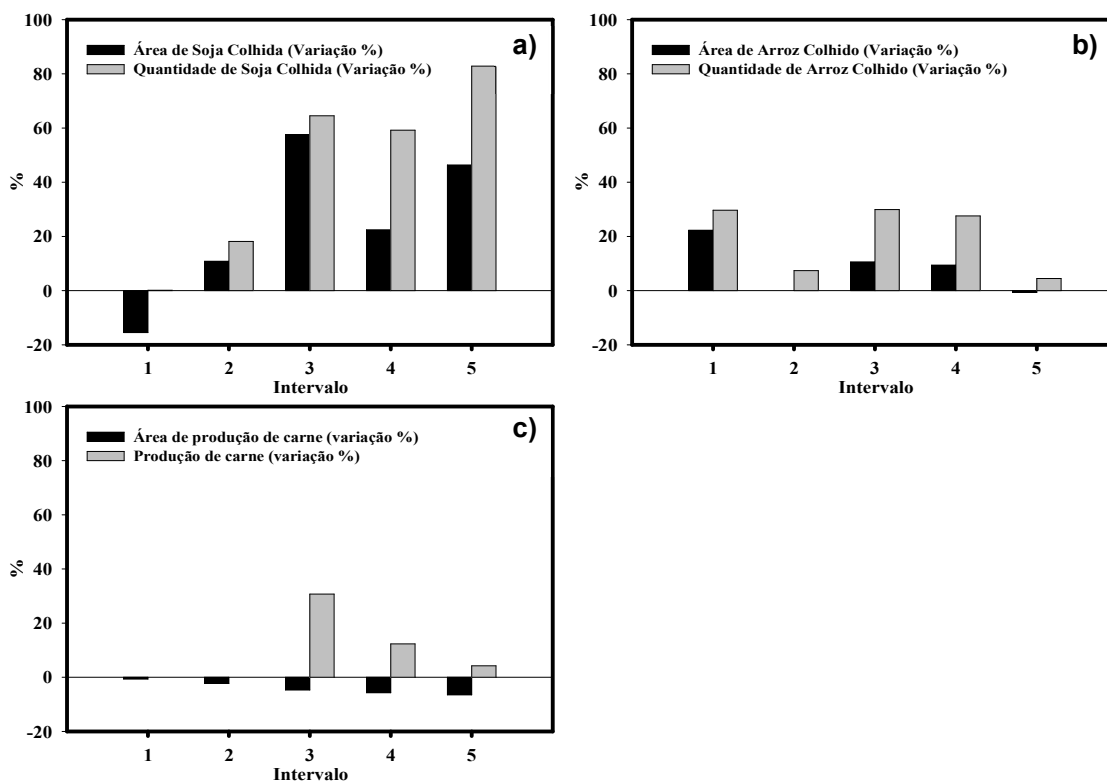
As reduções nas áreas de formação natural no bioma Pampa tem sido significativas nas últimas décadas (Barral and Maceira, 2012); (Oliveira *et al.*, 2017); (Matte and Waquil, 2020). A redução medida neste trabalho, em termos de formação natural no Pampa no Brasil entre 1985 e 2018 foi de aproximadamente 22%, sem considerar áreas de florestas artificiais e somente agricultura estival com soja e arroz irrigado. Oliveira *et al.*, (2017) citam que entre 1975 e 1985, a perda de formação natural no bioma foi de 12,5%. Entre os anos de 1985 a 2017 (33 anos) a expansão da agropecuária no Pampa, tomou 26,4% da formação natural do bioma (Souza *et al.*, 2020). A área utilizada com Silvicultura no Pampa, aumentou aproximadamente 2,2 milhões de hectares enquanto no mesmo período (1985 a 2021) a área utilizada com agricultura cresceu em 4,6 milhões de hectares (Mapbiomas, 2023).

As tendências gerais de comportamento e mudanças percentuais na quantidade colhida e na área total de colheita de soja, arroz e bovinos de corte entre os períodos foram comparadas conforme a figura 03 (a, b). Ambas as culturas (soja e arroz), indicam uma tendência geral de maiores variações positivas nas quantidades colhidas em comparação com as variações na área plantada, com soja e arroz no período avaliado. O total acumulado na área colhida de soja (ha), cresceu entre os períodos inicial e final do exame (1985 a 2018), em aproximadamente 164,5% (Figura 01a), enquanto a variação na quantidade colhida no Bioma Pampa foi de mais de 490% (1,3 milhão de toneladas para 7,7 milhões de toneladas). Em outro intervalo de tempo e escala, Burney *et al.*, (2010), afirmaram que a área total cultivada no planeta Terra no período de 1961 a 2005 sofreu um aumento de 27% enquanto o rendimento das lavouras cresceu 135%. E Pretty (2008) afirma que nas últimas cinco décadas, a produção agrícola aumentou mais de 100% com um aumento de área de 9%. Souza *et al.*, (2020) encontraram uma expansão da área Agrícola do Brasil entre 1985 e 2017, de 172,5%.

A figura 03 (b) mostra as comparações dos intervalos para a área arroteira do Pampa brasileiro, que cresceu 47% em todo o período enquanto a produção total do bioma aumentou 140% entre o primeiro e o último intervalo analisado. Áreas de pousio em arrozais (período que pode durar alguns anos) podem ser reconhecidas como áreas de formação natural. Portanto, essas áreas, confundidas com formações naturais, podem fazer parte de uma rotação de arrozais; assim, a correlação negativa entre áreas de arrozais com áreas de formação natural ou rural no Pampa poderia ser explicada em algum grau.

A correlação (Pearson) entre os indicadores: “Áreas de formação natural não florestal” (Formação de campos naturais) e “Área colhida de arroz no Pampa (ha)”, resultou em -0,780, o que denota forte associação negativa entre valores dos indicadores no período. A figura 03 (c) mostra um aumento nas perdas na área de formação natural não florestada (Formação de campos naturais) no período e um crescimento positivo, mas uma queda no aumento percentual da produção pecuária total (toneladas de carcaça), de 1997-2002 a 2003-2008.

**Figura 03 - Variações percentuais da quantidade média de produto e da área ocupada pelas atividades de produção de soja (a), arroz (b) e carne bovina (c), entre os períodos, no Bioma Pampa.**



Fonte: Elaborado a partir de dados do IBGE, 2020.

Nota: Faixa 1 = variação da média entre os períodos 1985-1990 a 1991-1996; Faixa 2 = variação da média entre os períodos 1991-1996 a 1997-2002; Faixa 3 = variação da média entre os períodos 1997-2002 a 2003-2008; Faixa 4 = variação da média entre os períodos 2003-2008 a 2009-2014; Faixa 5 = variação da média entre os períodos 2009-2014 a 2015-2018. A área destinada à produção de carne bovina mostrada no gráfico c, está restrita apenas à vegetação nativa do Bioma Pampa no Brasil.

### 3.2 Variações nos índices de produção do bioma

Os resultados da tabela 01 mostram as diferenças entre as médias de cada indicador ao longo dos intervalos escolhidos. As médias dos indicadores refletem a soma dos resultados dos municípios do bioma por intervalo. O indicador “Rebanho bovino no Bioma Pampa (Cab.)” pode ser uma importante referência por estar associado a áreas de formação natural com a tradicional pecuária extensiva da região. O rebanho bovino do Pampa brasileiro, aponta para uma redução de 7,15% no último intervalo (2015-2018) em relação ao intervalo 2009-2014, diferindo de todos os outros períodos analisados. A queda significativa do indicador “Rebanho bovino no Bioma Pampa (Cab.)”, no intervalo 2015-2018 é corroborada pelo aumento no abate de fêmeas bovinas no RS e no Pampa e com o aumento dos valores do indicador “Quantidade total de abate de bovinos no Pampa (Toneladas de Carcaças)”. Parece razoável destacarmos uma tendência de crescimento no abate de bovinos no Pampa ao longo de todo o período (1985-2018), incluindo aumentos nas taxas de abate de fêmeas bovinas.

