

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**ALEXANDRE VALENTE SELISTRE**

**PARADOXO DO PASTOREIO:  
PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS À PECUÁRIA A PASTO  
NO BIOMA PAMPA BRASILEIRO**

**Porto Alegre**

**2024**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**ALEXANDRE VALENTE SELISTRE**  
Bacharel em Ciências Jurídicas e Sociais/PUCRS  
Mestre em Agronegócios/UFRGS

**PARADOXO DO PASTOREIO:**  
**PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS À PECUÁRIA A PASTO NO**  
**NO BIOMA PAMPA BRASILEIRO**

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do grau de Doutor em Agronegócios no Programa de Pós-graduação em Agronegócios do Centro de Estudos e Pesquisa em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Banca Examinadora:  
Prof. Dr. Heinrich Hasenack – UFRGS  
PPG Agronegócios  
Dr<sup>a</sup>. Livia Garcez de Oliveira Padilha –  
Universidade de Adelaide (Austrália)  
Dr. Alexandre Costa Varella - Embrapa  
Orientador: Prof. Dr. Júlio Otávio Jardim  
Barcellos – UFRGS PPG Zootecnia e PPG  
Agronegócios

**Porto Alegre**  
**Março de 2024**

### CIP - Catalogação na Publicação

SELISTRE, ALEXANDRE VALENTE

Paradoxo do pastoreio: pagamento por serviços ambientais à pecuária a pasto no bioma Pampa brasileiro / ALEXANDRE VALENTE SELISTRE. -- 2024. 125 f.

Orientador: Júlio Otávio Jardim Barcellos.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Porto Alegre, BR-RS, 2024.

1. Pagamento por Serviços Ambientais. 2. Serviços Ecossistêmicos. 3. Direito Agroambiental. 4. Reserva legal privada. 5. Bovinocultura a pasto. I. Barcellos, Júlio Otávio Jardim, orient. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
Programa de Pós-Graduação em Agronegócios - PPGAGRON  
Av. Bento Gonçalves, 7712 - Bairro Agronomia - CEP 91540000 - Porto Alegre - RS - www.ufrgs.br

### ATA

#### Curso de Doutorado em Agronegócios

#### Ata de Defesa de Tese de Doutorado

Aos dezanove dias do mês de março do ano de dois mil e vinte e quatro, às 14:00h, por meio de webconferência, reuniu-se, em ato público, a Banca Examinadora de Tese de Doutorado do aluno **ALEXANDRE VALENTE SELISTRE** com orientação do Prof. Dr. Julio Otavio Jardim Barcellos (PPG-Agronegócios/UFRGS), composta pelos examinadores Prof. Dr. Heinrich Hasenack (UFRGS), Dra. Livia Garcez de Oliveira Padilha (Autônoma) e Dr. Alexandre Costa Varella (EMBRAPA); ocasião em que se realizou a arguição da defesa de tese intitulada **“Paradoxo do pastoreio: Pagamento por serviços ambientais à pecuária a pasto no Bioma Pampa Brasileiro”**.

NOME	INSTITUIÇÃO	PARECER
Prof. Dr. Heinrich Hasenack	UFRGS	Aprovada
Dra. Livia Garcez de Oliveira Padilha	Autônoma	Aprovada
Dr. Alexandre Costa Varella	EMBRAPA	Aprovada

Após a avaliação da Tese de Doutorado e da apresentação oral, os componentes da banca examinadora consideraram-na

(x) Aprovada

() Reprovada

OUTROS COMENTÁRIOS

Prof. Dr. Julio Otavio Jardim Barcellos  
Presidente da Banca Examinadora



Documento assinado eletronicamente por **JULIO OTAVIO JARDIM BARCELLOS, PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR**, em 19/03/2024, às 15:55, conforme art. 7º, I, da Portaria nº 6954 de 11 de setembro de 2015.



Documento assinado eletronicamente por **ALEXANDRE COSTA VARELLA, Usuário Externo**, em 20/03/2024, às 10:54, conforme art. 7º, I, da Portaria nº 6954 de 11 de setembro de 2015.



Documento assinado eletronicamente por **HEINRICH HASENACK, Coordenador(a) do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios**, em 21/03/2024, às 13:24, conforme art. 7º, I, da Portaria nº 6954 de 11 de setembro de 2015.



Documento assinado eletronicamente por **Livia Garcez de Oliveira Padilha, Usuário Externo**, em 26/03/2024, às 11:44, conforme art. 7º, I, da Portaria nº 6954 de 11 de setembro de 2015.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ufrgs.br/sei/verifica.php> informando o código verificador **5595144** e o código CRC **82835C37**.

## AGRADECIMENTOS

Pelo privilégio da orientação do Professor Doutor Júlio Barcellos, nestes cinco anos de estudos entre mestrado e doutorado. Sua dedicação infinita à docência, disponibilidade aos alunos e constante exigência por excelência, ensinaram a importância da cobrança de resultados e compreensão da verdadeira dimensão de sustentar um doutorado. Espero ter sido merecedor da confiança depositada, para que as competências aprendidas possam aumentar a reputação do NESPro.

Minha gratidão às valorosas contribuições das bancas, feitas pelos Doutores Clandio Favarini Ruviano, Guilherme Cunha Malafaia, Heinrich Hasenack, Alexandre Costa Varella e a Doutora Livia Garcez de Oliveira Padilha, pois a presença e tenacidade de cada um foi essencial.

Aos colegas do CEPAN meu muito obrigado pelo companheirismo nesta trajetória acadêmica, assim como ao corpo docente formidável e encorajador, que represento pelo Professor Dr. Homero Dewes. Tomara entregue à sociedade, lecionando as expectativas semeadas pelo conhecimento empenhado pela UFRGS.

Ao NESPro, nos colegas Télis Adolfo Cumbe, Givanildo Borsato Batista e Luiz Antônio Queiroz Filho; e ao *NESPro Law Squad* que galhardamente aderiu o Direito à pecuária, nas amigas Mayara Espitalher e Maria Eduarda Trevisan Kroeff.

Aos Jusagraristas, que sabem quem somos. Assim como os integrantes da UBAU, cuja amizade transcende à bandeira, especialmente ao Albenir Querubini.

Nos momentos mais tormentosos da vida percebemos sutilmente o ruflar de asas mansas, são anjos que nos esteiam: a Tamara Esteves de Oliveira, cuja palavra foi um alento e o conhecimento, um farol; ao Fernando Furtado Velloso, “*baita parceiro, nas buena e nas braba, sempre me amadrinhando*”, e; ao Cristiano Sampaio Machado, cuja irmandade e conversas entre mates são insubstituíveis e fazem falta.

Ao apoio incondicional da família, Talai Djalma e Tânia Maria, Lisiane e Humberto, Marcelo e Elisa, Felipe e Alethea, avós, pais e irmãos sempre presentes.

Aos amigos do Coice na Cola avisem que “*o Calota tá de volta*”!

Ao meu melhor amigo, orgulho e filho Caetano; e à mãe dele, Fernanda Duré Selistre, a Nanda, amor da minha vida, minha melhor companhia, carinho do meu coração, têmpera da minha alma. Obrigado por nos escolher e cuidar, amo a gente!

“Sei que a vertente não traz em si  
intenção de sanga, muito menos pretensão de rio.

Mas creio que na constância de nascer vertente,  
se torna no tempo em semente de sanga, na infância do rio.”

Glênio Fagundes (1973)

## **PARADOXO DO PASTOREIO: PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS À PECUÁRIA A PASTO NO BIOMA PAMPA BRASILEIRO<sup>1</sup>**

Autor: Alexandre Valente Selistre

Orientador: Júlio Otávio Jardim Barcellos

### **RESUMO:**

Os serviços ecossistêmicos abrangem as condições, funções e processos que sustentam a vida, proporcionando uma ampla gama de benefícios à humanidade. A produção de gado, muitas vezes associada a impactos ambientais negativos, paradoxalmente desempenha um papel crucial na conservação da vegetação nativa das pradarias do bioma Pampa, foco geográfico e legislativo desta pesquisa. A aptidão natural para a pecuária, aliada à biodiversidade e às características edafoclimáticas do bioma, destacam o potencial para práticas sustentáveis que favoreçam os serviços ecossistêmicos. Porém, a expansão agrícola para culturas mais rentáveis representa ameaça à paisagem natural. A pecuária de corte bem gerida oferece soluções econômicas e favoráveis à conservação, apoiadas pelo conceito de Pagamento por Serviços Ambientais. Pretende abordar os três principais desafios: estabelecer a ligação entre a prestação de serviços ecossistêmicos e a sustentabilidade; compreender a valorização do capital natural para alcançar sua definição, e; incorporar serviços ecossistêmicos nas discussões acadêmicas, científicas e políticas, especialmente na área do agronegócio. Mediante pesquisa bibliográfica integrativa, a fundamentação teórica explora a sustentabilidade e enfatiza o delicado equilíbrio entre o crescimento econômico, o desenvolvimento social e a proteção ambiental. Discute o conceito de ecossistema, bioma, ecoeficiência e o papel dos agroecossistemas dentro do quadro ecológico mais amplo, destacando o seu potencial para fornecer serviços ecossistêmicos. Reconhece as limitações da legislação brasileira dentro dos limites do bioma, enfatizando a necessidade de abordagens sustentáveis e o impacto potencial da recente Lei de Pagamentos por Serviços Ambientais (Lei nº 14.119/21). Serviços ecossistêmicos e ambientais são formalmente distintos, porque os primeiros representam processos naturais sem intercessão humana; e os últimos envolvem ações e interferências humanas intencionais para preservar, restaurar ou melhorar processos ecológicos. Analisou-se por uma *survey*, a percepção dos advogados agraristas sobre a temática. Esta tese visa contribuir com insights para a implementação efetiva do pagamento por serviços ambientais como incremento de renda para sistemas de produção de gado de corte baseados em pastagens no bioma Pampa. Ao colmatar a lacuna entre a teoria e as aplicações práticas, esta investigação procura abordar os desafios e oportunidades associados à sustentabilidade dos serviços ambientais, ao mesmo tempo que promove práticas de criação de gado sustentáveis e economicamente viáveis.

### **Palavras-chave:**

gado de corte. aumento da renda dos proprietários de terras. Marco regulatório. conservação da vegetação nativa. reserva legal privada. modalidades de pagamentos por serviços ambientais.

<sup>1</sup> Tese de Doutorado em Agronegócios – Paradoxo do pastoreio: pagamento por serviços ambientais à pecuária a pasto no bioma Pampa brasileiro. Programa de Pós-graduação em Agronegócios, Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (125p.) março de 2024.

## **GRAZING PARADOX: PAYMENT FOR ENVIRONMENTAL SERVICES TO LIVESTOCK FARMING IN THE BRAZILIAN PAMPA BIOME<sup>1</sup>**

Author: Alexandre Valente Selistre

Advisor: Júlio Otávio Jardim Barcellos

### **ABSTRACT:**

Ecosystem services encompass the conditions, functions and processes that sustain life, providing a wide range of benefits to humanity. Cattle production, often associated with negative environmental impacts, paradoxically plays a crucial role in conserving the native vegetation of the Pampa biome prairies, the geographic and legislative focus of this research. The natural suitability for livestock farming, combined with the biodiversity and edaphoclimatic characteristics of the biome, highlight the potential for sustainable practices that favor ecosystem services. However, agricultural expansion towards more profitable crops represents a threat to the natural landscape. Well-managed beef cattle farming offers economic and conservation-friendly solutions, supported by the concept of Payment for Environmental Services. It aims to address the three main challenges: establishing the link between the provision of ecosystem services and sustainability; understand the valorization of natural capital to achieve its definition, and; incorporate ecosystem services into academic, scientific and political discussions, especially in the area of agribusiness. Through integrative bibliographical research, the theoretical foundation explores sustainability and emphasizes the delicate balance between economic growth, social development and environmental protection. Discusses the concept of ecosystem, biome, eco-efficiency and the role of agroecosystems within the broader ecological framework, highlighting their potential to provide ecosystem services. Recognizes the limitations of Brazilian legislation within the limits of the biome, emphasizing the need for sustainable approaches and the potential impact of the recent Law on Payments for Environmental Services (Law nº 14,119/21). Ecosystem and environmental services are formally distinct, because the former represent natural processes without human intervention; and the latter involve intentional human actions and interferences to preserve, restore or improve ecological processes. A survey analyzed the perception of agrarian lawyers on the topic. This thesis aims to contribute insights for the effective implementation of payment for environmental services as an increase in income for pasture-based beef cattle production systems in the Pampa biome. By bridging the gap between theory and practical applications, this research seeks to address the challenges and opportunities associated with the sustainability of environmental services, while promoting sustainable and economically viable livestock farming practices.

### **Keywords:**

beef cattle. increased income for landowners. Regulation mark. conservation of native vegetation. private legal reserve. modalities of for payments for environmental services.

<sup>1</sup> Doctoral Thesis in Agribusiness – Payment for environmental services from beef cattle farming in the Brazilian pampa biome. Postgraduate Program in Agribusiness, Center for Studies and Research in Agribusiness, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil (125p.) March 2024.



## LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I.....	14
<b>Figura 1</b> - Cronologia conceitual sobre serviços ecossistêmicos .....	21
<b>Figura 2</b> - Representações das APP's .....	28
<b>Figura 3</b> - Percentuais mínimos de RL's por biomas brasileiros .....	29
<b>Figura 4</b> - Mapa de localização do bioma Pampa na América do Sul .....	31
<b>Figura 5</b> - Gráfico do uso da terra no bioma Pampa .....	33
<b>Figura 6</b> - Gráfico da evolução dos rebanhos bovinos, brasileiro e gaúcho .....	35
<b>Figura 7</b> - Publicações sobre mudança no uso do solo do bioma Pampa e a intensificação na produção de carne bovina sustentável .....	37
<b>Figura 8</b> - Gráfico da produção de carne bovina gaúcha, em toneladas de carcaça ..	38
<b>Figura 9</b> - Esquema da revisão bibliográfica integrativa .....	50
<b>Figura 10</b> - Documentos complementares selecionados na revisão integrativa .....	51
<b>Figura 11</b> - Fórmula de cálculo de amostragem .....	53
CAPÍTULO III.....	76
<b>Figure 1</b> - Demographic characteristics of the participants .....	84
<b>Figure 2</b> - Map of the respondents' professional areas of activity in Brazil .....	85
<b>Figure 3</b> - Systematization of the survey questions .....	86
<b>Figure 4</b> - Cloud of words collected from essay questions .....	87
<b>Figure 5</b> - Chart on sources of information and knowledge about PSA's .....	89
<b>Figure 6</b> - Sentiment Analysis .....	91

## LISTA DE SIGLAS

ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes  
AEM – Avaliação Ecológica do Milênio  
APA – Áreas de Proteção Ambiental  
APP – Área de Preservação Permanente  
APROPAMPA - Associação dos Produtores do Pampa Gaúcho  
ARC – Área Rural Consolidada  
CAR – Cadastro Ambiental Rural  
CEPAN – Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios  
*CICES – Common International Classification of Ecosystem Services*  
CMED – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento  
CNA – Comissão Nacional de Agricultura  
*COP – Conference of the Parties*  
CRA – Cota de Reserva Ambiental  
DOU – Diário Oficial da União  
DOE – Diário Oficial do Estado  
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
*EPA – United States Environmental Protection Agency*  
*FAO – Food and Agriculture Organization*  
FARSUL – Federação da Agricultura do Rio Grande do Sul  
*GDP – Gross Domestic Product*  
GEE – Gases de Efeito Estufa  
*GHG – Green House Gases*  
*HNV – High Nature Value*  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IBGE/PPM – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística / Pesquisa da Pecuária Municipal  
ILP – Integração Lavoura Pecuária  
ILPF – Integração Lavoura Pecuária Floresta  
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária  
*IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change*  
NESPro – Núcleo de Estudos em Sistemas de Produção de Bovinos de Corte e Cadeia Produtiva  
ONU – Organização das Nações Unidas  
*PES – Payment for Environmental Services*  
*PES – Payment for Ecosystem Services*  
PICo – População/Problema, Interesse e Contexto  
PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente  
PNPSA – Programa Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais  
PPG – Programa de Pós-Graduação  
PRA – Programa de Regularização Ambiental

PSA – Pagamento por Serviços Ambientais

PUCRS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

*REDD+* – *Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation*

RL – Reserva Legal

RS – Rio Grande do Sul

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

SIPA – Sistemas integrados de produção Agropecuária

TAC – Termo de Ajustamento de Conduta

TJRS – Tribunal de Justiça do Rio Grande do Sul

UBAU – União Brasileira dos Agraristas Universitários

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

*UN* – *United Nations*

*UNEP* – *United Nations Environment Programme*

*UNFCCC* – *United Nations Framework Convention on Climate Change*

VBP – Valor Bruto da Produção Agropecuária

WCED – Comissão Mundial em Ambiente e Desenvolvimento

*WoS* – *Web of Science*

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>14</b>
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>15</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1. Conceitos Estruturantes</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2. Serviços Ecossistêmicos</b> .....	<b>21</b>
<b>2.3. Valoração Econômica dos Serviços Ecossistêmicos</b> .....	<b>24</b>
<b>2.4. Meio Ambiente Agrário</b> .....	<b>26</b>
<b>2.5. Bioma Pampa</b> .....	<b>30</b>
<b>2.6. Pecuária bovina de corte praticada no bioma pampa</b> .....	<b>34</b>
<b>2.7. Os serviços ecossistêmicos da pecuária de corte no bioma Pampa</b> .	<b>39</b>
<b>3. HIPÓTESE</b> .....	<b>47</b>
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	<b>48</b>
<b>4.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>48</b>
<b>4.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>48</b>
<b>5. METODOLOGIA GERAL</b> .....	<b>49</b>
<b>5.1. Introdução à metodologia proposta</b> .....	<b>49</b>
<b>5.2. Revisão Bibliográfica Integrativa</b> .....	<b>49</b>
<b>5.3. Survey</b> .....	<b>52</b>
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>54</b>
<b>Regulatory Frameworks for Payment for Ecosystem Services to Brazilian agribusiness – Summary</b> .....	<b>55</b>
<b>Highlights</b> .....	<b>56</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>56</b>
<b>Keywords</b> .....	<b>56</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>56</b>
<b>I. Agribusiness and Environmental Issues</b> .....	<b>59</b>
<b>II. Economic Valuation of Ecosystem Services</b> .....	<b>66</b>
<b>III. Functional Classification of Ecosystem Services</b> .....	<b>68</b>
<b>IV. Regulatory Frameworks for Payment for Environmental Services</b> ....	<b>69</b>
<b>V. Payment for Environmental Services</b> .....	<b>71</b>
<b>CONCLUSIONS</b> .....	<b>75</b>
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>76</b>

<b>Conceptions of Agrarian Lawyers about Payment for Environmental Services to Livestock Farmers in the Pampa Biome .....</b>	<b>77</b>
<b>Highlights .....</b>	<b>77</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>77</b>
<b>Keywords .....</b>	<b>77</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>77</b>
<b>2. MATERIAL AND METHODS .....</b>	<b>81</b>
<b>2.1. Collected data .....</b>	<b>81</b>
<b>2.2. Profile of interviewees .....</b>	<b>83</b>
<b>2.3. Content analysis .....</b>	<b>85</b>
<b>3. RESULTS AND DISCUSSION .....</b>	<b>86</b>
<b>3.1. Word Cloud .....</b>	<b>86</b>
<b>3.2. Analysis of interviewees' responses .....</b>	<b>87</b>
<b>3.3. Sentiment Analysis .....</b>	<b>90</b>
<b>FINAL CONSIDERATIONS .....</b>	<b>92</b>
<b>REFERENCES .....</b>	<b>93</b>
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>98</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>99</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>101</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>124</b>
<b>VITÆ .....</b>	<b>125</b>

## **CAPÍTULO I**

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Os serviços ecossistêmicos são as condições, funções e processos que sustentam a vida, através de uma ampla gama de serviços fornecidos pela natureza (ZHAO, LIU e WU, 2020), em benefício da humanidade. A produção de bovinos de corte, nos últimos anos tem sido associada a impactos ambientais negativos (UNEP, 2020), contudo, há séculos, também é considerada um fator preponderante de conservação da vegetação nativa, pois mesmo com manejo tradicional extensivo, favorece os serviços ecossistêmicos do bioma Pampa (LUTZENBERGER, 1997; SANTOS *et al.*, 2019). Isso ocorre em função de sua vocação natural para a criação de gado (NABINGER e JACQUES, 2019; ROCHA *et al.*, 2020), semelhante a seu habitat, praticamente sem ação antrópica à existência do capital natural (COSTANZA *et al.*, 2017; MARQUES, 2022). Favorecidas pela caracterização edafoclimática de três condições que compõe o bioma Pampa: geográficas relativamente planas, suavemente onduladas; climáticas subtropicais, de estações bem definidas; e botânicas de formação campestre (HASENACK *et al.*, 2019), de pradaria ou estepe (IBGE, 2019).

Em 2005, o bioma Pampa possuía cerca de 70% da pecuária de corte em pastagem natural (SEBRAE/FARSUL/SENAR, 2005). Apesar da importância dessa atividade para a cultura e economia regional, ao norte do estado, o avanço da agricultura com grãos mais lucrativos (STEGE e BACHA, 2020; LANFRANCO *et al.*, 2022), desflorestou campos nativos da Mata Atlântica, e depois expandiu a fronteira agrícola (OLIVEIRA *et al.*, 2017; MOREIRA, 2023), em direção ao extremo meridional do Brasil (BELARMINO *et al.*, 2018), onde se localiza o bioma Pampa. Contudo, mesmo com o aumento da competitividade espacial, a pecuária bem manejada, tem menos custo (LEITÃO *et al.*, 2020), pode ser implementada predominantemente a pasto, ou consorciada em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA), que justificam a conservação (STEIGLEDER, 2020), que pode ser estimulada pelo pagamento por serviços ambientais ao pecuarista, em benefício da coletividade (BOLDRINI, 2020).

Apesar de teoricamente ser comum associar a prestação de serviços ecossistêmicos a agroecossistemas (HART, 1980; GABELLA, LOPEZ e ALAMO, 2019) de pastagem naturais ou seminaturais (CEREZO, CONDE e POGGIO, 2011; CASTILLO, LUCHERINI e CASANAVE, 2011; PRADO *et al.*, 2022), a relação com os

sistemas de produção pecuários carece de esclarecimentos: primeiro, o fornecimento de serviços ecossistêmicos infere sustentabilidade, no uso equilibrado dos recursos naturais. Segundo, a recuperação do capital natural de determinado ecossistema, como solo, água e biodiversidade (flora e fauna), pressupõem retomar este equilíbrio, para perpetuar a oferta destes serviços, em sua plenitude (SANTOS *et al.*, 2012; JOLY *et al.*, 2019; BAYMA *et al.*, 2022). E, terceiro, soma clareza e consenso sobre definições, para agregar e equalizar o debate tanto nos meios acadêmico-científicos como nos político-decisórios, que envolvam os serviços ecossistêmicos, mormente na seara do agronegócio, pela transdisciplinaridade que lhe é tão peculiar (ZIBETTI, 2018).

Apesar da importância da valoração dos serviços ecossistêmicos, esse processo é complexo (ZHAO, LIU e WU, 2020), pois enfrenta o desafio de ultrapassar a dimensão ecológica do capital natural, sem entrar em conflito com interesses sociais (COLLARES *et al.*, 2020); com o reducionismo energético (LUCIA e GRISOLA, 2021), com sua emergência (TAKAHASHI *et al.*, 2017; SANTOS *et al.*, 2020); tal como à compreensão de que a fazenda é uma unidade econômico-produtiva, e não mera unidade de conservação (GONÇALVES e CERÉSER, 2013; ALBUQUERQUE e GOMEZ, 2020).

A preservação ou proteção oriunda dos Serviços Ecossistêmicos é tópico globalmente instigante, pois o uso sustentável dos recursos naturais (REPAR *et al.*, 2017; PRADO *et al.*, 2022) que envolve o agronegócio está em franco debate, na mitigação de potenciais danos ambientais (MODERNEI *et al.*, 2018; ROCHE *et al.*, 2021), em contraponto à produção de alimentos. O Pagamento por Serviços Ambientais é um instrumento econômico (WANG e WOLF, 2019) do Direito Ambiental (RÉGIS, 2018), para induzir um comportamento conservacionista positivo de gestão ecossistêmica, com possibilidade de aumentar renda (USDA, 2019) e capturar valor, que pode ser compatível à produção de carne predominantemente a pasto (VIANA *et al.*, 2021). Entretanto, para que a cadeia produtiva da carne bovina se habilite a esta compensação financeira, são necessárias mudanças de atitude e mentalidade dos produtores rurais (FERNANDES *et al.*, 2018).

A partir da Lei Federal nº 14.119/21, a Lei dos Pagamentos por Serviços Ambientais (BRASIL, 2021), foi reconhecido o benefício à sociedade da gestão ecossistêmica remunerada, pública ou privada (SIQUEIRA, 2018). Uma



contraprestação pelo suporte e manutenção dos recursos naturais, em unidades de conservação, que, portanto, abrange a atividade da criação de bovinos (PAPP, 2019). Esta retribuição, pode ser um incentivo à adaptação dos sistemas de produção de carne bovina brasileira, para a produção certificada, relacionada aos parâmetros internacionais de sustentabilidade (RÉGIS, 2018), mas os desafios de sua aplicação, na realidade dos produtores rurais ainda são pouco compreendidos. Portanto, essa pesquisa busca responder o seguinte questionamento: como efetivar o pagamento por serviços ambientais, prestados pelos sistemas de produção de bovinos de corte a pasto, situados no bioma Pampa brasileiro?

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Através de revisão bibliográfica integrativa se pode formar a definição de diversos conceitos estruturantes, para unificar entendimentos e estabelecer o fio condutor que orientou o desenvolvimento do raciocínio empregado neste trabalho. Ao adentrar sobre os Serviços Ecossistêmicos, entabulou-se uma linha temporal com os conceitos, por autores e ano, mediante revisão bibliográfica exploratória, onde se identifica a formação léxica e semântica da expressão. Dissertou-se sobre a temática referente ao Pagamento por Serviços Ambientais, sua valoração e a relação ao Direito. Posteriormente, buscou-se esclarecer a motivação pela escolha do recorte do bioma Pampa, pelas suas características singulares, oportunidades e desafios.

### **2.1. Conceitos Estruturantes**

A complexidade na definição de Sustentabilidade remonta à Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente em Estocolmo (ONU, 1972): porque, para ecologistas, etimologicamente, do latim “*sustentare*”, significa sustentação, proteção e preservação da natureza (WCED, 1987). Ao setor empresarial identifica-se como uma responsabilidade socioambiental corporativa, relacionada à expressão idiomática *Environmental Accountig*, na acepção de reduzir ou evitar custos, para melhorar a qualidade ambiental e a lucratividade da organização (EPA, 2004); e no sentido acadêmico, associa-se a Desenvolvimento Sustentável, desde a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento no documento "Nosso Futuro Comum" (CMED, 1991).

O Relatório Brundtland (BRUNDTLAND *et al.*, 1987) propôs ser Desenvolvimenu

to Sustentável aquele que “(...) atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades”. Desde a Rio-92, na Agenda 21 (1992), globalmente os três pilares, elementares e indissociáveis do Desenvolvimento Sustentável são: progresso econômico, desenvolvimento social e proteção ambiental. Posteriormente, somaram-se outros dois fatores como eficiência e competitividade (BARCELLOS e OLIVEIRA, 2019), que, na conjuntura do agronegócio, redundam na produção ecoeficiente.

A ecoeficiência, conforme definida por Glavič e Lukman (2007), refere-se ao paradigma entre a entrega de alimentos, bens ou serviços a preços competitivos que não só satisfaçam as necessidades da população, mas também contribuam para uma melhoria da qualidade de vida, além de simultânea e paulatinamente mitigue impactos ecológicos. No contexto da produção agrônômica e do manejo do solo, as estratégias de otimização, conforme destacado por Lal (2010) e Benazzi e Leite (2021), precisam se alinhar a uma perspectiva de ciclo de vida, conforme delineado por Ruviaro *et al.* (2012; PÉREZ, *et al.*, 2019; CARDUCCI *et al.*, 2023). Isto implica maximizar a produtividade tendo em conta a capacidade de suporte estimada da terra, garantindo um equilíbrio harmonioso com o ambiente natural e evitando o esgotamento de recursos vitais.