**Tabela 01 – Variáveis das culturas de Arroz, Soja e Pecuária na Região do Pampa do Brasil (1985 a 2018).**

Descrição / Intervalos	1985-1990	1991-1996	1997-2002	2003-2008	2009-2014	2015-2018
Rendimento cultura de soja Pampa (Ton./Ha)	1,28 <sup>b</sup>	1,55 <sup>b</sup>	1,63 <sup>b</sup>	1,74 <sup>b</sup>	2,20 <sup>ab</sup>	2,8 <sup>a</sup>
Rendimento cultura de Arroz Pampa (Ton./Ha)	4,65 <sup>c</sup>	4,95 <sup>c</sup>	5,28 <sup>bc</sup>	6,22 <sup>b</sup>	7,27 <sup>a</sup>	7,655 <sup>a</sup>
Rendimento *Bov. Pampa (Ton. Carc. /Ha)	-	-	0,05 <sup>c</sup>	0,07 <sup>b</sup>	0,08 <sup>a</sup>	0,094 <sup>a</sup>
Quantidade colhida de Soja no Pampa (Ton.)	1.363.851 <sup>c</sup>	1.365.517 <sup>c</sup>	1.613.259 <sup>c</sup>	2.654.015 <sup>bc</sup>	4.224.970 <sup>b</sup>	7.724.558 <sup>a</sup>
Quantidade colhida de Arroz no Pampa (Ton.)	3.403.441 <sup>c</sup>	4.413.099 <sup>c</sup>	4.739.468 <sup>bc</sup>	6.157.315 <sup>b</sup>	7.855.309 <sup>a</sup>	8.207.767 <sup>a</sup>
Quantidade de Abates Bov. Pampa (Ton. Carc.)	-	-	411.161 <sup>b</sup>	537.505 <sup>ab</sup>	603.810 <sup>a</sup>	629.458 <sup>a</sup>
Área colhida de Soja no Pampa (Ha)	1.046.180 <sup>c</sup>	884.298 <sup>c</sup>	980.078 <sup>c</sup>	1.544.579 <sup>b</sup>	1.891.539 <sup>b</sup>	2.768.883 <sup>a</sup>
Área Colhida de Arroz no Pampa (Ha)	729.533 <sup>c</sup>	892.042 <sup>b</sup>	891.963 <sup>b</sup>	986.637 <sup>ab</sup>	1.079.517 <sup>a</sup>	1.072.100 <sup>a</sup>
Área de Formação Campestre (Ha)	8.237.169 <sup>a</sup>	8.182.672 <sup>a</sup>	7.993.488 <sup>a</sup>	7.618.265 <sup>b</sup>	7.182.942 <sup>c</sup>	6.716.670 <sup>d</sup>
Efetivo Bov. no **RS (Cab.)	13.732.984 <sup>ab</sup>	13.989.945 <sup>ab</sup>	13.825.098 <sup>ab</sup>	14.183.045 <sup>a</sup>	14.241.481 <sup>a</sup>	13.308.038 <sup>b</sup>
Efetivo Bov. no Bioma Pampa (Cab.)	10.556.476 <sup>ab</sup>	10.653.009 <sup>a</sup>	10.344.510 <sup>ab</sup>	10.761.637 <sup>a</sup>	10.616.121 <sup>a</sup>	9.856.673 <sup>c</sup>
Participação do rebanho do Pampa no RS (%)	76 <sup>a</sup>	76,3 <sup>ab</sup>	74 <sup>bc</sup>	75 <sup>ab</sup>	74 <sup>bc</sup>	74 <sup>c</sup>
Abates de Bov. no Estado do RS (Cab.)	-	-	1.276.011 <sup>b</sup>	1.633.032 <sup>ab</sup>	1.853.912 <sup>a</sup>	1.945.779 <sup>a</sup>
Abate de Bov. RS/Ano. (Ton. Carc.)	-	-	550.495 <sup>b</sup>	708.457 <sup>ab</sup>	810.260 <sup>a</sup>	850.349 <sup>a</sup>
Abates de Fêmeas Bov. no RS (Cab.)	-	-	458.128 <sup>b</sup>	684.814 <sup>ab</sup>	829.442 <sup>a</sup>	925.074 <sup>a</sup>
Abate Fêmeas Bov. no RS/Ano (Ton. Carc.)	-	-	92.079 <sup>b</sup>	139.878 <sup>ab</sup>	172.798 <sup>a</sup>	193.558 <sup>a</sup>
Abate Fêmeas Bov. Pampa (Ton. Carc.)	-	-	68.695 <sup>c</sup>	106.229 <sup>bc</sup>	128.764 <sup>ab</sup>	143.246 <sup>a</sup>

Fonte: Elaborado a partir de dados do IBGE - Produção agrícola Municipal; IBGE – Pesquisa Trimestral do Abate de Animais; IBGE – Pesquisa da Pecuária Municipal.

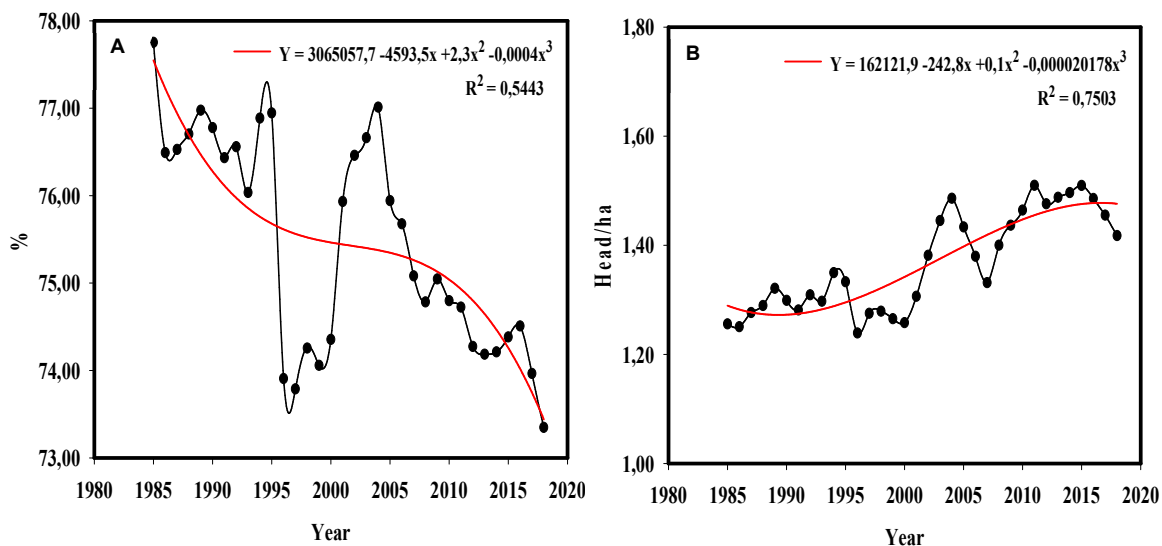
Nota: Teste ANOVA com significância no nível de 5 % de probabilidade ( $p < 0,05$ ). As linhas com média seguidas de letras diferentes diferem nos testes F e Scheffé ( $P \leq 0,05$ ). \*Bovinos. \*\*Estado do Rio Grande do Sul.

O comportamento do indicador “Área colhida de soja no Pampa (ha)” aponta um aumento significativo de 46,4% no último intervalo (2015-2018) em relação ao anterior (2009-2014). A correlação encontrada entre o indicador “Área colhida de soja no Pampa (ha)” e o indicador “Rebanho bovino no bioma Pampa (cabeça)” foi de -0,386. No entanto, a correlação encontrada entre os indicadores “Quantidade de Bovinos Abatidos no Pampa (toneladas de carcaças)” e “Área colhida de soja no Pampa (ha)”, anualmente no mesmo bioma foi de 0,603, mostrando associação positiva entre o abate de bovinos, indicadores de produção e área de soja (tabela 01). O aumento da produção de carne bovina pode estar ligado ao aumento das áreas de pastagens de inverno deixadas após o cultivo da soja. O número de animais do bioma Pampa não apresentou forte variação, com relação a área colhida de soja na região, o que pode indicar uma sinergia entre as atividades, na região. Contudo, o último intervalo (2015 – 2018) apresenta sinais de redução mais acelerada no rebanho, concomitante a uma aceleração no aumento de área plantada e na produtividade da soja. Ao longo de todo período, a área colhida de soja no bioma aumentou e a produtividade da cultura da soja melhorou, apresentando uma tendência média de crescimento geral de 3,5% ao ano. A cultura do arroz apresentou aumento de produtividade, com menores aumentos relativos de área quando comparada à cultura da soja na região. A cultura da soja na região do Pampa representa atualmente quase a metade (45,2%) de todo o volume do grão colhido no estado do RS, mostrando um quadro de mudanças significativas no uso da terra, sugerindo também mudanças nos sistemas de produção adotados. A região do Pampa de 1985 foi responsável por 28,96% da soja colhida no estado do RS. Os resultados mostram um avanço da agricultura estival, sobre as áreas de formação nativa, corroborando com Oliveira et al. (2017), que identificaram a influência causal de cultivos temporários e florestas cultivadas em paisagens naturais do bioma Pampa.

As três culturas mostraram evidências de crescimento na produção total e produtividade no bioma Pampa do Brasil. Associado a isso, os resultados apontam para uma tendência de redução absoluta do rebanho bovino no bioma Pampa, inclinando-se para o aumento do número de animais por hectare de formação natural existente na região (Fig. 04 b); Elemento que pode implicar em maior pressão ambiental sobre áreas remanescentes de pastagens naturais no bioma

e deve ser considerado sob a ótica da sustentabilidade, que implica no planejamento e gestão no uso de áreas com vistas a longo prazo.

**Figura 04 - a) Participação (%) do Rebanho Bovino Pampa em Relação ao Estado do RS (%); b) Rebanho Bovino Pampa em Relação à Área de Formação Natural (cabeça/ha).**



Fonte: Baseado em dados do IBGE, 2020.

Parece razoável, então, supormos que o aumento da velocidade de abate do gado no Pampa se deva a inúmeras melhorias nos sistemas produtivos, entre elas nutrição adequada para aumentar o peso dos animais para comercialização precocemente. O abate precoce do gado é precedido por curvas de ganho de peso mais constantes que normalmente não ocorrem em pastagens naturais principalmente devido ao período hibernal da região. E estas transformações ocorrem concomitantemente a maiores cargas de animal por hectare, conforme mencionado acima, indicando novamente uma intensificação da produção pecuária da região. Salomoni e Silveira, (1996) avaliaram a produção vegetal de pastagens dos campos naturais da região. Os autores registraram produção de aproximadamente 5.800,00 kg de matéria seca por hectare por ano, onde nos meses de junho, julho e agosto, a produção foi de 830,00 kg de matéria seca e janeiro, fevereiro e março, mais de 2 mil kg de forragem seca por hectare por ano. O aumento da contribuição de forragem de inverno na região pode desempenhar um papel importante no crescimento do abate de bovinos detectado no período analisado. Esse insumo forrageiro, em alguns sistemas produtivos; é produto do cultivo de gramíneas e leguminosas de inverno, que são cultivadas pós agricultura estival.

A agricultura intensiva especializada, tem sido caracterizada por alguns autores por conter externalidades ambientais e sociais negativas; também, os sistemas que integram agricultura e pecuária (sistemas mistos) podem ser criticados por estudiosos por apresentarem rendimentos mais baixos, exigindo assim maiores áreas para produzir as mesmas quantidades de produtos agropecuários (Lambin and Meyfroidt, 2011). Tendo em vista o uso de longo prazo da terra, para a produção de alimentos, alguns efeitos das mudanças no uso da terra na intensificação dos sistemas de produção agrícola são discutidos a seguir.

### 3.3 Intensificação do uso da terra

Meyfroidt *et al.* (2018) descrevem a intensificação, como a aplicação de procedimentos que aumentam o rendimento da terra e a quantidade de insumos por unidade de terra, bem como

alteram as propriedades do ecossistema. Nesse sentido, e seguindo a hipótese de Norman Bourlaug, Waggoner (1995) aponta evidências históricas de que aumentos na produtividade das culturas por meio de tecnologias desenvolvidas, economizaram terras e podem responder positivamente para produzir alimentos para toda a população projetada (10 bilhões de pessoas) até 2050, economizando áreas agricultáveis. Para Jiménez-Navarro *et al.*, (2023) a intensificação agrícola medida em frequência de aplicação de insumos, trouxe impactos negativos sobre a biodiversidade.

Burney *et al.* (2010) consideraram que as emissões antrópicas de carbono (12% do total) causadas pela agricultura no atual estado de intensificação foram menores do que as emissões que teriam ocorrido em fazendas extensivas. Além disso, se a produção agrícola tivesse permanecido constante desde 1961, seriam necessários 1,7 milhão de hectares adicionais de terra arável para atingir o nível de produção de 2005.

Pesquisando a evolução dos rendimentos agrícolas em 124 países e 23 culturas por vinte anos, Ewers *et al.* (2009) relacionaram as mudanças na área de cultivo, produção e rendimento das lavouras com as áreas de floresta natural. Mesmo observando um fraco efeito poupador de terra (atribuído a subsídios), os autores encontraram uma redução na área de cultivo por habitante em países com aumentos de produtividade. A redução do desmatamento também foi acompanhada por aumentos de produtividade.

Sob regimes de baixo nível de intensificação, 26 a 96% da região natural, pode sofrer conversão para agricultura com perdas de biodiversidade em torno de 53% e 111% de aumento no uso de água. Sob regimes de intensificação ao nível médio e alto podem sobrar áreas de preservação e cumprir o aumento na demanda de alimentos, com perdas de 8 a 13% na biodiversidade (Ramirez-Contreras *et al.*, 2022). A pesquisa ilustra a ideia de que alguns sistemas agrários se tornaram gradativamente mais intensivos ao longo do tempo, ocorrendo o mesmo fenômeno em diferentes partes do planeta, causando impactos no uso da terra. Neste sentido, a intensificação do uso da terra no bioma Pampa pode ter preservado áreas menos favoráveis ao cultivo, resultando no aumento de florestas naturais.

Boserup (1965) propõe uma base em torno da ideia de intensidade no uso da terra. E, nesse sentido, descreve regiões que passam por transformações no uso da terra, em prol de uma intensificação das áreas agrícolas, com cinco níveis.

O quadro da dinâmica da área ocupada por florestas naturais no Pampa (Tabela 02) mostrou crescimento relativo superior ao estado do RS no período analisado, com crescimento próximo a 25% (21 mil quilômetros quadrados em 1985 e 26 mil quilômetros quadrados em 2018) (Mapbiomas, 2020). Os biomas Pampa e Mata Atlântica tiveram aumentos nas áreas de florestas nativas nas últimas três décadas (Souza *et al.*, 2020).