Determinar os limites de utilização sustentável dos recursos naturais é fundamental e isto envolve uma compreensão meticulosa das características inerentes ao ecossistema específico em que as atividades agrárias são conduzidas. Conforme enfatizado por Paudel *et al.* (2021), os campos naturais possuem a capacidade inata de fornecer serviços ecossistêmicos essenciais, que vão desde o fornecimento de sustento aos ruminantes até o sequestro de carbono no solo e à contribuição para a preservação da biodiversidade através da criação de habitats. Nesta intrincada interação entre a intensificação agropecuária e a preservação dos biomas, a estabilidade e a harmonia, podem ser alcançadas ao adotar práticas ecoeficientes nos esforços agrícolas, para promover resiliência e sustentabilidade, estabilizando o ecossistema, mediante abordagem holística, pela otimização do uso desses recursos por meio da redução das perdas (GODFRAY, 2015, ADEGBEYE *et al.*, 2020).

Ecossistema foi o termo inicialmente usado por Tansley (1935), para descrever o lugar onde se vive, uma determinada biota (uma comunidade funcional, do conjunto

de populações de diferentes espécies de seres vivos, plantas ou animais), e suas complexas, dinâmicas e contínuas inter-relações e interdependências, com componentes abióticos (não-vivos e inorgânicos, como solo, ar e água). Conforme os vários níveis tróficos (cadeia alimentar) do ecossistema, esta interação constitui um biótopo (meio físico), em um sistema estável vital, na biosfera (região onde haja seres vivos) independente de escala, seja o próprio planeta ou em um mero aquário (RAMOS, 2010). Bioma, para Odum e Barret (2007), é um conjunto de ecossistemas, terrestres ou aquáticos, com um tipo similar de vegetação, localizada em uma zona natural climática característica.

A função do ecossistema se baseia na capacidade dos processos e elementos naturais em fornecer bens e serviços que satisfaçam as necessidades humanas, direta ou indiretamente (DE GROOT *et al.*, 2002). São concebidas como reguladoras dos processos ecológicos essenciais, ao sustentarem os sistemas e estabilizarem as estruturas de ecossistemas. Definida pelas constantes interações entre elementos estruturais, como: a ciclagem de nutrientes, a regulação de gases de efeito estufa (GEE), o ajuste climático (MARCONDELLI, 2019), o ciclo hidrológico e a transferência de energia (FERRAZ *et al.*, 2019).

Barnes *et al.* (2018) concentram a ecologia moderna no conceito de ecossistemas (ou na hierarquia dos sistemas ecológicos), na função de fluxos de energia e dos ciclos de materiais, chamada de cadeia alimentar (que agrupa os membros de uma comunidade natural). A energia entra no sistema por radiação solar, e pela matéria orgânica (restos de plantas e animais) e inorgânica (nutrientes). As plantas absorvem nutrientes presentes no solo, somados ao dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) da atmosfera, à água e à insolação, convertida em celulose, compondo sua biomassa, que alimentará ruminantes, transferindo energia, enquanto libera oxigênio (O<sub>2</sub>), a partir da fotossíntese (ZIBETTI, 2017; RONEY e WALKER, 2021).

Os ecossistemas são sujeitos à interferência humana sistemática, particularmente no contexto da intensificação da produção agropecuária (PILLAR; ANDRADE e DADALT, 2002) e sofrem impactos ecológicos significativos. Manifestam-se em resultados variados, cuja extensão pode melhorar ou degradar seu estado ecológico (HASENACK, 2010), influenciados pela intrincada interação entre o funcionamento do ecossistema, a coordenação entre espécies e a intervenção humana, com implicações para a prestação de serviços ecossistêmicos essenciais

(LIU *et al.*, 2021). Potencialmente os agrossistemas de Hart (1980; TITTONELL, 2023) mediante as práticas de gestão dentro dos sistemas agrícolas, geram contribuições virtuosas, e a pecuária, enquanto unidade de integração produtiva (ADEGBEYE *et al.*, 2020; PAUDEL *et al.*, 2021), não apenas participa dos sistemas agrícolas, mas também apresenta uma oportunidade de fornecer serviços ecossistêmicos em benefício humano (HUETING *et al.*, 1998).

A relevância de contextualizar todos estes conceitos estruturantes, reside em compreender as definições e interações das funções ecossistêmicas, pelo ciclo da vida, na transferência de energia, nos sistemas produtivos de bovinos, com sustentabilidade ecoeficiente. Porque, além da provisão de forragem para produção de proteína bovina, os três principais serviços ambientais que a pecuária de corte predominantemente a pasto, exercida no bioma Pampa, pode contribuir para mitigar a degradação ecológica, são: a) o uso adequado do Solo, enquanto substrato físico e principal ativo econômico no campo (CARVALHO *et al.*, 2016; BENAZZI e LEITE, 2021); b) a proteção dos corpos hídricos e conservação da qualidade da Água (RAN *et al.*, 2017; GIL *et al.*, 2018). c) a salvaguarda da Biodiversidade endêmica (VIANA *et al.*, 2021), de flora (KÖHLER *et al.*, 2020) e fauna (BOLDRINI, OVERBECK e TREVISAN, 2015; ROCHA, *et al.*, 2018), que toleram conviver com gado (JOLY *et al.*, 2019), conforme parecer emitido por Valério de Patta Pillar<sup>1</sup>.

Todavia, há outros pontos importantes, principalmente: d) a possibilidade de diminuição das Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera (JAURENA *et al.*, 2021; CUNHA *et al.*, 2023); e) do potencial Sequestro de Carbono (RUVIARO *et al.*, 2014; MODERNELE *et al.*, 2018), estabelecendo um balanço favorável de CO<sub>2</sub> no sistema a campo nativo, ou seja sequestra mais do que emite, é Carbono Negativo. Além da: f) manutenção da Paisagem, do cenário panorâmico (TITTONELL, 2021) e da; g) Cultura do Gaúcho, gentílico dos sul-brasileiros (ASSUNÇÃO, 1978; JIMENEZ, LEANDRO e PANIAGUA, 2021), entranhada à pecuária e ao Pampa, chegando ao ponto de enunciar a evolução de seus ciclos históricos: do Couro, do Charque e da Carne (CORREA *et al.*, 1964; PONT, 1983).

---

<sup>1</sup> PILLAR, V. P. Parecer emitido nos autos da ação civil pública nº 001/1150122787-5, em tramitação na 10ª. Vara da Fazenda Pública de Porto Alegre, autor o Ministério Público do estado do Rio Grande do Sul e réus o estado do Rio Grande do Sul, a Farsul, a Fetag e a Federarroz. 2015.

## 2.2. Serviços Ecossistêmicos

Figura 1. Cronologia conceitual sobre serviços ecossistêmicos

Autores	Publicação	Conceitos de Serviços Ecossistêmicos
Ehrlich e Ehrlich	1981	1º artigo científico a usar o termo <i>Serviços Ecossistêmicos</i> .
Ehrlich e Mooney	1983	Consolidou e sistematizou o termo <i>Serviços Ecossistêmicos</i> .
Daily	1997	(...) são condições e processos provenientes dos ecossistemas naturais e das espécies que os compõem que sustentam e mantêm a vida humana.
Costanza et al.	1997	(...) são os benefícios para populações humanas que derivam, direta ou indiretamente, das funções dos ecossistemas.
Hueting et al.	1998	A noção de utilidade antropocêntrica do serviço ecossistêmico quando ela apresenta possibilidade/potencial de ser utilizada para fins humanos.
Alcamo et al.	2003	(...) são os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas.
Luck et al.	2003	(...) pode ser visto como uma unidade prestadora de serviço.
Daily e Farley	2004	(...) são produtos de funções ecológicas ou processos que direta ou indiretamente contribuem para o bem-estar humano, ou têm potencial para fazê-lo no futuro... Representam os processos ecológicos e os recursos expressos em termos de bens e serviços que fornecem.
Millennium Ecosystem Assessment	2005	(...) "os benefícios que as pessoas obtêm direta ou indiretamente dos ecossistemas.
Wilkinson	2006	(...) são serviços para uso humano e outros organismos provenientes de ecossistemas, como oxigênio, alimento, água limpa etc.
Boyd e Banzhaf	2007	(...) não são os benefícios, (...) são componentes da natureza, diretamente aproveitados, consumidos ou usufruídos para o bem-estar humano.
Fisher et al.	2007	(...) são os aspectos dos ecossistemas utilizados, ativa ou passivamente, para produzir bem-estar humano.
Zhang et al.	2007	(...) são os recursos naturais de produção agrícola são críticos para o funcionamento do sistema de sustentação da vida da Terra, acrescentando a polinização e o controle biológico.
FAO	2007	Serviços ambientais se referem a um subconjunto específico de serviços ecossistêmicos, caracterizados como externalidades positivas.
Collins e Larry	2007	(...) são recursos naturais que sustentam a saúde e o bem-estar humano.
Sukhdev	2008	(...) são as contribuições diretas ou indiretas dos ecossistemas para o bem-estar humano.
Fisher et al.	2009	(...) consideram que os processos e as funções dos ecossistemas podem ser considerados serviços ecossistêmicos se forem consumidos ou utilizados, direta ou indiretamente, pelo ser humano.
Nicholson et al.	2009	(...) são relevantes para a existência e para a manutenção da vida, e o bem-estar humano, bem como para o desenvolvimento das atividades econômicas.
Haines-Young e Potschin	2009	(...) são contribuições que ( <i>o Meio Ambiente*</i> ) oferece para o bem-estar humano. *grifo do autor
De Groot et al.	2010	O desenvolvimento da sociedade e economia humanas, dependem dos recursos renováveis e não renováveis e dos serviços ecossistêmicos.
Muradian et al.	2010	(...) são serviços providos por ecossistemas manejados ativamente.
Kumar	2011	O bem-estar humano depende criticamente dos serviços ecossistêmicos fornecidos pela natureza.
Watanabe e Ortega	2011	(...) estão ligados aos ciclos do carbono, da água e do nitrogênio e sua adequada valoração é fundamental para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa e para a adaptação à mudança do clima, considerando-se a regulação climática do planeta associada ao equilíbrio dos ciclos biogeoquímicos globais.
Burkhard et al.	2012	(...) são contribuições da estrutura e funções do ecossistema, em combinação com outras entradas, para o bem-estar humano.
Farley	2012	(...) são componentes do ecossistema que podem ser consumidos ou utilizados para produzir bem-estar humano.
Häylä e Franzese	2014	Toda a economia humana é suprida (também restringida) pela disponibilidade de estoques de capital natural e fluxos de serviços ecossistêmicos.
Gomes, Dantas Neto e Silva	2018	(...) são relevantes para a existência e para a manutenção da vida, e o bem-estar humano, bem como para o desenvolvimento de atividades econômicas.
Zhao, Liu e Wu	2020	(...) são as condições, funções e processos que sustentam a vida na Terra, nos biomas de ecossistemas naturais e biodiversidade que os compõem, através de uma ampla gama de serviços fornecidos pela própria Natureza.

Fonte: Pesquisa do próprio autor.

Os serviços ecossistêmicos são delineados como condições, funções e processos que sustentam a vida na Terra, nos biomas de ecossistemas naturais e biodiversidade que os compõem, através de uma ampla gama de serviços fornecidos pela própria natureza (ZHAO, LIU e WU, 2020). Westman (1977) foi o primeiro a apresentar o debate definindo os serviços da natureza, como os Serviços Ecossistêmicos, termo depois consagrado por Paul e Anne Ehrlich (1981) e sistematizado junto a Mooney no periódico Bioscience (EHRlich e MOONEY, 1983), ao sugerirem uma lista destes ônus ambientais (SANTOS *et al.*, 2012). Todavia, a caracterização de um conceito sobre este tópico não é pacífica (DE GROOT *et al.*, 2002; FISHER *et al.*, 2007; ABSON *et al.*, 2014) e ainda se encontra em evolução, para tanto, uma imersão comparativa se faz necessária, inclusive no desdobramento temporal (Figura 1).

Antes da década de 80, ecologistas não associavam as funções ecossistêmicas com a utilidade humana segundo Gómez-Baggethun *et al.* (2010; ao citar KING, 1966; HELLIWELL, 1969; HUETING, 1970; ODUM e ODUM, 1972, e; BRAAT *et al.*, 1979), e desconfiavam desta vinculação. Ao contrário, quando Daugeard (2016) analisou o tema sob a perspectiva da *political ecology*, “(...) uma corrente científica anglo-saxã que analisa as relações de poder em relação à gestão do espaço e do meio ambiente”, comungava com Castro e Sartre (2014). Foi a partir de De Groot (1987), que a noção pedagógica da importância dos serviços ecossistêmicos, ante a iminência da perda de biodiversidade, em afetar a geração de benefícios ao bem-estar humano, mormente nas contradições da dicotomia ecologia *versus* economia, se concretizou.

Ao analisar os conceitos apresentados mais detidamente é perceptível certa similaridade quanto à ideia geral sobre serviços ecossistêmicos, pois têm como ponto convergente serem totalmente antropocêntricos, resultado de uma visão utilitarista da natureza. Consoante De Groot *et al.* (2002) ao enfatizar bens e serviços derivados explicitamente por funções ecossistêmicas, em benefício do bem-estar humano, em congruência a Costanza *et al.* (1997), Hueting *et al.* (1998), Wilkinson (2006), e Burkhard *et al.* (2012). Já as definições do *Millennium Ecosystem Assessment* (2005), do relatório-síntese da Avaliação Ecossistêmica do Milênio, ou AEM (2005), baseada em Alcamo *et al.* (2003) e Luck *et al.* (2003) acompanhadas da FAO (2007) são simplistas e diretas, mas louvadas pela objetividade, estabelecendo que os serviços ecossistêmicos consistem nos benefícios providos de uma forma geral pelos

ecossistemas.

Daily (1997), assim como Collins e Larry (2007), inicialmente traziam uma conotação baseada na relação de dependência, de sustentação da vida humana, para depois; junto a Farley (2004), o perceberem como uma função que garanta o futuro da humanidade. Watanabe e Ortega (2011) preconizavam a regulação das mudanças climáticas como um serviço ecossistêmico.