Em linha com o paradoxo de Jevons; Hertel *et al.* (2014) indicam que, em um contexto global, as intensificações agrícolas nem sempre economizam terras, pois aumentos na produção podem deslocar a curva de preços e desencadear aumentos no consumo como resultado de preços mais baixos, e por causa das oportunidades geradas por custos de produção mais baixos, atrair investimentos em terras preservadas.

**Tabela 02 - Mudanças na área da Mata Pampa entre 1985 e 2018**

Ano	Reflorestamento no RS (km <sup>2</sup> )	Floresta nativa no RS (km <sup>2</sup> )
1985	51.970,01	21.760,96
2018	57.889,58	26.156,13
Diferenças entre 2018 e 1985	5.919,58	4.395,17

Fonte: MapBiomas (2020).

Seguindo números históricos (1970 a 2005) de rendimentos crescentes em culturas agrícolas, Rudel *et al.* (2009) encontraram uma queda nas áreas cultivadas acompanhada de

aumentos nas taxas de importação de alimentos. Dessa forma, regiões ou países acabam transferindo pressões de demanda crescente por produtos agrícolas para outras localidades, ocorrendo o transbordamento do uso da terra (Meyfroidt *et al.*, 2018). Colocando em perspectiva, o potencial da cultura agrícola, rendimentos mais baixos e área plantada reduzida, pode ocorrer devido a retornos insuficientes devido a preços, riscos, infraestrutura ou condições naturais, onde seria insatisfatório investir na agricultura. Quando o uso de recursos se torna ineficiente, comprar alimentos de produtores mais eficientes pode ser uma escolha melhor (Godfray *et al.*, 2010).

Supondo que o processo de intensificação do uso da terra na região do Pampa brasileiro, sinaliza para um crescimento de sistemas de uso da terra, que utilizam a agricultura e a pecuária ao longo do ano. Poderíamos supor também, que a expansão da agricultura estival, provavelmente tem sido um fator de estímulo a esses sistemas de produção mista no bioma Pampa. Os fenômenos de intensificação com expansão entre as atividades agropecuárias podem ocorrer concomitantemente em algumas regiões (Meyfroidt *et al.*, 2018).

Os maiores avanços de produtividade na pecuária de corte, ocorreram concomitantemente aos maiores crescimentos relativos em área e produção de soja, no intervalo 1997-2002 a 2003-2008 (Figura 03 a c).

A redução acumulada (1985 a 2018), na área de formação natural não florestada encontrada, foi de 15.205 quilômetros quadrados (22%), enquanto o aumento da produção estimada de carne bovina no Pampa foi de 88% entre os intervalos 1997-2002 e 2015-2018. Atualmente, os pecuaristas de corte do RS estão abatendo animais mais jovens, demonstrando o aumento da velocidade de abate (Varella *et al.*, 2018). O abate de animais mais jovens, requer maiores ganhos de peso por unidade de tempo. O fenômeno de aumento absoluto da produção de carne bovina no bioma Pampa foi acompanhado por uma tendência de queda na participação do bioma Pampa no rebanho bovino do RS (Figura 04 a).

A necessidade de rotação em áreas cultivadas com arroz, na região do Pampa, condiciona a disponibilidade de aproximadamente 40.000 quilômetros quadrados, em sistemas de integração lavoura-pecuária. E a engorda de bovinos em pastagens de aveia (*A. strigosa*) e azevém (*L. multiflorum*), plantadas após o cultivo da soja, predomina na região (Zimmer *et al.*, 2019).

As evidências encontradas apontam para melhores eficiências nas curvas de ganho de peso na bovinocultura de corte, ocorrendo concomitante ao aumento da agricultura na região. Não podemos afirmar com as evidências encontradas, que as mudanças no uso da terra estão produzindo mudanças drásticas e modificando massivamente os sistemas de produção pecuária somente em pastagens naturais, para sistemas produtivos de integração lavoura-pecuária, por que não temos dados de evolução de uso de áreas em pastagens invernais e que o IBGE não fornece, no entanto, diversos autores citam os sistemas mistos de produção como objeto de estudo na região.

A seção a seguir trata de alguns pontos, onde o uso da terra resulta em produtos pecuários e agrícolas, uma vez que parece que temos um cenário de demandas crescentes por alimentos e uma necessidade premente de usar recursos eficientemente e nos dirigirmos para maior sustentabilidade na agricultura.

### 3.3.1 Intensificação no uso da terra pela via de sistemas integrados de produção.

Diante do cenário de aumento da demanda por alimentos, a alternativa mais adequada é a intensificação dos agroecossistemas concomitante à melhoria do solo (Balbinot *et al.*, 2009). Existem evidências de sistemas integrados com ênfase na produção de lã há mais de 7 mil anos na Grécia e muitos outros casos na Mesopotâmia pré-histórica e na Europa histórica descritos na arqueozoologia (Halstead, 1996). Sistemas integrados exploram racionalmente sinergias de interações entre solo, plantas, animais e atmosfera, integrando atividades agropecuárias em

diferentes escalas de tempo e espaço (Moraes, Carvalho, Lustosa, *et al.*, 2014). Keulen and Schiere (2004) analisaram a produção integrada e a produção especializada sob a perspectiva conceitual dos sistemas de produção e concluíram que os sistemas integrados podem conter diferentes combinações de agricultura e pecuária, com vantagens e desvantagens que diferem entre as regiões. Nesse sentido, os sistemas de integração lavoura-pecuária podem contribuir, pois possuem atributos econômicos, biológicos e sociais, ligados à busca por mais sustentabilidade (Balbinot *et al.*, 2009). Analisando sustentabilidade de diferentes sistemas de produção em 115 fazendas no bioma Pampa, por meio de indicadores do uso de recursos naturais; resultou que sistemas pecuários em pastoreio mostraram maior grau de sustentabilidade geral, comparados a sistemas intensivos de pecuária e sistemas integrados. Contudo, diferenças importantes na esfera social e econômica em desfavor de sistemas pecuários em pastoreio foram encontradas, constituindo um importante dilema da região avaliada (Viana *et al.*, 2021). Os autores classificaram sistemas pecuários em pastagens, como grande captador de carbono equivalente. Já, ao reintroduzir a pecuária em terras agrícolas e tornar os sistemas integrados, o armazenamento de carbono orgânico no solo mostrou um forte potencial para aumentar, com base na biomassa depositada no solo e na reciclagem eficiente de nutrientes residuais das culturas (Brewer and Gaudin, 2020).

Na região subtropical do Brasil, as integrações lavoura-pecuária são caracterizadas pela rotação entre pastagens invernais e agricultura estival. A agricultura é implantada em sistemas de plantio direto em rotação anual, com lavouras no verão e pastagens no inverno (Moraes, Carvalho, Anghinoni, *et al.*, 2014). Os municípios do bioma apresentam evolução positiva em relação ao plantio direto, indicando o efeito da mudança de uso da terra na região do Pampa. No ano de 2006 a técnica de plantio direto era aplicada em 1,35 Mha no Pampa e em 2017 se praticava 2,0 Mha, um aumento de 47% na área onde se aplica o plantio direto sobre a palha de resíduos de culturas anteriores (Ibge, 2020).

O Plantio Direto, combinando rotação de culturas e efeitos de pastoreio, interagem sinergicamente, tornando o resultado produtivo maior que a soma individual das tecnologias em uso. Entre as vantagens da utilização de sistemas integrados, destacam-se a estabilidade da produção e a manutenção da alta biodiversidade nas áreas manejadas (Moraes, Carvalho, Lustosa, *et al.*, 2014). Schiere *et al.* (2002) discutem a tendência de valorização das colheitas face à pecuária nos sistemas de integração lavoura-pecuária e a capacidade das áreas pastoris em suportar maior pressão. O argumento foi reforçado por modelos simulados que mostram ganhos produtivos de curto prazo, com ausência de pecuária. No entanto, no longo prazo, os modelos mostraram que a integração é capaz de suportar populações maiores que lidam com a produção de alimentos. Nos Pampas Argentinos, a rotação entre lavouras e pastagens foi substituída por lavouras de trigo e soja em sequência; ou seja, predominância da agricultura especializada (Fauba, 2003).