Após os relatórios do *Ecological and Economic Foundations*, Sukhdev (2008) e Kumar (2010), atribuem aos serviços ecossistêmicos a ideia de contribuições diretas ou indiretas dos ecossistemas para o bem-estar humano. As abordagens de Boyd e Banzhaf (2007), Fisher *et al.* (2007, 2009), Muradian *et al.* (2011) e Farley (2012) contrapõem argumento considerando-os componentes da Natureza, mas só para o consumo direto em benefício do bem-estar humano, pelo valor de utilidade. Boyd *et al.* (2007), Zhang *et al.* (2007), Nicholson *et al.* (2009), e De Groot *et al.* (2010) destacaram sua relevância.

Ao mesmo tempo que Bateman *et al.* (2011), Häylä e Franzese (2014) e Gomes, Dantas Neto e Silva (2018), propõem definição mais pragmática, sob perspectiva econômica. Haines-Young e Potschin (2009) discorrem em sua obra, inclusive, quanto à disposição, para pagar por tais serviços prestados pelo Ambiente. Atualmente tais conceitos foram sintetizados por Zhao, Liu e Wu (2020).

No meio acadêmico, há uma tendência internacional de destacar o termo serviços ecossistêmicos, em detrimento daqueles ambientais ou ecológicos, contudo, por não serem sinônimos (PRADO, 2014), nem tampouco idênticos (ALTMANN, 2009), especificamente no Brasil, e conforme a assimetria expressa na própria legislação pertinente, nos incisos II e III do artigo 2º (BRASIL, 2021), convém distingui-los. Isto posto, serviços ecossistêmicos, são compreendidos enquanto benefícios de sustentação das condições ambientais, ocorrentes nos ecossistemas, relevantes à sociedade. Os serviços ambientais, consistem em atividades individuais ou coletivas intencionais (MURADIAN *et al.*, 2010), que favoreçam a manutenção, recuperação ou melhoria das condições e dinâmicas dos serviços ecossistêmicos em si (FERRAZ *et al.*, 2019). Exceptuados na lei, os serviços ecológicos, na concepção de Altmann (2009) e Irigaray (2010) são os benefícios fornecidos ao homem, pela Natureza preservada, que possui implicações econômicas, jurídicas e sociais, ao permitir instrumentos de política ambiental, especificamente do Direito Ambiental.

Objetivamente, a principal diferença se resume aos serviços ecossistêmicos refletirem apenas os benefícios diretos e indiretos à sociedade, providos pela performance harmônica dos ecossistemas, independente da interferência humana. Enquanto aos ambientais, os benefícios são gerados exatamente por ações, intervenções ou inações propositais humanas (individuais ou coletivas), de manejo, conservação ou regeneração dos processos ecológicos, nos sistemas naturais. Importa considerar que a Lei dos Pagamentos por Serviços Ambientais reforça taxativamente a significância desta diferenciação de nomenclatura, pois nos agroecossistemas a ausência de intervenção ocasiona serviços ecossistêmicos, e a intercessão voluntária, os ambientais. Diante desta perspectiva, tal abordagem é sugerida para esta tese.

Conseqüentemente, modo específico para esta pesquisa de tese, a abordagem quanto à definição de serviço ecossistêmico se esquia de conceitos extremos, situando-se no meio termo, consistente na junção do entendimento moderno de Zhao, Liu e Wu (2020), ao de Costanza *et al.* (1997), ou seja: Serviços Ecossistêmicos são as condições, funções e processos que sustentam a vida na Terra, nos biomas de ecossistemas naturais e biodiversidade que os compõem, através de uma ampla gama de serviços fornecidos direta ou indiretamente pela própria Natureza, independente da interferência antrópica, compostos por benefícios para a população humana na Terra.

### **2.3 Valoração dos Serviços Ecossistêmicos**

A avaliação dos serviços ecossistêmicos é uma tarefa complexa, como destacado na literatura desde Westman (1977) até pesquisas recentes (DE GROOT *et al.*, 2017; ZHAO, LIU e WU, 2020). Envolve mais do que uma simples avaliação monetária, requerendo a atribuição de valor abstrato para reconhecer a importância desses serviços (PERRINGS, 1995). A medição e monitoramento desses serviços contribuem para embasar decisões relacionadas à sustentabilidade, conservação da biodiversidade, uso da terra e formulação de políticas públicas visando o bem-estar da sociedade (PEH *et al.*, 2014; CORTÉS-CAPANO *et al.*, 2020; FORMOSO *et al.*, 2020).

A valoração dos serviços ecossistêmicos facilita a comparação entre diferentes ecossistemas nos processos de tomada de decisão (VAN BERKEL e



VERBURG, 2014) e reconhece *trade-offs* envolvendo compensações agroecológicas sem implicar políticas de pagamento obrigatórias (MATTOS *et al.*, 2011; TITTONELL *et al.*, 2020). Além disso, promove a conexão entre os beneficiários e os administradores desses serviços por meio de transações voluntárias (COUDEL *et al.*, 2015). Embora a medida do valor muitas vezes seja expressa em unidades monetárias, outros elementos como tempo, área de uso do solo ou energia também são considerados (KUBISZEWSKI *et al.*, 2017).

As contribuições de Georgescu-Roegen, particularmente a Lei da Entropia (1971), levantaram debates ao desafiar a visão predominante de sistema econômico fechado e circular, desvinculando a Natureza da economia. Ao aprofundar questões de reducionismo energético, pela transformação de recursos naturais de alta qualidade (baixa entropia/valor) em bens, deixa resíduos que não retornam no sistema (alta entropia/sem valor). O que destaca a importância de limites termodinâmicos e bioeconômicos, ao pesar impactos ambientais em um sistema de produção convencional de matriz energética não renováveis (LUCIA e GRISOLIA, 2021).

A valoração econômica dos ecossistemas globais, embora tenha sido calculada em trilhões de dólares (COSTANZA *et al.*, 2017), enfrenta críticas por sua abordagem simplista (ARROW *et al.*, 1997), mas tornou-se um paradigma importante para a conscientização sobre a valoração dos ecossistemas (SILVA e SHERER, 2021). Ela possibilita o desenvolvimento de instrumentos de mercado e políticas que incentivam a conservação dos serviços ecossistêmicos (HEYDINGER, 2016), sem necessariamente implicar na privatização desses processos naturais (GÓMEZ-BAGGETHUN *et al.*, 2010; BARROS, 2015; FERRAZ *et al.*, 2019). Além disso, considera aspectos sociais na valoração (HAU & BAKSHI, 2004; COLLARES *et al.*, 2020), ampliando seu escopo para além da preservação da paisagem natural, incluindo também a cultura (MAIA, TROIAN e MACIEL, 2024).

A natureza contribui indiretamente para a economia através dos serviços ecossistêmicos, e a sua valorização, influenciada pelos limites termodinâmicos, deve estar associada à quantidade de energia necessária para produzir um bem ou serviço, e não ao valor subjetivo ou ao preço que as pessoas desejam pagar (ODUM e ODUM, 2000). Simultaneamente, reconhece os proprietários rurais que prestam serviços ecossistêmicos através do uso sustentável da terra e de boas práticas de gestão, mantendo assim o capital natural (TITTONELL, 2020). Se há um passivo ambiental

devido à necessidade do uso da terra para a produção primária, destinada ao consumo doméstico, ou à exportação, gerando bens de primeira necessidade ou divisas à economia nacional, a produção aliada à preservação deve poder ser valorada e, inclusive recompensada (BORGES-ALMEIDA *et al.*, 2018).

#### **2.4 Meio Ambiente Agrário**

O Meio Ambiente Agrário é definido como a soma dos recursos naturais associados às relações jurídicas no campo, visando legitimar o desenvolvimento do agronegócio de forma sustentável. A agrariedade (CARROZZA, 1973) representa a atividade agrária empresarial, organizada em cadeias de produção e sistemas produtivos, de exploração agrossilvipastoril ou seu beneficiamento, distintas de outras atividades econômicas (SODERO, 1979), pela sujeição a riscos agrobiológicos (CARRERA, 1978) e edafoclimáticos, que compõe os riscos de Produção, que afetam cultivos e rebanhos. Estes se somam além daqueles riscos de Mercado, Financeiro, Acidental e a Insegurança Jurídica (Selistre, 2022)

O elemento edafoclimático compõe-se, basicamente das condições de solo e de clima. Adequando-se características definidas por coeficientes do meio: o tipo de solo, da litologia (das rochas que formarão o solo), da geomorfologia (pela composição mineralógica e o tamanho do grão), do relevo, das condições climáticas, das temperaturas, da altitude, da latitude, da pressão atmosférica, da radiação, do tipo de vegetação, da umidade do ar e do solo, da reserva hídrica, da precipitação pluvial e do vento. Esses fatores, somados à continentalidade de algumas regiões no Brasil, podem provocar sérios problemas de seca, enchentes, geadas, erosão ou desertificação, que são incontroláveis pelo produtor rural. Obviamente, podem ser minorados mediante calagem, adubação, irrigação, ajuste de carga, plantio direto e outras técnicas avançadas de manejo.

O objetivo do Agrarismo (ZIBETTI, 2023) é a produção de bens agrícolas essenciais, dentro dos limites estabelecidos pelo Direito Agrário em relação à função socioambiental da propriedade rural (GONÇALVES e CERÉSER 2013; ALBUQUERQUE e GOMEZ, 2020). Uma análise jurídica sobre os serviços ambientais fornecidos por pecuaristas no bioma Pampa e sua devida compensação destaca a importância do entendimento legislativo sobre o assunto. Desde o Código Florestal de 1934 (BRASIL, 1934), a legislação brasileira reconhece a importância da preservação

ecossistêmica, posteriormente reforçada pelo sistema de Áreas de Preservação Permanente estabelecido pelo Código Florestal de 1965 (BRASIL, 1965). No entanto, apesar desses avanços legislativos, a degradação ambiental persiste devido à expansão da ocupação territorial desde o descobrimento, passando pelos períodos do Brasil Colônia, Império e República.

No contexto rural, a reivindicação de propriedade e posse sobre a natureza foi historicamente estabelecida através da transformação de áreas antes consideradas *res nullius* (FIORILLO, 2010), ou seja, “coisa de ninguém” (GOMES, 2012), em terras passíveis de domínio por meio do cultivo e da criação de gado, abrindo mato, derrubando árvores. Essa demonstração de domínio, especialmente no agreste, refletia a pressão exercida pelas atividades agropecuárias, muitas vezes majoradas pela necessidade de atender aos requisitos de produtividade estabelecidos pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), sob ameaça de desapropriação para fins de reforma agrária (ZIBETTI e GONÇALVES, 2016).

A legislação ambiental brasileira historicamente adotou uma abordagem repressiva, reforçada por sanções negativas e instrumentos de comando-controle (FALKENBERG, 2019), como evidenciado na Lei dos Crimes Ambientais (BRASIL, 1998), resultando em ônus significativos para o Estado e crescentes tensões sociais, mas sendo ineficaz na promoção da conservação. A falta de mecanismos para valorizar e compensar serviços ambientais contribui para a contínua devastação ecológica no país. Uma evolução necessária envolve a incorporação de políticas públicas e mecanismos de incentivo positivo, visando recompensar aqueles que contribuem para a preservação e restauração de áreas degradadas.

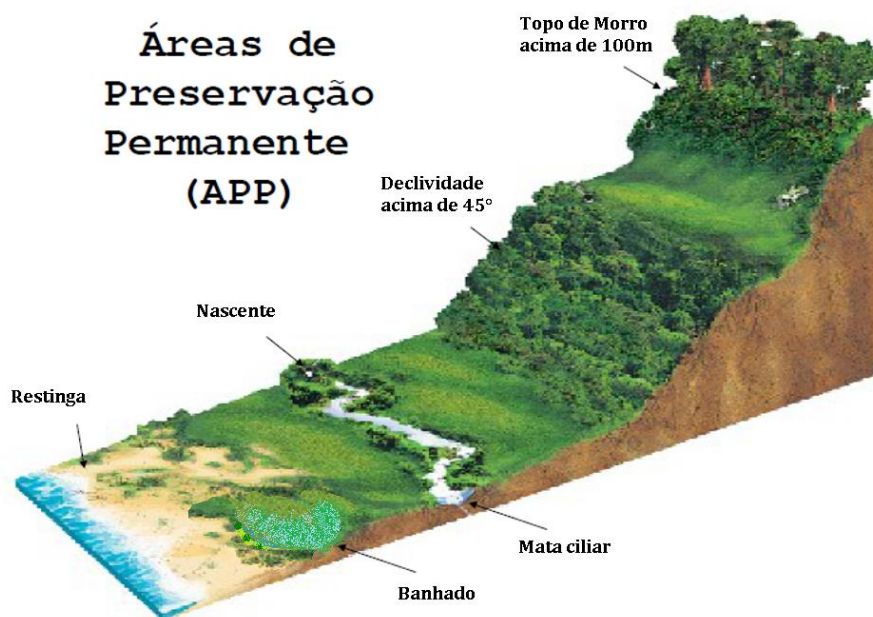
Uma alternativa para promover a conservação ambiental inclui programas de pagamento por serviços ambientais, subsídios para práticas conservacionistas e incentivos fiscais para proprietários de terras que preservem áreas naturais. Essa abordagem, alinhada à Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA)(BRASIL, 1981), incentiva comportamentos ambientalmente responsáveis. A Constituição Federal (BRASIL, 1988) acolhe normas positivas, com princípios como o da prevenção e do poluidor-pagador, indicando uma complementaridade entre os PSA's e os princípios protetivos do direito ambiental (ALTMANN, 2009).

O Código Florestal vigente, Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012), lastreado na concepção do Desenvolvimento Sustentável, instituiu o Cadastro Ambiental Rural

(CAR), enquanto instrumento de proteção ambiental e regularização dos imóveis rurais (ROSSONI, 2023). O CAR configura uma importante ferramenta de monitoramento e gestão ambiental, mas sofre duras críticas e suspensões mediante liminares judiciais, atrasando sua implementação (KORTING, 2021). Para tanto, o produtor rural presta uma autodeclaração em registro público eletrônico nacional e integrado, que por georreferenciamento identifica as Áreas de Preservação Ambiental, (APA) em Áreas de Preservação Permanentes (APP) e marca Reservas Legais (RL).