Algumas microrregiões dentro do bioma, desfavoráveis à agricultura, características socioculturais do Pampa, bem como, um grande número de áreas em regime de parceria e arrendatários hoje existentes nas atividades agropecuárias (tabela 03), podem representar fatores que inibem uma expansão massiva da agricultura estival na região, tornando-a uma fração relativamente estável do total de propriedades e favorecendo sistemas mistos de produção. O bioma representado pela tipologia dos produtores (tabela 03) em relação ao estado do RS, representa 80% de toda a área ocupada por produtores arrendatários no estado do RS.

**Tabela 03 - Área de produção (ha) de lavouras temporárias por tipo de produtor.**

Tipologia dos produtores	Parceria	Própria	Aluguel
Area Total / Tipologia no Pampa (ha)	2.875.865	1.360.435	46.917
Area Total / Tipologia no RS (ha)	4.269.907	1.682.678	55.855

Fonte: Com base em dados do Censo Agropecuário 2017.

Barreiras econômicas para intensificação agrícola e melhoria de renda, são maiores para produtores rurais menores (Urfels *et al.*, 2023). O Pampa possui pouco mais de 86% das propriedades rurais abaixo de 99 hectares. Considerando área total, não área utilizável, aproximadamente 40% de toda área do bioma é preenchida com propriedades rurais de até 499 hectares (figura 04). Pequenas propriedades rurais apresentando vários estágios de integração mostraram maiores resultados monetários operacionais, paralelos ao grau de diversificação de atividades (Paul *et al.*, 2022).

A partir das considerações acima podemos ponderar que uma parcela importante de tomadores de decisão dentro de propriedades rurais da região do Pampa, podem estar buscando com a adoção de parcerias e ou arrendamentos, uma redução de riscos com melhorias na renda monetária, e assim, estariam adotando sistemas integrados de produção e uso da terra.

Moraes, Carvalho, Anghinoni, *et al.*, (2014) ainda destacam que os sistemas de integração nas regiões subtropicais brasileiras representam sistemas de intensificação, que tendem a se aproximar da sustentabilidade.

Sejam sistemas integrados, sistemas intensivos não integrados ou uma combinação de ambos, todos carregam consigo maiores necessidades de gestão ambiental para que a produção possa alcançar bons resultados a longo prazo. Dentro do contexto descrito até aqui, questiona-se: Se os efeitos negativos da intensificação podem ser minimizados em sistemas integrados ou não integrados, o que fazer para garantir os benefícios da produção de alimentos preservando o meio ambiente? Algumas referências são discutidas a seguir, propondo bases de sustentação para a discussão voltada para o ordenamento do território.

### 3.4. Planejamento do uso da terra (LUP)

A produção de alimentos dobrou nas últimas quatro décadas, apesar do aumento de 12% na área cultivada. Em contraste, terras irrigadas salinizaram, e aproximadamente 40% da terra cultivada sofre em algum grau com a perda de solo devido à erosão (Foley *et al.*, 2011). Perdas de espécies e ecossistemas têm sido causadas pela agricultura em todo o mundo, e é necessária uma agricultura moderna com menos expansão e mais amiga da biodiversidade; entretanto, as mudanças vêm acompanhadas de incentivos, regulamentações e reposicionamentos (Berry *et al.*, 2002). O bioma Pampa possui 3,3% em áreas públicas de conservação junto com uma expansão agrícola que pode comprometer a biodiversidade da fauna e flora (Napma and Ibama-Rs, 2021). Além das perdas de áreas para a agricultura estival, o bioma Pampa possui o maior número de espécies de vertebrados terrestres ameaçados de extinção fora das áreas protegidas no Brasil (Tórres and Vercillo, 2012).

Impactos importantes sobre os recursos naturais do Pampa, também ocorrem devido ao sobrepastoreio do gado e a invasão da planta exótica comumente chamada de “capim anoni” (*Eragrostis Plana*), que ultrapassa níveis de 140 quilômetros quadrados ao ano. Áreas de arenização e fragmentação da paisagem devido à entrada de lavouras são alguns dos “trade-offs” enfrentados na mudança de uso da terra nos campos naturais do Pampa (Carvalho and Batello, 2009). Assim como em outros biomas, o Pampa apresenta o desafio de produzir alimentos e preservar o meio ambiente, buscando maior sustentabilidade. Para que os objetivos da governança fundiária sejam alcançados, os marcos legais e institucionais são importantes e, para que os resultados sejam medidos, é necessário o uso de indicadores específicos (Auzins *et al.*, 2013). Para tanto, a governança territorial lança medidas como certificação, regulamentação e ordenamento do território, além de designar áreas de proteção e novos instrumentos de governança territorial como pagamento por serviços ecossistêmicos (Sikor and Müller, 2009). No Brasil, foi criado pela lei nº 12.651/2012, o cadastro ambiental rural (CAR) torna obrigatório o registro de áreas de preservação, áreas com vegetação natural e áreas de terras consolidadas em cultivo por agricultores brasileiros. Assim, temos no Brasil um sistema de gestão do uso da

---

terra, embora algumas considerações sejam apropriadas sobre a gestão do uso da terra dentro do bioma Pampa brasileiro.

O CAR, representa a principal forma de abordar o tema da gestão no uso de áreas no Brasil. No entanto, é uma ferramenta declaratória e apresenta algumas generalizações que podem comprometer, de alguma forma, uma maior eficiência no uso e conversão de áreas naturais. Uma abordagem com maior participação técnica, buscando diretamente as melhores áreas para a agricultura, abordando um maior número de aspectos como eficiência de recursos e manutenção dos serviços ambientais, poderia melhorar a gestão dos biomas, incluindo o bioma Pampa.

Holden, (1971) o expressou como o projeto ambiental mais extenso já proposto: um conjunto de medidas que forneceram proteção ambiental com planos de uso da terra construídos pelos Estados Unidos. No entanto, entre 1990 e 2004, países desenvolvidos que adotaram políticas de conservação aumentaram suas importações de cereais per capita em 42% em comparação com um aumento médio de 3,5% em países que não adotaram essas políticas (Rudel *et al.*, 2009). Em um mundo globalizado, as soluções locais ideais precisam ser contextualizadas, pois têm implicações mais amplas; escolher sistemas relativamente improdutivos pode implicar em trocas devido ao deslocamento da produção para outros "lugares". Por esse motivo, os sistemas de uso e gerenciamento da terra devem ser considerados sistemas abertos para o fluxo livre de capital para promover maior eficiência no uso de recursos (Lambin and Meyfroidt, 2011). Fischer *et al.*, (2017) argumentam que as paisagens multifuncionais fornecem um conjunto maior de serviços ecossistêmicos, que são experimentados localmente em maior medida, assim, as paisagens podem ser gerenciadas localmente. Sachs *et al.* (2010) propuseram um modelo de monitoramento para que os efeitos da agricultura na natureza pudessem ser avaliados, priorizando métricas sociais, econômicas e ambientais nos níveis global e regional.