As APP's definidas por Feltran-Barbieri e Féres (2021) e pelo Código Florestal (BRASIL, 2012) como espaços protegidos, cobertos ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar recursos hídricos, paisagens, estabilidade geológica, proteção do solo, biodiversidade e garantir o bem-estar das populações humanas. As APP's incluem restingas, manguezais, margens de corpos d'água, topos e declives acentuados de morros, bordas de tabuleiro e campos de altitude (Figura 2). A atividade

**Figura 2.** Representações das APP's.



**Fonte:** adaptado pelo autor de Balazina (2010).

pecuária é permitida em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008, desde que atendidos os critérios legais de preservação ambiental. No Rio Grande do Sul, o Código Ambiental Estadual (RS, 2000) também reconhece banhados como APP's e restringe o acesso a essas áreas para atividades de baixo impacto ambiental, como a dessedentação dos bovinos.

O Código Florestal (BRASIL, 2012) também estabelece as Reservas Legais (RL) como áreas cobertas por vegetação natural dentro de imóveis rurais, em uma porcentagem determinada conforme o bioma (Figura 3 seguinte), visando garantir sua função ecossistêmica, com preservação compulsória (MILARÉ, 2011; 2022). As RL's podem ser exploradas economicamente por meio de plano de manejo sustentável, desde que respeitados os limites estabelecidos em lei, e podem ser calculadas dentro das APP's, se conservadas ou em processo de recuperação. As Áreas Rurais Consolidadas (ARCs) referem-se a extensões na propriedade rural com ocupação humana anterior a 22 de julho de 2008, permitindo atividades agrossilvopastoris, com possibilidade de adoção do regime de pousio.

A declaração do CAR, originalmente tida por voluntária, mostrou-se compulsória, pela imposição para adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA), visando ajustar o passivo ambiental e controlar o desmatamento. Além disso, o CAR é pré-requisito para obtenção de crédito rural ou financiamento privado (GONÇALVES e PARRA, 2019), podendo restringir o direito de propriedade em casos de inadequação em relação às RL's, impedindo transações como venda, transferência

**Figura 3.** Percentuais mínimos de RL's por biomas brasileiros



**Fonte:** elaborado pelo autor com modelos obtidos na Freepik.

ou desmembramento na matrícula do imóvel. O que configura, portanto, a função socioambiental como um limite imanente à propriedade de imóvel agrário (GONÇALVES e CERÉSER 2013; FALKENBERG, 2019).

Propriedades rurais no bioma Pampa enfrentam um imbróglio jurídico há mais de oito anos, originado por uma ação do Ministério Público Estadual, que impediu a

análise dos CAR's e a recomposição de passivos ambientais pelo PRA<sup>2</sup>. A motivação está relacionada a indefinições conceituais sobre áreas consolidadas, remanescentes de vegetação nativa, banhados e o exercício da atividade agropecuária em RL's. Mesmo após a promulgação do Código Florestal Estadual (RS, 2000), que definiu tais conceitos, o impasse persiste em litígio, gerando insegurança jurídica e atrasando a conclusão da regularização dos CAR's no Pampa.

A regularização fundiária, ao compasso da ambiental, é um elemento essencial, mas também um obstáculo quando irregular, para a categorização e a possibilidade de potenciais beneficiários receberem PSA's no Brasil. A invisibilidade fundiária (FIGUEIRA, 2023), sobreposições de áreas e matrículas identificadas pelo georreferenciamento (KORTING, 2021), a vulnerabilidade jurídica devido a demoras na reforma agrária ou indecisões quanto a marcos regulatórios e titulação de terras, complicam esse processo. Além disso, a atuação inconsistente de advogados não especializados, generalistas ou sem *expertise* específica em questões agrárias, dificulta a resolução de conflitos no meio ambiente agrário.

## 2.5. Bioma Pampa

Essa pesquisa tem por *locus*, a delimitação geográfica da área abrangida pelo bioma Pampa, no recorte territorial brasileiro, pertencente às áreas de campos naturais do Cone Sul, na América do Sul Neotropical (GOROSÁBEL *et al.*, 2020) (Figura 4). Pertence a um todo maior, da Savana Uruguiaia, sem barreiras físicas, tão só separado do Uruguai pela fronteira política (MIÑARRO e BILENCA, 2004; TEIXEIRA FILHO, 2020), mas com idêntica fisiografia. Amplia-se para a Savana Mesopotâmica, a Pampa Húmida e a Pampa Semiárida, ao leste da Argentina, formando os chamados *Pastizales* ou *Campos del Rio de la Plata* e o restante nos campos do sul, ou *Pastizales de las Misiones* no Paraguai, ao comporem todas juntas, enquanto sub-ecorregiões, o Bioma Pampa de Soriano (1992).

O Bioma Pampa constitui-se em uma das maiores superfícies de pastagem

---

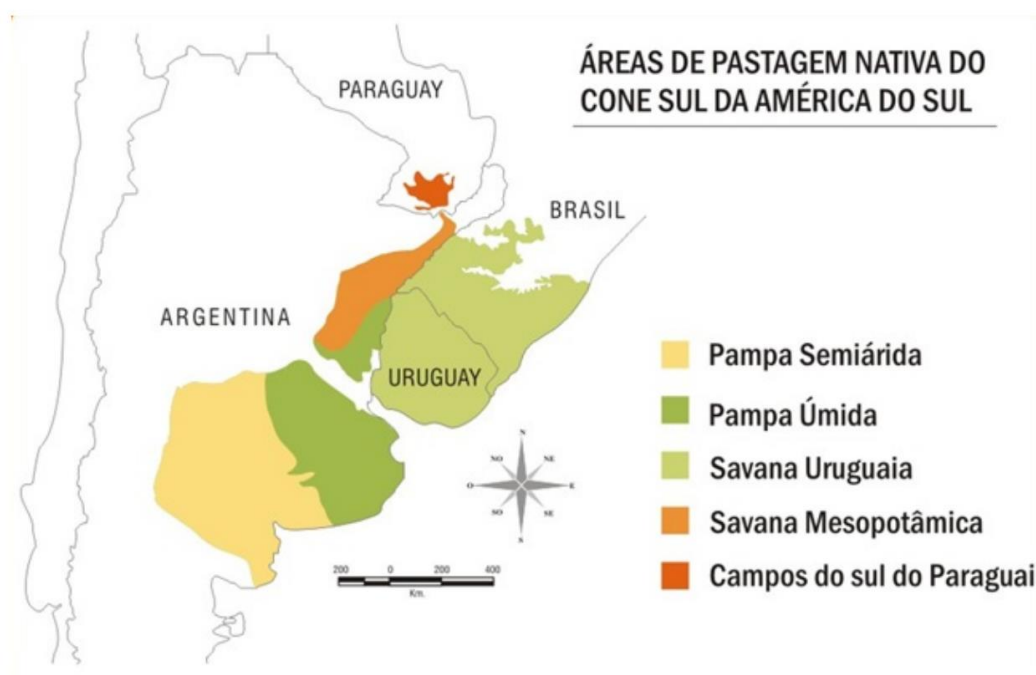
<sup>2</sup> RIO GRANDE DO SUL. Tribunal de Justiça do Estado do Rio Grande do Sul. 10ª Vara da Fazenda Pública do Foro Central da Comarca de Porto Alegre. Ação Civil Pública. **Processo nº 001/1.15.0122787-5 (nº CNJ 0175872-45.2015.8.21.0001)**. - ajuizada pelo Ministério Público do Rio Grande do Sul em 20/07/2015. 2015. Disponível em: <https://direitoagrario.com/integra-acp-decreto-bioma-pampa/>. Acesso em: 26 jun. 2024.

natural do mundo, com cerca de 70 milhões de hectares (SORIANO, 1991), ou 750.000 m<sup>2</sup> (SOUZA *et al.*, 2021). Corresponde a uma definição de clima, solo e relevo, que resultam em uma biodiversidade específica (HASENACK *et al.*, 2015; MARCHI *et al.*, 2018). Seu mapeamento no Brasil situa-se na parte meridional do Rio Grande do Sul (RS), ocupando 193.836 km<sup>2</sup>, 68,78% do estado gaúcho e 2,27% do território brasileiro (IBGE, 2019; MAPBIOMAS, 2019).

Devido à sua posição geográfica entre os paralelos 28°S e 34°S o bioma se localiza em uma transição entre os climas temperado e tropical, o subtropical típico de estepes. Com as quatro estações climáticas bem definidas, com verões quentes e invernos frios, abstendo-se de estação de seca regular (OVERBECK *et al.*, 2009; JOLY *et al.*, 2019; EMBRAPA, 2020). Pluviometricamente, apresenta variações meteorológicas chuvosas, com precipitação média anual entre 400 e 1.600 mm (SORIANO *et al.*, 1991, OVERBECK *et al.*, 2009; VIANA *et al.*, 2023).

Prevalece o relevo amplo, suave e aplainado, e, embora os solos comumente tenham baixa fertilidade, de baixos níveis de pH e P (acidez e adsorção de Fósforo), em diferentes litologias (IBGE, 2005), apresenta boa resiliência (RIBASKI *et al.*, 2010; TEIXEIRA FILHO, e WINCKLER, 2020). Sua superfície é recoberta por fitofisionomias

**Figura 4.** Mapa de localização do bioma Pampa na América do Sul.



**Fonte:** Adaptado pelo autor de Parera (2011).

campestres, com tipologia vegetal dominante herbáceo/arbustiva (HASENACK *et al.*, 2019). Por estar nesta zona de transição, entrecortada pelo paralelo 30°S, também caracteriza a botânica do bioma, de vegetação não arbórea (MIÑARRO *et al.*, 2008; ANDRADE *et al.*, 2018), à exceção de matas ciliares, abrigadas entre as esparsas colinas arredondadas (as populares *coxilhas*), charcos nas planícies (*banhados nas várzeas*), ou pequenos bosques nativos isolados (os *capões-de-mato*) (BORTOLUZZI e SOUZA, 2007; GUADAGNINI e TRENTINII, 2021).

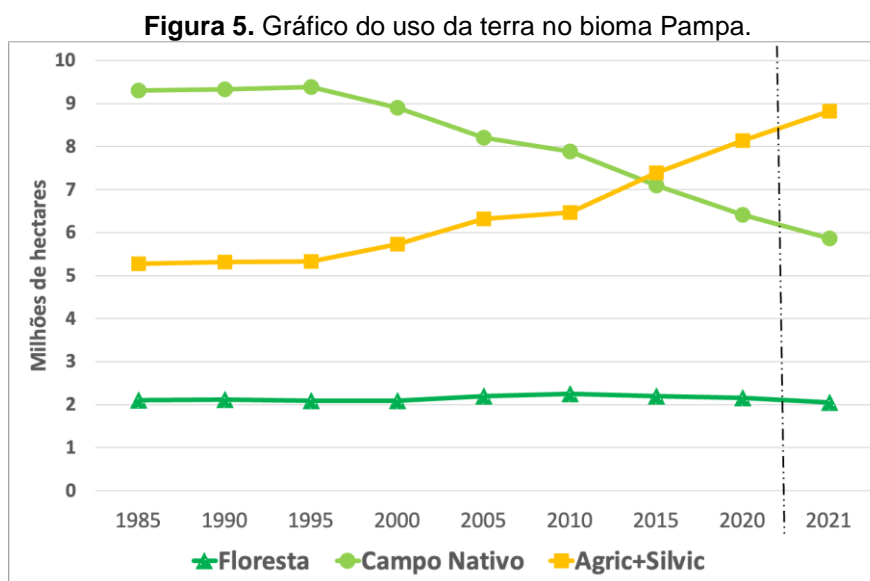
Possui abundante diversidade florística nativa, que pode ser medida pela ocorrência de mais de 500 espécies de gramíneas e 250 leguminosas forrageiras (CARVALHO *et al.*, 2009; BOLDRINI, 2006. ANTONELLI *et al.*, 2018; STROPP *et al.*, 2020), um verdadeiro e complexo mosaico de espécies (BERRETTA *et al.*, 2000; OVERBECK *et al.*, 2009; BEHLING *et al.*, 2009). Como consequência a predominância de gramíneas de crescimento estival, marcadamente estacional, propicia acumular produção de forragem verde de qualidade na primavera e verão, e hibernação limitante das espécies no inverno (JACQUES, 1999; NABINGER, 2002; HEISSLER, 2020; SILVA, 2022).

Na fauna, o bioma Pampa é o habitat de 385 espécies de pássaros e 90 mamíferos terrestres (BILENCA & MIÑARRO, 2004; VIANA *et al.*, 2021) além da herpetofauna, com 126 espécies de répteis e 98 anfíbios autóctones (DI-BERNARDO, BORGES-MARTINS e OLIVEIRA, 2003), que toleram a convivência com o gado (; JOLY *et al.*, 2019). A biodiversidade e a potencialidade forrageira proporcionaram a vocação típica para o pastoreio da pecuária (HASENACK *et al.*, 2019; NABINGER e JACQUES, 2019; ROCHA *et al.*, 2020), com farta alimentação e conveniente abrigo. As pastagens naturais constituem a mais importante fonte de alimento para aproximadamente 17 milhões de ruminantes domésticos e representam mais de 90% das superfícies pastoris do Bioma.

O termo desmatamento refere-se à conversão, pela ação humana, de terra com floresta para terra sem floresta (SCHLAMADINGER, 2007; FALCÃO e NOA, 2016), mas a predominância de pastos nos campos do bioma Pampa, à exceção de matas ciliares, confunde essa percepção. O bioma enfrenta desafios críticos, incluindo desflorestamento, degradação do solo e perda de biodiversidade devido à mudança no uso do solo com o avanço da fronteira agrícola (OLIVEIRA *et al.*, 2017; BELARMINO *et al.*, 2018; HASENACK, 2023). Dados do MapBiomias (2023) revelam



a transformação do bioma Pampa, epicentro da pecuária de corte, com uma crescente agriculturização desde 1985 a 2021, em 3,4 milhões de hectares, uma redução de 37% na pastagem natural (TRINDADE, ROCHA e VOLK, 2018; MAPBIOMAS, 2019), agravada rapidamente no período 2020 a 2021, em que foram convertidos 540 mil hectares de campo nativo, visível ao corte na Figura 5 seguinte.



Fonte: Adaptado por Wagner da Coleção 7 do Mapbiomas 2023.

Há aqui neste ponto, sobre as ameaças às quais o bioma Pampa está sujeito, uma circunstância específica e crucial é a proliferação agressiva de espécies exóticas invasoras, trazidas do estrangeiro, que competem acirradamente com o pasto nativo, particularmente o Capim-annoni (*Eragrostis plana* ness). Foi introduzido acidentalmente no Brasil, no Rio Grande do Sul na década de 50, como impureza em sementes de capim de Rhodes importadas da África do Sul pelo Grupo Rural Annoni (origem da denominação)(Faleiro *et al.*, 2021). Com excelente capacidade de adaptação ao clima local e sem inimigos naturais, este pasto de baixo valor nutricional e pouca aceitação pelo gado, tem se tornado uma praga, além de grave problema ambiental, reduzindo a qualidade dos campos nativos do Bioma Pampa, impactando negativamente a pecuária bovina. As sementes são minúsculas e resilientes, podem ser transportadas por maquinário agrícola, veículos, animais ou o vento, além de serem ingeridas e esterçadas por herbívoros (Lisboa *et al.*, 2009). Pela considerável dificuldade em seu controle (Perez, 2008; 2015; Faleiro *et al.*, 2022), já se estima que compita com a vegetação nativa em mais de um milhão de hectares no bioma.

O bioma Pampa possui fitologia com imensa diversidade florística, de capacidade de provisão forrageira principalmente estival perene (CARVALHO, 2006; GOMES DA SILVA *et al.*, 2022), que propicia o agroecossistema pastoril com ruminantes, para produzir proteína bovina (ROCHA, 2020). Esta contingência viabilizada a criação de gado de corte alimentada predominantemente em pastagens naturais (MODERNELO *et al.*, 2018; VIANA *et al.*, 2021). Sobrevêm a necessidade de avaliar a adequação do arcabouço legal brasileiro para uma abordagem sustentável no bioma Pampa, com foco nos mecanismos, incentivos e impactos das iniciativas de PSAs oferecidos pela pecuária bovina de corte com viés preservacionista.

Além da delimitação geográfica, esta pesquisa se limita à análise da legislação brasileira devido ao Tratado de Assunção (1991; BRASIL, 1996; PORTELA, 2021), que impede a extraterritorialidade ambiental das leis brasileiras, impossibilitando sua vigência além das fronteiras. Assim, a aplicabilidade da Lei nº 14.119/21 (BRASIL, 2021) fica inviabilizada para todo o território do Pampa até que haja convenções entre o Brasil e outros países abrangentes (DOBSON, 2018), especificamente sobre PSAs no bioma Pampa, que sejam recepcionadas pela legislação nacional. Isso evidencia a necessidade de acordos internacionais, como o recente Decreto nº 11.893/24 (BRASIL, 2024) que promulgou o Acordo sobre o Aquífero Guarani entre o Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai.

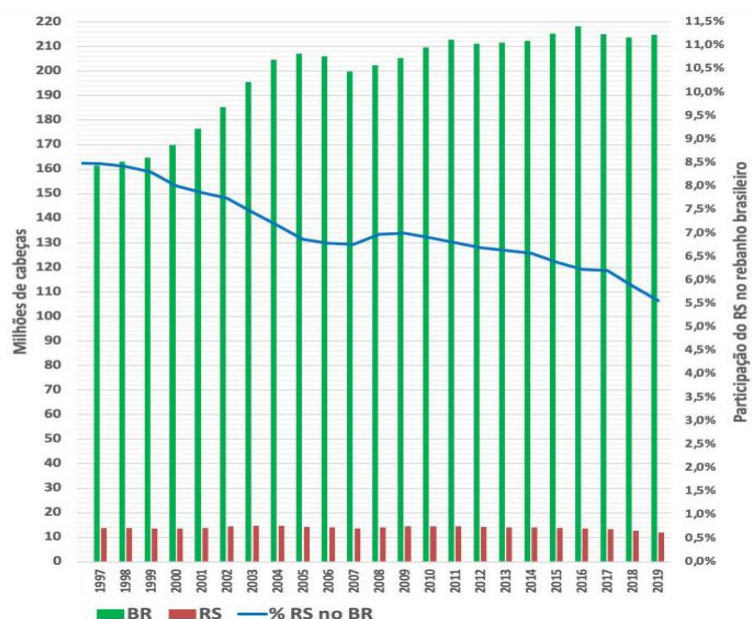
Portanto, o propósito de estudo desta tese, são os sistemas de produção de bovinos de corte a pasto, localizados no bioma Pampa brasileiro, e desenvolvidos sobre ecossistemas de pastagens pela capacidade de prestar serviços ambientais e seus marcos regulatórios pertinentes.

## **2.6. Pecuária bovina de corte praticada no bioma pampa**

Na última década o Brasil emergiu como importante *player* na produção global de carne bovina, detentor do maior rebanho comercial (IBGE/PPM, 2017; EMBRAPA, 2019) e maior exportador, cuja competitividade, baixo custo de produção e alta disponibilidade, aumentaram em 5% (MEDEIROS; DIAS; MALAFAIA, 2021; ABIEC, 2021, 2022; CNA, SENAR, CEPEA/USP, 2022). Em termos econômicos, o valor bruto da produção agropecuária (VBP) da bovinocultura de corte no estado do RS foi reportada como sendo de relevantes R\$8,07 bilhões em 2021(RS, 2022). Em contraponto, a falta de coordenação na cadeia produtiva, o comportamento

oportunista dos agentes sem visão estratégica, e a concorrência nacional e internacional, reduzem sua competitividade e relevância no mercado (WAGNER, 2023), como demonstra a Figura 6.

**Figura 6.** Gráfico da evolução dos rebanhos bovinos, brasileiro e gaúcho.



**Fonte:** IBGE Sidra, Pesquisa de Pecuária Municipal (2021).

Para entender as práticas atuais da pecuária de bovinos de corte no bioma Pampa brasileiro, é crucial considerar sua profunda integração com a economia, cultura e manutenção ecológica dos ecossistemas locais (MANZANO *et al.*, 2023). O clima subtropical da região, com temperaturas medianas, estações bem definidas e boa precipitação (SORIANO *et al.*, 1991, OVERBECK *et al.*, 2009), característico de estepes, cobertas por vegetação rasteira de pastagens nativas (VIANA *et al.*, 2021), favorece a criação de raças europeias, mais adequadas para produção de carne de qualidade. Essas condições naturais propiciaram o desenvolvimento da pecuária gaúcha ao longo de três séculos, resultando em uma significativa cadeia produtiva de carne bovina na região (BARCELLOS *et al.*, 2015).

Os primeiros bovinos na região, foram introduzidos pelos jesuítas, em 1634, porém, com o Tratado de Madrid, em 1750, os Sete Povos das Missões passaram ao domínio português, deflagrando a Guerra Guaranítica, que praticamente dizimou a população indígena e as Reduções Jesuíticas (ASSUNÇÃO, 1978; REVERBEL, 1986). O gado missioneiro foi espalhado (PONT, 1983), soltos sem marca nem dono,

e uniram-se aqueles de origem espanhola, que atravessaram o rio Uruguai e, por seleção natural, multiplicando-se rapidamente, favorecidos pelas condições naturais, formaram um grande rebanho, por quase trezentos anos (CHEUICHE, 2018; SAINT-HILAIRE, 2019). Desde então, devido aos campos nativos, muito propícios pelo domínio de cobertura pastiçal rasteira, resiliente ao impacto antrópico (fogo, pastejo e pisoteio do gado), a atividade pecuária prosperou (BOLDRINI, 2020).

O rebanho bovino gaúcho atualmente ultrapassa 11 milhões de cabeças, majoritariamente composto por raças europeias britânicas ou continentais e suas cruzas, pulverizadas entre pecuaristas de porte médio ou pequeno, que utilizam muito o campo nativo para a alimentação destes animais (NESPRO, 2022). Porque, de acordo com Vitrolles *et al.* (2010), o clima ameno oportunizou a introdução de raças taurinas (*bos taurus*) de origem europeia, predominantemente britânicas Angus e Hereford, as continentais Charolesa (francesa) e Simental (suíça), e seus cruzamentos com zebuínos Nelore (*bos indicus*, indianos), nas raças sintéticas Braford, Brangus e Canchim (CANELLAS, MENEGASSI e BARCELLOS, 2019; FERRAZ, 2020). A incorporação de raças com melhor aptidão para a produção de carne, com qualidade, maciez e sabor (OAIGEN *et al.*, 2014), diferenciaram a pecuária gaúcha da brasileira. Além de um saber-fazer singular, que a qualificou, inclusive, a fornecer genética pela venda de touros e sêmen para os outros estados-membros do Brasil (FRIES, 1999; PICCOLI *et al.*, 2014; NESPro e EMBRAPA, 2016).

Se no passado, a pecuária no bioma Pampa dependia principalmente do pastoreio livre e folgado, atualmente, com a expansão da fronteira agrícola (IBGE, 2021), estão sendo adotados sistemas de produção mais modernos para otimizar o uso da terra (EMBRAPA, 2018). As evidências mostram que a mudança no uso da terra, está impulsionando a intensificação da pecuária na região de pastagens do *Rio de la Plata*, diminuindo a área de pastagens nativas e prestação de serviços ecossistêmicos ofertados pela natureza (MODERNEL *et al.*, 2018; LAMPERT *et al.*, 2019; CARAM *et al.*, 2023). A tomada de decisão depende de investimento de capital e o uso de tecnologia, que aumentam conforme a intensidade do sistema, definido pelo regime alimentar dos bovinos.

Quanto ao regime alimentar, Oaigen *et al.* (2014) classificam os sistemas de produção em extensivo, semi-intensivo e intensivo. No sistema extensivo, há o pastejo contínuo, em grandes áreas de pastagem, com carga baixa e, eventualmente,

suplementação mineral (PIRES, 2010). O semi-intensivo implica em pastagens nativas diferidas, adubadas ou cultivadas, capazes de suportar alta densidade animal, requerendo suplementação energético-proteica (GOTTSCHELL, 2009; NEIVA, 2013; EMBRAPA, 2023).

Já no sistema intensivo, tudo é otimizado, com potencialidade de maior eficiência na produção de carne e mais tecnologia embarcada. Pode ocorrer em dois modelos, em confinamentos ou *feedlots*, com fornecimento de ração concentrada, feno ou silagem no cocho (BARCELLOS e ZAGO, 2019) e pouco deslocamento dos animais. Ou em outro *standart* de sistema produtivo intensivo, à pasto, obviamente mais dispendioso e complicado, cuja tecnologia também se encontra nos processos, que faz uso de forrageiras de alto potencial de produção (PIRES, 2010). Alguns exemplos são a Integração lavoura-pecuária e integração Lavoura-Pecuária-Floresta (VARELLA, 2016; 2019), e a diversificação, rotação, consorciação ou sucessão das atividades agrícolas e pecuárias dentro da propriedade rural de forma planejada (ALVARENGA; GONTIJO NETO; CRUZ, 2021; ANUALPEC, 2022).

**Figura 7.** Publicações sobre mudança no uso do solo do bioma Pampa e a intensificação na produção de carne bovina sustentável

- ① A agriculturização do bioma Pampa está aumentando a disputa por espaço (Barcellos et al., 2004).
- ② Houve uma diminuição significativa das pastagens naturais no bioma Pampa, com uma redução de 26% entre 1975 e 2017 (Oliveira et al., 2017). Recentemente, o Mapbiomas (2024) corroborou o avanço do uso antrópico, resultando em uma redução de 21,4% das áreas de pasto nativo entre 1985 e 2020.
- ③ Mudanças na cadeia produtiva demandam inovações devido às questões ambientais (Fernandes et al., 2019).
- ④ Existe uma demanda por integrar a produção de carne bovina, a equidade social e a conservação de ecossistemas (Freitas, Oliveira e Oliveira, 2019).
- ⑤ Avaliaram os impactos das opções de intensificação nos sistemas de produção, incluindo a diversificação pela Integração Lavoura Pecuária (ILP) ou pela especialização (Lampert et al., 2020; Mercio et al., 2021).
- ⑥ Há previsões de *inputs* sobre inovações, intensificação e certificação de origem, que vislumbram megatendências à próxima década, para a cadeia de fornecimento brasileira (Malafaia et al., 2021).
- ⑦ Foi sistematizada a sinergia entre os serviços ecossistêmicos e a produção de carne (Fernandes et al., 2021).
- ⑧ Foram desenvolvidos índices de sustentabilidade para avaliar sistemas de produção de bovinos de corte no Pampa, mediante o *Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems*/Organização Mundial das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (SAFA-ONU) (Queiroz Filho, 2022).
- ⑨ Estudos transpuseram essas megatendências para a realidade gaúcha (Batista, 2023).
- ⑩ Foram discutidos os desafios na coordenação da cadeia produtiva da carne bovina gaúcha (Wagner, 2023).

**Fonte:** Resultado de dados da pesquisa.

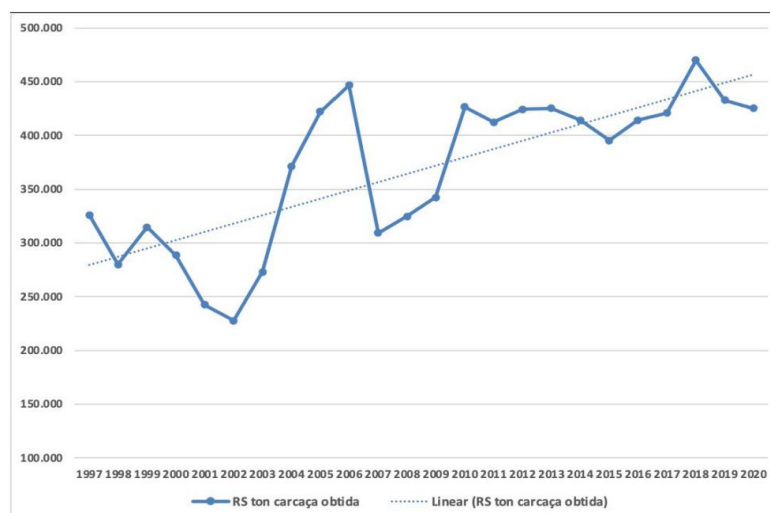
O Núcleo de Estudos em Sistemas de Produção de Bovinos de Corte e Cadeia Produtiva (NESPro) realizou pesquisas sobre a mudança no uso do solo no bioma

Pampa e a intensificação na produção de carne bovina sustentável, e algumas conclusões merecem destaque na Figura 7 anterior.