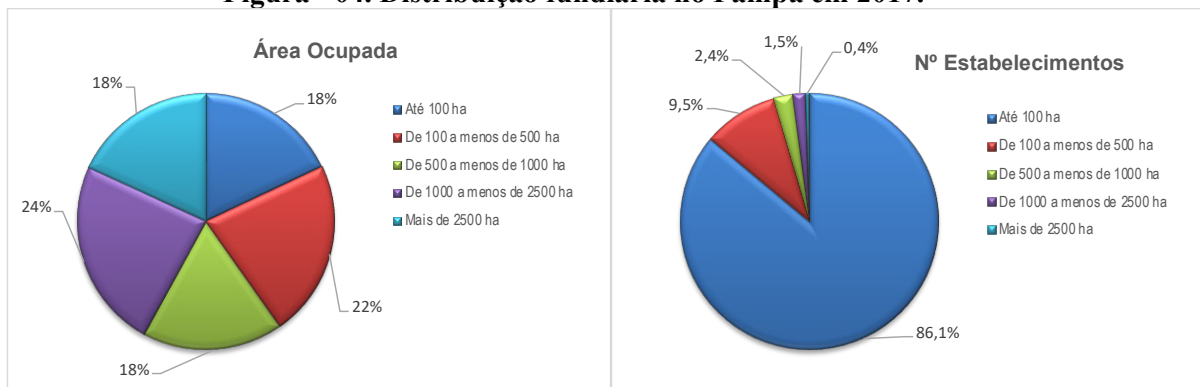
Bailis and Baka (2011) entendem que a construção da sustentabilidade está sob o julgamento das decisões de proprietários de terras que têm quase total independência em sua tomada de decisão sobre o uso, intensificação ou abandono da terra.

Barral and Maceira (2012) aplicaram um modelo de planejamento do uso da terra no sudeste dos Pampas da Argentina, com foco nos serviços ecossistêmicos ligados à produção de alimentos, purificação de água e provisão e proteção do solo, considerando o sistema apropriado para incorporar dimensões de uso da terra.

Phalan *et al.* (2016) afirmam que as políticas de zoneamento podem ser aceitas como legítimas pelos produtores quando apresentam planos integrados, propondo mecanismos para gerenciar o uso da terra que envolvem incentivos e regras para salvar habitats e aumentar a produção de terras cultivadas. Bai *et al.* (2018) abordam a lacuna entre ciência e política na implementação de medidas que promovem o uso da terra com base nos serviços do ecossistema.

Descrevemos algumas discussões sobre a contextualização do problema de gerenciamento de uso da terra e podemos diagnosticar complexidades na solução da otimização da produção de alimentos com a preservação do meio ambiente. A distribuição de terras do bioma Pampa (Figura 04) pode demonstrar a diversidade de situações, bem como a tipologia mostrada na Tabela 03, onde algumas decisões gerenciais relacionadas à gestão da terra podem ser construídas por um parceiro ou inquilino da terra.

**Figura - 04. Distribuição fundiária no Pampa em 2017.**



Fonte: Dados da pesquisa.

Os sistemas agrícolas impactam a biodiversidade, o uso da água e o potencial para esgotar a fertilidade do solo (Foley *et al.*, 2011). A Figura 01 ilustra algumas mudanças no uso da terra na região, destacando-se as terras que se convertem de áreas naturais em lavouras e também as terras cultivadas que são abandonadas e “voltam a pertencer” à fração, pastagens nativas. A necessidade de alguma política de ordenamento do território no bioma Pampa fica muito clara quando observamos que tanto as áreas naturais são convertidas em lavouras quanto parte dessas terras são abandonadas ao longo do tempo. Incorrer em perdas ambientais e econômicas que poderiam ser evitadas ou mitigadas.

Algumas iniciativas em prol da gestão do uso do solo no Pampa podem ser citadas, como a adesão do Estado do RS ao Sistema Nacional de Cadastro Ambiental em 2015, ações como a Alianza del Pastizal, grupo a favor da produção de carne bovina a pasto, mais recentemente, o programa estadual de Campos do Sul, que busca reconhecer áreas protegidas no campo por proprietários rurais, e o novo código estadual de meio ambiente do estado do RS (Lei nº 15.434/2020). O Planejamento Sistemático de Conservação do Pampa, escrito por Lima *et al.* (2020) estabelece cenários visando a 11ª meta de Aichi (17% de preservação), utilizando áreas de proteção integral e áreas de uso sustentável com pastagem leve. Os custos socioeconômicos do modelo consideraram áreas com maiores densidades de ovinos e bovinos, menos valiosas para a conservação e mais valiosas como redutoras de perdas. A integração em fazendas ou entre fazendas, apresentam potencial de benefícios públicos que justifica iniciativas nacionais de pesquisa para superar os obstáculos em busca de mais sustentabilidade na agricultura (Russelle *et al.*, 2007).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pontos relevantes podem ser destacados na descrição das mudanças no uso da terra no bioma Pampa, dentro do período avaliado (1985 a 2018). Dentre eles, algumas evidências, que podem servir de subsídio para estudos e aplicação de políticas na busca de maiores graus de sustentabilidade da agropecuária no bioma:

- Conversão contínua de áreas de pastagens naturais em lavouras estivas, principalmente soja;
- Intensificação do uso da terra, tanto nas áreas de lavoura estival, quanto nas áreas de pecuária bovina extensiva;
- Aumento das áreas de florestas naturais e artificiais no bioma Pampa;
- Aumento na produtividade das três culturas analisadas (soja, arroz, gado de corte);
- Participação expressiva de produtores rurais ou arrendatários parceiros no uso da terra no bioma Pampa.

Assim como em outras regiões agrícolas do mundo, o desafio do bioma Pampa é prosperar economicamente, gerando mais divisas e alimentos com a produção da terra;

preservando a biodiversidade e mantendo os serviços prestados pelo ambiente natural. A região desempenha importante papel na produção de alimentos e apresenta um quadro significativo de sucessivas evoluções das culturas agrícolas avaliadas. De um ponto de vista geral, o uso da terra vem se intensificando e aumentando a velocidade de intensificação ao longo do período. Vemos também que a conversão de pastagens naturais pode indicar fragilidades no planejamento do uso de áreas na região.

Dessa forma, podemos traçar três cenários possíveis para o uso da terra no bioma Pampa no Brasil: 1) Caminho da Conservação, Reduzir ou estabilizar as áreas de cultivo e assim possivelmente transferir a pressão de demanda por alimentos e também os possíveis impactos econômicos, sociais e ambientais, para outra região; 2) O caminho da intensificação, substituindo pastagens por lavouras estivas e invernais em sequência, com uma pecuária restrita a áreas impróprias a mecanização agrícola e plantio; 3) Caminho intermediário, que poderia consistir em estimular a aplicação de políticas planejadas de expansão agrícola, com o objetivo de aumentar a eficiência do uso de recursos escassos nos sistemas de produção.

Nesse sentido, é preciso avançar nas discussões sobre os planos de uso e ordenamento do território e dos recursos naturais do bioma Pampa, buscando a sustentabilidade. A diversidade de situações, desde a distribuição fundiária, as diversas condições edafoclimáticas da região e as condições externas de mercado e preços, apontam a necessidade de equipes multidisciplinares e amplo conhecimento da realidade socioeconômica e ambiental local para avançar no campo do uso e manejo do solo no bioma.