Por suas características naturais, o bioma Pampa oportuniza a bovinocultura realizada majoritariamente a pasto nativo, composto de flora perfeitamente adaptada ao desenvolvimento desta atividade econômica, em pastoreio contínuo e extensivo (RUVIARO *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2022). Apesar do potencial pecuário, e da importância econômica, a eficiência deveria ser maior (BARCELLOS *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2017), devido ao sobrepastejo, baixa produtividade e baixa renda financeira dos pecuaristas (NABINGER *et al.*, 2009). Sem investimento, o manejo sanitário e nutricional se torna precário e limitante, e os animais não conseguem expressar todo seu potencial.

Porém, no caso dos confinadores sul-brasileiros, o clima frio e úmido do inverno causa um impacto financeiro, mais dispendioso pelo gasto em galpões, pois a geada não permite que seja a céu aberto, nem tampouco nas dimensões, como no resto do país. Em contraponto, predominantemente a pasto, ao traçar um comparativo temporal, Barcellos *et al.* (2022) perceberam que em 1997 havia 13.700 milhões de cabeças de gado do estado do RS (8,64% do rebanho brasileiro; IBGE, 2017), que produziram 326 mil toneladas em carcaças bovinas. Para 2020 constataram a existência de 11.968 milhões de cabeças (5,56% do efetivo no Brasil), cujo abate rendeu 425 mil toneladas. O que impressiona é que em um período de 23 anos, houve elevação de 30% em valores absolutos (Figura 8).

**Figura 8.** Gráfico da produção de carne bovina gaúcha, em toneladas de carcaça.



**Fonte:** IBGE Sidra, Pesquisa de Pecuária Municipal (2021).

A competitividade regional da bovinocultura de corte gaúcha, talvez possa figurar exatamente na produção de carne diferenciada, pela qualificação racial, somada ao sistema de nutrição dos animais, propiciados pelo bioma Pampa. Na produção intensiva de bovinos alimentados exclusivamente à campo (BÁRBARO *et al.*, 2008), nos sistemas de *Grassfed Livestock*, da Pecuária a Pasto (FERREIRA *et al.*, 2011), ou a técnica australiana *Technograzing*<sup>®</sup> (DIAS, 2014). Ambas consistem em modernas produções intensivas, tecnológicas e eficientes de gado de corte, de alta performance, engordados somente em pastagem, soltos a campo, seja ela natural ou sobressemeada (SUÑE, 2005; JAURENA *et al.*, 2021; ABRAMOVAY *et al.*, 2023).

Mais especificamente, no que tange ao bioma Pampa e criação de gado a pasto (MODERNEI *et al.*, 2016; FREITAS *et al.*, 2019), há a alternativa de um bom manejo de pastagem (BECOÑA *et al.*, 2014; GENRO *et al.*, 2017), intensivo (MODERNEI *et al.*, 2013; DICK *et al.*, 2015) entre pasto nativo, fertilizado/adubado ou melhorado, e suas combinações (VASCONCELOS *et al.*, 2018; BERGER, 2018). Analisado quanto ao dilema inovação na produção de alimentos *versus* ecologia (CARVALHO *et al.*, 2006; DICK *et al.*, 2015), se provocam questionamentos sobre o paradoxo da viabilidade econômica e ecossistêmica da pecuária gaúcha à pasto (MALAFAIA e BARCELLOS, 2007; MIGUEL *et al.*, 2007; RUVIARO *et al.*, 2016), principalmente quanto aos Serviços Ecossistêmicos que abarca.

## **2.7. Os serviços ecossistêmicos da pecuária de corte no bioma Pampa**

A bovinocultura realizada a pasto, conforme as características botânicas de pradaria no bioma Pampa, tem o potencial de desempenhar papel fundamental de preservação. Além de ocasionar a prestação de serviços ambientais, convergentes ao bem-estar humano, direta ou indiretamente (FERNANDES *et al.*, 2022), desde que executada ecoeficientemente. As pastagens naturais preenchem funções ecossistêmicas que seriam perdidas, caso estas plantas fossem substituídas por culturas agrícolas ou vegetação arbórea (VARGAS, 2017; ABRAMOVAY *et al.*, 2023). Lutzenberger (1997), foi categórico ao destacar a preponderância da atividade pecuária na conservação do bioma Pampa. Baggio *et al.* (2021) neste mesmo entendimento, argumentam que, em ecossistemas não florestais como estepes ou savanas, a ausência de perturbação pode resultar na perda de biodiversidade, diferente das outras estratégias de conservação florestais (VARELLA, 1999). A

perspectiva holística de Alan Savory (1983) associada à pecuária regenerativa preconizada por Abramovay *et al.* (2023), reforça a ideia da sustentabilidade da bovinocultura nesse contexto.

Taube *et al.* (2014) cunhou a expressão “produtividade dos fatores ambientais”, ao considerar as pastagens como o sistema agroecológico mais importante, pelos serviços ecossistêmicos que prestam (TITTONELL *et al.*, 2020). Diante desta perspectiva, a bovinocultura de corte gaúcha, composta majoritariamente por raças taurinas, exercida no bioma Pampa, predominantemente a campo, em regime intensivo, em pastagem natural, pode vir a ser considerada sustentável. Posto que presta diversos serviços ecossistêmicos relevantes, enquanto ativo estratégico ambiental, econômico e social, todavia, para que isto efetivamente aconteça, é imperativo mitigar seus impactos ambientais, mediante intervenção humana por serviços ambientais (JARCHOW, 2023).

A agropecuária extensiva, na maioria das propriedades rurais brasileiras, tem produtividade ineficiente, pouco critério técnico, controles de sanidade e reprodução insuficientes, instalações inadequadas e manejo extrativista. Por esses fatores, pode se tornar um agente mais degradante, seja pela vulnerabilidade da baixa renda, sendo substituída por monoculturas (MODERNEI *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2017). Além disso, o pastoreio intermitente, se mal manejado, prejudica a recuperação da cobertura vegetal, ao deteriorar o solo, quando o pasto não protege contra a erosão, possibilitando o desflorestamento (GIANEZINI *et al.*, 2014), podendo transformar-se em um desserviço ecossistêmico (KAY *et al.*, 2019).

A alternativa apresentada nesta tese, frente ao contexto da vocação pastoril do bioma Pampa, foge do extrativismo, da insistência neste sistema extensivista tradicional, que não dá lucratividade suficiente, tem baixa produtividade, superlotação em momento inadequado e renda insuficiente, quando, nem cumpre com a função socioambiental da propriedade rural, porque esta exigência infere impactos ecológicos negativos, em um ciclo vicioso de degradação (TISCORNIA, JAURENA e BAETHGEN, 2019). A alternativa apontada por Tilman *et al.* (2011) lida com consequências conhecidas e controláveis, mediante a intensificação moderada sustentável, pelo incremento de rentabilidade e melhor produção pecuária, com mitigação de efeitos degradantes. Em economias subsidiadas, o pagamento por serviços ecossistêmicos enseja a manutenção das pastagens naturais propostos por



Dumont, Groot e Tichit, (2018).

Entretanto, para que dê certo, a intensificação a pasto demanda experiência, conhecimento e mão-de-obra habilitada, para a produção pecuária rentável e sustentável, em ecossistemas do bioma Pampa (JAURENA *et al.*, 2021; BLUMETTO *et al.*, 2023). Algumas destas melhorias, sequer ensejam *inputs* externos, além do manejo tradicional, ao introduzir tecnologias baseadas em processos, tais como: a) o controle de taxa de lotação, pela intensidade de pastejo, maximizando a produtividade por área (ALBICETTE *et al.*, 2017; DO CARMO *et al.*, 2019; CLARAMUNT e MEIKLE, 2020), calculada em 8% por Maraschin *et al.* (1997); b) o diferimento, uma separação fechada de determinada parcela de campo nativo, para estoque de forragem *in situ*, para uso posterior em períodos de baixa sazonal no crescimento de folhagem (ALLEN *et al.*, 2011; DERNER e AUGUSTINE, 2016; HEISSLER, 2020), ou abrandar efeitos de estiagem (SCASTA, LALMAN e HENDERSON, 2016; BERRETTA *et al.*, 2000).

Além das opções de evolução tecnológica de insumos agrícolas, de c) adubação e fertilização, posto que, comumente, o solo do bioma Pampa ampara-se na sinergia de nitrogênio (N) e Fósforo (P) (BOGGIANO, 2000; JAURENA *et al.*, 2014). O potencial de melhora na produção animal pode alcançar 200% em comparação a pastagens não fertilizadas (RODRÍGUEZ PALMA e RODRÍGUEZ, 2017). Ou de d) pastagens consorciadas, sobressemeando leguminosas ou gramíneas de inverno. Entretanto, a fertilização e sobressemeio devem ser usadas com parcimônia, porque podem implicar na biodiversidade (BOBBINK *et al.*, 2010; JAURENA *et al.*, 2016; SEIXAS *et al.*, 2019) e favorecimento da invasão de espécies exóticas (SHEN *et al.*, 2011; JAURENA *et al.*, 2016), por exemplo citado do capim-annoni. Além da e) Irrigação, pela exposição dos campos à variabilidade pluviométrica (GIMÉNES *et al.*, 2009; JAURENA *et al.*, 2014; GUTIÉRRES *et al.*, 2020), aumentando exponencialmente a capacidade de produção, contudo, exige altos investimentos iniciais e altos custos.

Obviamente, o principal serviço ecossistêmico prestado pela pecuária de corte a pasto é de provisão, ao fornecer carne bovina (SARMENTO, MACEDO e RAMBORGGER, 2018; VARGAS *et al.*, 2017; 2020), além do couro e uma gama de outros subprodutos provenientes da reciclagem animal (COUTINHO, 2019; PINTO *et al.*, 2022). Vasconcelos *et al.* (2018) associaram os atributos de três sistemas de manejo de pastagem naturais: Pastagem Nativa, Pastagem Nativa Adubada e

Pastagem Nativa Melhorada e suas combinações, para confeccionarem cenários que apontam a mitigação na emissão de GEE. Pastagens Cultivadas, também mantêm esta possibilidade, pelo encurtamento do período de engorda, além de sustentar características importantes em comparação ao confinamento: carne vermelha com maior concentração de ácido linoleico (com propriedades antioxidantes e anticatabólicas) e menos colesterol (RONDÓ JÚNIOR, 2011; LOBATO *et al.*, 2014), demandada por ser mais sustentável e considerada mais saudável (PROVENZA, KRONBERG e GREGORINI, 2019).

O RS apresenta outras vantagens em relação à qualidade associada à carne bovina, como a disponibilidade de frigoríficos habilitados para exportação (OLIVEIRA *et al.*, 2014), associações de pecuaristas, apoio científico de instituições federais como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA); universidades, o NESPro e, a cultura e tradição do modo de vida gaúcho (FARIA, 2000; BOLDRINI *et al.*, 2010; OLIVEIRA e FREITAS, 2016).

O uso adequado do solo, pelo regime de engorda de gado a pasto, pode ser realizado em quatro sistemas eficientes: por pastoreio semi-intensivo contínuo (permanência dos animais em áreas fixas, por longos períodos, com ajuste acurado da lotação durante o pastejo, a fim de que haja recuperação satisfatória das plantas, usado em grandes áreas, para determinadas categorias, com menor controle gerencial). O uso de cochos de autoconsumo de sal-proteinado, para estímulo e melhor aproveitamento do pastejo, é, inclusive, alternativa viável para aumentar a lucratividade, com pouco investimento e, sobretudo reduzir emissões de GEE (RUVIARO *et al.*, 2016; VASCONCELOS *et al.*, 2018; CUNHA *et al.*, 2023).

Por pastoreio racional (ou rotacionado), baseado no método Voisin (1973; ; MACHADO *et al.*, 2021), um sistema pecuário alternativo, de alta densidade, que promove a produtividade animal altamente sustentável e a lucratividade da fazenda, ao mesmo tempo em que tem uma pegada ambiental positiva. Sua implantação promoveu uma mudança de paradigma, ao propor a permanência dos animais, em piquetes planejados por curtos intervalos de tempo, com períodos de descanso para as forrageiras de alta produtividade, cuja rotação se dá em virtude da demanda de forragem, em equilíbrio entre o desenvolvimento da planta forrageira e a eficiência do pastejo animal, ensejando treinamento e gerenciamento da mão de obra, vistoria técnica e adubação. Maximiza o crescimento e a rebrota do pasto, seja nativo ou não,

a engorda de ruminantes, e mantém a sustentabilidade do sistema (DE PRADA *et al.*, 2021).

Por pastoreio rotatínuo entende-se o manejo baseado no comportamento animal, que busca oferecer a melhor condição de pasto, que propicie o maior consumo de forragem, no menor espaço de tempo, resultado de uma interação intensiva e contínua entre a desfolha efetuada pelo animal e o crescimento da planta (CARVALHO *et al.*, 2007; SCHONS *et al.*, 2021). Mesmo que esta intensidade no pastejo envolva pastagem de inverno, cultivada ou exótica, pode favorecer outra área de campo natural da propriedade (SCHOSSLER *et al.* 2021), pelo diferimento (interrupção estratégica do pastejo antes do final da estação chuvosa, visando ao acúmulo de forragem em determinada área) (PALLARÉS *et al.*, 2005; NABINGER *et al.*, 2011). Ou pela reposição de nutrientes pela adubação e fertilização residual, pois deixa remanescentes na terra, que facilitam o rebrote do pasto nativo, após seu período hibernar (NABINGER *et al.*, 2020), e resguarde o solo e corpos d'água, enquanto serviço ecossistêmico de regulação.