## REFERÊNCIAS

- AUZINS, A.; GEIPELE, I.; STAMURE, I. Measuring Land-Use Efficiency in Land Management. **Advanced Materials Research**, v. 804, p. 205-210, 2013. ISSN 1662-8985.
- BALBINOT, A. A. J. et al. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1925-1933, 2009. ISSN 0103-8478.
- BAI, Y. et al. Developing China's Ecological Redline Policy using ecosystem services assessments for land use planning. **Nature Communications**, v. 9, n. 1, p. 3034, Aug 2 2018. ISSN 2041-1723 Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30072771> >.
- BAILIS, R.; BAKA, J. Constructing Sustainable Biofuels: Governance of the Emerging Biofuel Economy. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 101, n. 4, p. 827-838, 2011. ISSN 0004-5608 1467-8306.
- BARRAL, M. P.; MACEIRA, N. O. Land-use planning based on ecosystem service assessment: A case study in the Southeast Pampas of Argentina. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 154, p. 34-43, 2012. ISSN 01678809.
- BERRY, W. et al. Farming as If Nature Mattered: Breaking the Industrial Paradigm. In: KIMBRELL, A. (Ed.). **Fatal Harvest: The Tragedy of Industrial Agriculture**. Washington DC: Island Press, 2002. chap. 1, p.7-41. ISBN 1559639415.
- BILENCA, D.; MIÑARRO, F. **Identificación de Áreas Valiosas de Pastizal (AVPs) en Las Pampas Y Campos de Argentina, Uruguay y Sur de Brasil 1º**. Buenos Aires, Argentina: Fundación Vida Silvestre Argentina (FVSA), 2004. 323 ISBN 950-9427-11-x. Available at: < <https://www.vidasilvestre.org.ar/?2900/reas-Valiosa-de-Pastizal> >.
- BOSERUP, E. **The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change under Population Pressure**. London: George Allen & Unwin Ltd Ruskin, 1965. 108 ISBN 978-0202307930.
- BRADSHAW, C. J.; BROOK, B. W. Human population reduction is not a quick fix for environmental problems. **Proc Natl Acad Sci U S A**, v. 111, n. 46, p. 16610-5, Nov 18 2014. ISSN 1091-64900027-8424. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25349398> >.

- BREWER, K. M.; GAUDIN, A. C. M. Potential of crop-livestock integration to enhance carbon sequestration and agroecosystem functioning in semi-arid croplands. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 149, 2020. ISSN 00380717.
- BURNEY, J. A.; DAVIS, S. J.; LOBELL, D. B. Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. **Proc Natl Acad Sci U S A**, v. 107, n. 26, p. 12052-7, Jun 29 2010. ISSN 1091-6490 (Electronic) 0027-8424 (Linking). Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20551223> >.
- CEZAR, I. M. et al. **Sistemas de Produção de Gado de Corte no Brasil: Uma Descrição com Ênfase no Regime Alimentar e no Abate**. MAPA. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte. 151: 40 p. 2005.
- CARVALHO, P. C. S. D. F.; BATELLO, C. Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: The natural grasslands dilemma. **Livestock Science**, v. 120, n. 1-2, p. 158-162, 2009. ISSN 18711413.
- CARVALHO, P. C. S. D. F. et al. Definitions and terminologies for Integrated Crop-Livestock System. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n. 5, p. 1040-1046, 2014.
- EMBRAPA. **Biomass: Pampa**. **Biomass**, 2021. Available at: < <https://www.embrapa.br/web/rede-ilpf/bioma/pampa> >. Accessed on: 13.04.21.
- EWERS, R. M. et al. Do increases in agricultural yield spare land for nature? **Global Change Biology**, v. 15, n. 7, p. 1716-1726, 2009. ISSN 13541013 - 13652486.
- FAO. **The future of food and agriculture, Alternative Pathways to 2050; Summary Version**. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018. 60 ISBN 978.92.5.130989.6. Available at: < <https://www.fao.org/3/CA1553EN/ca1553en.pdf> >.
- FARIAS, G. D. et al. Integrated crop-livestock system with system fertilization approach improves food production and resource-use efficiency in agricultural lands. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 40, n. 6, 2020. ISSN 1774-0746 1773-0155.
- FAUBA. Análisis de la evolución de la producción, del área sembrada y del precio del cultivo de soja. **Apuntes Agroeconómicos**, v. 1, n. 4, Feb.2023 2003. ISSN 1667-3212. Available at: < <https://agro.uba.ar/apuntes/wp-content/uploads/2020/03/analisis-de-la-evolucion-de-la-produccion-del-area-sembrada-y-del-precio-del-cultivo-de-soja.pdf> >.
- FISCHER, J.; MEACHAM, M.; QUEIROZ, C. A Plea for Multifunctional Landscapes. **Frontiers in Ecology and Environment**, v. 15, n. 2, p. 59-59, 2017.
- FOLEY, J. A. et al. Solutions for a cultivated planet. **Nature**, v. 478, n. 7369, p. 337-42, Oct 12 2011. ISSN 1476-4687. Available at: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21993620>>.
- GODFRAY, H. C. et al. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. **Science**, v. 327, p. 812-819, Jan 28 2010. IBGE. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil : compatível com a escala 1:250 000**. Rio de Janeiro: Ministério da Economia, 2019. ISBN 978-85-240-4510-3. Available at: < <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101676.pdf> >.
- HALSTEAD, P. Pastoralism or household herding? Problems of scale and specialization in early Greek animal husbandry. **World Archaeology**, v. 28, n. 1, p. 20-42, 1996. ISSN 0043-8243 1470-1375.
- HERTEL, T. W.; RAMANKUTTY, N.; BALDOS, U. L. Global market integration increases likelihood that a future African Green Revolution could increase crop land use and CO2 emissions. **Proc Natl Acad Sci U S A**, v. 111, n. 38, p. 13799-804, Sep 23 2014. ISSN 1091-6490. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25201962> >.
- HOLDEN, C. Nixon Offers Large, Mixed Bag on Environment. **Science**, v. 171, n. 3972, p. 659-659, 1971. Available at: < <http://www.jstor.org/stable/1731450> >. Accessed on: 22/02/2023.

---

IBGE. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil : compatível com a escala 1:250 000**. Rio de Janeiro: Ministério da Economia, 2019. ISBN 978-85-240-4510-3. Available at: < <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101676.pdf> >.

\_\_\_\_\_. Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias. **Estatísticas, Econômicas, Agricultura, pecuária e outros, Produção Agrícola Municipal**, Rio de Janeiro, p. Table of Numbers 1612, 2020. Available at: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=series-historicas> >. Accessed on: 20/02/2020.

JIMÉNEZ-NAVARRO, G. et al. Disentangling the seasonal effects of agricultural intensification on birds and bats in Mediterranean olive groves. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 343, 2023. ISSN 01678809.

JAT, M. L. et al. Conservation agriculture for sustainable intensification in South Asia. *Nature Sustainability*, v. 3, n. 4, p. 336-343, 2020. ISSN 2398-9629.

JONES, K. R. et al. One-third of Global Protected Land is Under Intense Human Pressure. *Science*, v. 360, p. 788-791, 2018.

KEULEN, H. V.; SCHIERE, H. **Crop-livestock systems: old wine in new bottles**. 4th International Crop Science Congress. Brisbane 2004.

LAMBIN, E. F.; MEYFROIDT, P. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. **Proc Natl Acad Sci U S A**, v. 108, n. 9, p. 3465-72, Mar 1 2011. ISSN 1091-6490. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21321211> >.

LIMA, D. O. D.; CROUZEILLES, R.; VIEIRA, M. V. C. Integrating strict protection and sustainable use areas to preserve the Brazilian Pampa biome through conservation planning. **Land Use Policy**, v. 99, n. 104836, p. 8, 2020.

LEVY, M. A.; LUBELL, M. N.; MCROBERTS, N. The structure of mental models of sustainable agriculture. *Nature Sustainability*, v. 1, n. 8, p. 413-420, 2018. ISSN 2398-9629.

LIMA, D. O. D.; CROUZEILLES, R.; VIEIRA, M. V. C. Integrating strict protection and sustainable use areas to preserve the Brazilian Pampa biome through conservation planning. *Land Use Policy*, v. 99, n. 104836, p. 8, 2020.

MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomass**. *Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso do Solo do Bioma Pampa, Brasil: MapBiomass*. V.7.0: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/> p. 2020.

\_\_\_\_\_. PAMPA SUL-AMERICANO PERDE UM QUINTO DA VEGETAÇÃO CAMPESTRE ENTRE 1985 E 2021. Brasil, 2023. Available at: < <https://mapbiomas.org/pampa-sul-americano-perde-um-quinto-da-vegetacao-campestre-entre-1985-e-2021-2> >. Accessed on: 13/03.

MATTE, A.; WAQUIL, P. D. Productive changes in Brazilian Pampa: impacts, vulnerabilities and coping strategies. *Natural Hazards*, v. 102, n. 1, p. 469-488, 2020. ISSN 0921-030X 1573-0840.

MEDEIROS, A. N. A. R. et al. Estatísticas da Proteína Animal no RS. Porto Alegre: FEE e SEAPI. 1: 12 p. 2017.

MENGUE, V. P. et al. LAND-USE and land-cover change processes in Pampa biome and relation with environmental and socioeconomic data. **Applied Geography**, v. 125, 2020. ISSN 01436228.

MEYFROIDT, P. et al. Middle-range theories of land system change. **Global Environmental Change**, v. 53, p. 52-67, 2018. ISSN 09593780.

MORAES, A. D. et al. Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 4-9, 2014. ISSN 11610301.

MORAES, A. D. et al. Research on Integrated Crop-Livestock Systems in Brazil. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 5(Especial), p. 1024-1031, 2014.

- NAPMA; IBAMA-RS. Biomass: Pampa. **O Pampa**, 2021. Available at: < <https://antigo.mma.gov.br/biomass/pampa> >. Accessed on: 10/02.
- OLIVEIRA, T. E. D. et al. Agricultural land use change in the Brazilian Pampa Biome: The reduction of natural grasslands. **Land Use Policy**, v. 63, p. 394-400, 2017. ISSN 02648377.
- PAUL, B. K. et al. Crop-livestock integration provides opportunities to mitigate environmental trade-offs in transitioning smallholder agricultural systems of the Greater Mekong Subregion. **Agricultural Systems**, v. 195, 2022. ISSN 0308521X.
- PALLARÉS, O. R.; BERETTA, E. J.; MARASCHIN, G. E. The South American Campos ecosystem. In: SUTTIE, J.; REYNOLDS, S. G., et al (Ed.). *Grasslands of the world*. Rome: FAO, 2005. chap. 5, p.171-219. (Plant Production and Protection Series). ISBN 92.5.105337.5.
- PHALAN, B. et al. How can higher-yield farming help to spare nature? **Science**, v. 351, n. 6272, p. 450-451, 2016.
- PRETTY, J. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. **Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci**, v. 363, n. 1491, p. 447-65, Feb 12 2008. ISSN 0962-8436 Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17652074> >.
- RAMIREZ-CONTRERAS, N. E. et al. Integral analysis of environmental and economic performance of combined agricultural intensification & bioenergy production in the Orinoquia region. **J Environ Manage**, v. 303, p. 114137, Feb 1 2022. ISSN 1095-8630 (Electronic) 0301-4797 (Linking). Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34847366> >.
- RENARD, D.; TILMAN, D. National food production stabilized by crop diversity. **Nature**, v. 571, n. 7764, p. 257-260, Jul 2019. ISSN 1476-4687 and 0028-0836 Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31217589> >.
- ROCHA, N. S. et al. The Evaluation of the Influence of Land Surface Temperature in Energy Balance Estimated by S-Sebi Model. Latin American GRSS & ISPRS Remote Sensing Conference (LAGIRS 2020). PALMA, H. J. H.; MANSILLA, C. A. C., et al. Santiago, Chile: ISPRS - The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. XLII-3/W12-2020 2020.
- RUDEL, T. K. et al. Agricultural intensification and changes in cultivated areas, 1970-2005. **Proc Natl Acad Sci U S A**, v. 106, n. 49, p. 20675-80, Dec.8 2009. ISSN 1091-6490. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19955435> >.
- RUSSELLE, M. P.; ENTZ, M. H.; FRANZLUEBBERS, A. J. Reconsidering Integrated Crop-Livestock Systems in North America. **Agronomy Journal**, v. 99, n. 2, p. 325-334, 2007. ISSN 00021962.
- SACHS, J. et al. Monitoring the world's agriculture. **Nature**, v. 466, n. 7306, p. 558-60, Jul 29 2010. ISSN 1476-4687. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20671691> >.
- SALOMONI, E.; SILVEIRA, C. L. M. D. **Acasalamento de Outono em Bovinos de Corte**. Guaíba, RS: Ed. Rigel, 1996. 152 ISBN 85.85347.09.0.
- SCHIERE, J. B.; IBRAHIM, M. N. M.; KEULEN, H. V. The role of livestock for sustainability in mixed farming: criteria and scenario studies under varying resource allocation. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 90, n. 02, p. 139-153, 2002.
- SHARMA, R.; T, A.; SHARMA, R. Sustainable agriculture: Trends and opportunities for 21st Century. **Journal of Applied and Natural Science**, v. 11, n. 3, p. 666-72, 2019. ISSN 2231.5209.
- SIKOR, T.; MÜLLER, D. The Limits of State-Led Land Reform: An Introduction. **World Development**, v. 37, n. 8, p. 1307-1316, 2009. ISSN 0305750X.

- 
- SOUZA, C. M. et al. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, p. 27, 2020. ISSN 2072-4292. Available at: < [www.mdpi.com/journal/remotesensing](http://www.mdpi.com/journal/remotesensing) >.
- SZYMCZAK, L. S. et al. System diversification and grazing management as resilience-enhancing agricultural practices: The case of crop-livestock integration. **Agricultural Systems**, v. 184, n. 102904, p. 11, 2020. ISSN 0308521X.
- TÔRRES, N. L. M.; VERCILLO, U. E. Como Ferramentas de Modelagem de Distribuição de Espécies Podem Subsidiar Ações de Governo? **Brazilian Journal of Nature Conservation**, v. 10, n. 2, p. 228-230, Dec. 2012. ISSN 16790073.
- TRIGO, A.; MARTA-COSTA, A.; FRAGOSO, R. Principles of Sustainable Agriculture: Defining Standardized Reference Points. **Sustainability**, v. 13, n. 8, p. 4086, 2021. ISSN 2071-1050.
- URFELS, A. et al. Farm size limits agriculture's poverty reduction potential in Eastern India even with irrigation-led intensification. **Agricultural Systems**, v. 207, 2023. ISSN 0308521X.
- VARELLA, A. C. et al. **Informativo NESPro & Embrapa Pecuária Sul: bovinocultura de corte no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2018. 50 Available at: < [https://www.ufrgs.br/nespro/wp-content/uploads/2021/04/informativo\\_2.pdf](https://www.ufrgs.br/nespro/wp-content/uploads/2021/04/informativo_2.pdf) >.
- VIANA, J. G. A. et al. Sustainability of Livestock Systems in the Pampa Biome of Brazil: An Analysis Highlighting the Rangeland Dilemma. **Sustainability**, v. 13, n. 13781, p. 24, 2021. ISSN 2071-1050.
- WAGGONER, P. E. How Much Land Can Ten Billion People Spare for Nature? Does Technology Make a Difference? **Technology In Society**, v. 17, n. 1, p. 17-34, 1995.
- ZIMMER, A. H. et al. **Sistemas ILPF e Transferência de Tecnologia nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Brasília, DF: Embrapa Meio Ambiente, 2019. 281-313 ISBN 978-85-7035-949-0. Available at: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212452/1/Skorupa-sistemas-integracao-2019.pdf> >.