Igualmente, os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA), termo científico para a popular Integração Lavoura-Pecuária (ILP) ou Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), caracterizam um equilíbrio entre produção de alimentos e conservação ambiental (CARVALHO *et al.*, 2016; VARELLA, 2019). Lathuillière *et al.* (2017) vê eficiência neste tipo de sistema, que adiciona o uso de gado na pastagem, durante o pousio invernal, que servirá de cama, dessecada para o plantio direto, ao preservar o solo. Segundo Carvalho (2021), também prove vários outros serviços ecossistêmicos de suporte: pela manutenção da biodiversidade (berçário e refúgio) (DE GROOT *et al.*, 2010), ciclagem de nutrientes, fixação de carbono, bem-estar animal, reciclagem de resíduos sobre o solo, polinização e realocação de sementes, assim como conserva o patrimônio genético (BOLDRINI, OVERBECK e TREVISAN, 2015), diante do ciclo normal de vida (RUVIARO *et al.*, 2012; KÖHLER *et al.*, 2020; VIANA *et al.*, 2021).

Queiroz sintetizou a intensificação da produção sustentável como a busca por:

(...) estabelecer novas formas de pensar os sistemas de produção de alimentos, com a utilização de tecnologias mais adaptadas ao ambiente de produção, aliada a aptidão dos recursos naturais, e a conservação de ambientes de maior risco. (...) sistemas integrados podem permitir avanços para a intensificação sustentável, pela diversificação da produção e da

utilização de processos que geram ganhos econômicos, sociais e ambientais. (QUEIROZ, 2022)

Independentemente de intensidade do sistema de produção, a regulação dos recursos hídricos no bioma Pampa, com manejo adequado das aguadas, para a dessedentação dos animais (RONEY e WALKER, 2021), promove serviço ecossistêmico de regulação, pelo equilíbrio do ciclo hidrológico. Favorece a infiltração da chuva, aumenta o caudal das nascentes e melhora a captação de água superficial (RAN *et al.*, 2017; PRADO *et al.*, 2018). A proteção do Aquífero Guarani (o maior manancial subterrâneo de água doce do mundo) (BARROS, 2015), depende de menor emissão de poluentes ou deriva de resíduos, que não contaminem o lençol freático e a bacia hídrica subterrâneos. O plantio direto (ROMERO, 1994) também beneficia marginalmente a qualidade da água (GIL *et al.*, 2018), porque reduzindo a turbidez, pelo controle de erosão.

Na dinâmica dos GEE na atmosfera (GENRO *et al.*, 2015; JAURENA *et al.*, 2021), um dos pontos nevrálgicos críticos à pecuária, nas áreas de pastagens naturais, também há serviços ecossistêmicos de regulação (PEREIRA *et al.*, 2018). O manejo de pastagens, conforme as variáveis do dossel forrageiro (filocrono, duração de vida da folha, massa de forragem, altura) (HERINGER, e CARVALHO, 2002; BARBERO *et al.*, 2021), possibilitam minorar emissões de metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (ONGARATTO e ROMANZINI, 2020; CEZIMBRA *et al.*, 2021; CUNHA *et al.*, 2023). Ao manter o equilíbrio do sistema sequestrando Carbono (RUVIARO *et al.*, 2014; MODERNELE *et al.*, 2018) é Carbono negativo ao contribuir positivamente ao aquecimento global, inclusive pela possibilidade de se exercer a pecuária em áreas de preservação, conforme a lei ambiental (FERNANDES, 2016).

Entre os serviços ecossistêmicos culturais, a preservação das tradições gaúchas, seja mediante os rodeios (provas campeiras) ou folclóricas (danças, música e poesia), perpetuam os costumes, apoiados, inclusive, pelo turismo rural (CIPOLAT e BIDARTE, 2022), enquanto patrimônio cultural (CAPPELLI *et al.*, 2021). Este é um ponto que dá suporte à valoração do ofício exercido pela mão de obra campeira, pela lida com o gado e a equitação, exercitando competições que modelam o trabalho.

Mas é na manutenção do cenário panorâmico da paisagem rural (TITTONELL, 2021), enquanto bem imaterial, que reside interessante contribuição da pecuária em

serviços ecossistêmicos de informação, modelando o indicador europeu de biodiversidade, o *High Nature Value (HNV)*. O *HNV*, consistente em áreas agrícolas de “alto valor natural”, ao refletir preocupação com o paisagismo rural, a beleza cênica, avaliando impactos das políticas de intervenção relativas à preservação e à melhoria e extensão do agrossistema (KUN *et al.*, 2021; INSAUSTI *et al.*, 2021). Nesta conjuntura, que naturalmente envolve o ecoturismo ou turismo rural, com todos os reflexos paralelos a outras atividades econômicas correlatas (além da experiência em si, a gastronomia e o artesanato), sem esquecer a produtividade pecuária.

Um outro fator característico da pecuária realizada no bioma Pampa é uma questão intrinsecamente relacionada aos ecossistemas que o compõem, a identificação geográfica e denominação de origem em produtos pecuários (BRANDÃO *et al.*, 2012), e diversos outros projetos que valoram a prestação de serviços ecossistêmicos já implementados e em funcionamento: a “*Alianza del Pastizal*” distribuída internacionalmente com origem em todo o bioma (MALAFAIA, BARCELLOS e AZEVEDO, 2008); a “Carne Natural”, no Uruguai (MALAFAIA *et al.*, 2010a; MALAFAIA *et al.*, 2010b; INAC, 2014); a “Carne do Pampa Gaúcho da Campanha Meridional” (primeira indicação geográfica de procedência de carne no Mercosul e marca coletiva da APROPAMPA) (VITROLLES *et al.*, 2010; SELISTRE *et al.*, 2022); a “Carne Premium Gaúcha”, em construção, pela união de esforços governamentais, entidades públicas de pesquisa e de associações de criadores (DOE, 2022); como exemplos a serem citados.

Em resumo, o pecuarista gaúcho pode pleitear PSA’s ao se comprometer com práticas sustentáveis. Na categoria de Provisão, a bovinocultura de corte alimentada a pasto fornece carne bovina, um alimento rico em nutrientes essenciais para a saúde humana, além de subprodutos como o couro e resíduos reciclados (PADULA *et al.*, 2017; COUTINHO, 2019; PINTO *et al.*, 2022). Em relação aos serviços de Regulação, a atividade contribui para a fixação de carbono no solo, sendo uma forma eficaz e econômica de combater as mudanças climáticas (MANZANO *et al.*, 2023; PUCHE *et al.*, 2019). Além disso, o manejo adequado pode ajudar no controle de cheias, erosão e desastres naturais, promovendo o equilíbrio hidrológico e a infiltração pluvial (GIL *et al.*, 2018; RAN *et al.*, 2017; PRADO *et al.*, 2018). Quanto aos serviços de Suporte, a pecuária cria habitat para a biodiversidade, incluindo polinizadores como as abelhas nativas, e contribui para a regeneração da flora (ANTHONY, BENDER e HEIJDEN,

2023; WOLFF, 2020). No aspecto Cultural, as tradições históricas associadas à atividade pecuária geram turismo e preservam o patrimônio cultural e paisagístico rural (CAPPELLI *et al.*, 2021; TITTONELL, 2021; CIPOLAT e BIDARTE, 2022).

### **3. HIPÓTESE**

A atividade de bovinocultura de corte, exercida em fazendas situadas no bioma Pampa, no Rio Grande do Sul, pode tornar os pecuaristas gaúchos potenciais beneficiários de pagamentos por serviços ambientais.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo Geral**

Caracterizar os potenciais serviços ambientais prestados pela bovinocultura de corte, no bioma Pampa brasileiro, para delinear a implantação de pagamento por serviços ambientais aos pecuaristas gaúchos.

### **4.2 Objetivos Específicos**

Caracterizar os sistemas de produção de bovinos de corte em pastagem natural no bioma Pampa brasileiro.

Descrever os serviços ambientais oportunizados pelos sistemas de produção de bovinos de corte a pasto.

Identificar oportunidades e desafios à implantação das modalidades de pagamento por serviços ambientais aos pecuaristas localizados no bioma Pampa.

Cotejar à percepção dos jusagraristas quanto a valorização e a possibilidade dos serviços ambientais identificados, considerando a realidade dos sistemas produtivos dos pecuaristas gaúchos.



## **5. METODOLOGIA GERAL**

### **5.1. Introdução à metodologia proposta**

Os procedimentos metodológicos para este estudo abrangem uma abordagem científica multifacetada e interdisciplinar, envolvendo argumentação dedutiva, interpretação reflexiva, epistemológica e hermenêutica, bem como análise qualitativa obtida por meio de raciocínio lógico e pesquisa documental secundária, além de um levantamento legislativo. Foi realizada uma Revisão Bibliográfica Integrativa, interpretada à luz da Hermenêutica (SCHLEIERMACHER, 1999) e validada por meio de uma Survey (BABBIE, 2001).

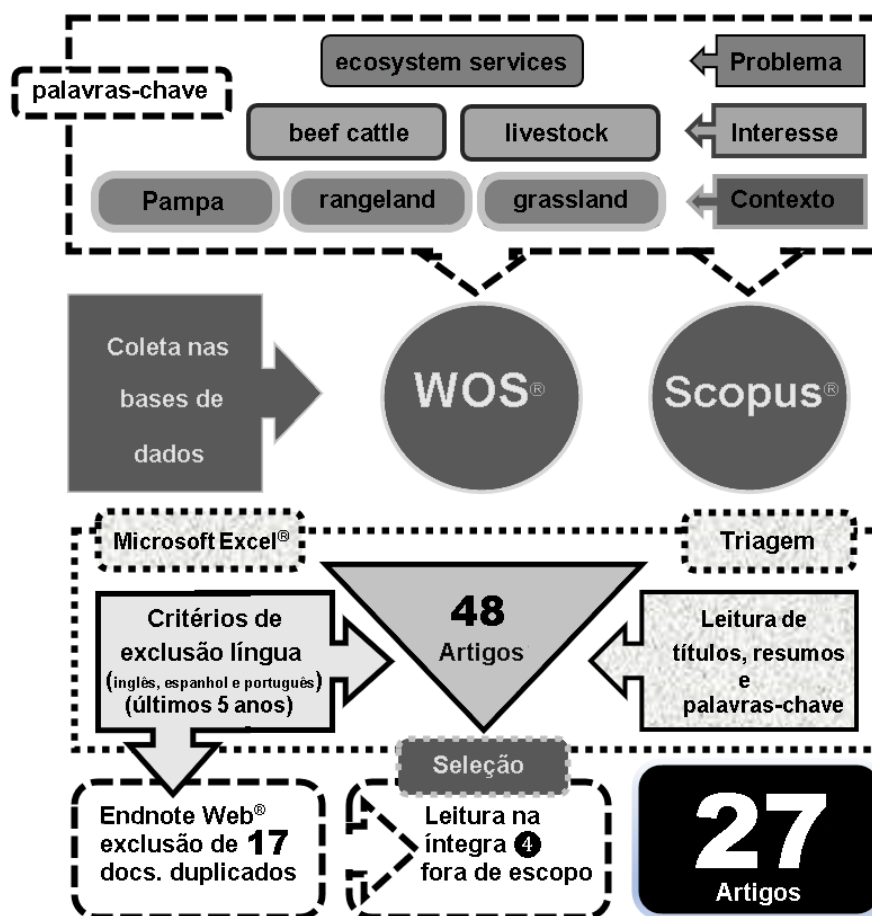
### **5.2. Revisão Bibliográfica Integrativa**

Fernandes *et al.* (2022) conduziram uma revisão sistemática sobre a sinergia entre serviços ecossistêmicos e produção de carne bovina, abordando preocupações e esforços para promover o uso racional desses recursos na pecuária. Este trabalho serviu como fonte secundária para investigar os marcos regulatórios que incentivam a adoção de práticas mais sustentáveis, com foco em PSA's.

Inicialmente, optou-se pelo método funcional de revisão bibliográfica integrativa (WHITTEMORE e KNAFL, 2005), reconhecido por seu avanço procedimental (KITCHENHAM e CHARTERS, 2007) e por sua capacidade de reprodução (ZENG *et al.*, 2017), visando uma abordagem ampla que permita uma compreensão aprofundada do fenômeno em análise. Essa metodologia visa contribuir para o desenvolvimento de uma base sólida de conhecimento, identificando lacunas que possam abrir oportunidades para pesquisas futuras (WEBSTER e WATSON, 2002). O modelo integrativo reúne diversas pesquisas publicadas anteriormente para fornecer uma compreensão organizada de um tema específico, gerando novos *insights* sobre o assunto abordado (MENDES, SILVEIRA e GALVÃO, 2008), conforme representado na Figura 9.

Elaborou-se uma pergunta central com o intuito de reunir uma ampla coleção de literatura por meio de uma abordagem qualitativa analítica (MASCARENHAS, 2012), alinhada à hipótese desta tese: "Os pecuaristas de gado de corte, principalmente os que adotam sistemas a pasto no bioma Pampa brasileiro, têm potencial para se beneficiarem de pagamentos por serviços ambientais?"

Figura 9. Esquema da revisão bibliográfica integrativa



Fonte: Resultado da pesquisa.

O protocolo de busca adotou os principais conceitos de PICo - População/Problema, Interesse e Contexto, típicos de pesquisas não clínicas. Artigos foram coletados nas bases eletrônicas multidisciplinares Scopus® e Web of Science®, com o intuito de reunir resultados de pesquisas científicas sobre o tema. Utilizaram-se termos como "ecosystem services" (serviços ecossistêmicos) para o Problema, "beef cattle" (gado de corte), "livestock" (pecuária) ao Contexto, enquanto "Pampa", "rangeland" (pastagem) e "grasslands" (pasto) para o Interesse, combinados pelo operador booleano "AND".

Após uma triagem preliminar, 48 documentos foram selecionados, e suas referências (problema e interesse) e informações gerais (autores, ano de publicação e idioma original) (MASCARENHAS, 2012) foram organizadas no Microsoft Excel®. A triagem posterior, considerando título, resumo e palavras-chave, restringiu os artigos aos idiomas inglês, espanhol e português, e ao período de cinco anos. As referências selecionadas foram exportadas para o software EndNote Web® para organização e

remoção de duplicatas, resultando em 31 artigos.

**Figura 10.** Documentos complementares selecionados na revisão integrativa.

TÍTULO	AUTOR	ANO
Land use change and ecosystem service provision in Pampas and Campos grasslands of southern South America	MODERNEL <i>et al.</i>	2018
Brazilian Critical Review to the “Guidelines for quantitative biodiversity assessments in the livestock sector”.	ROCHA, <i>et al.</i>	2018
Classification of South Brazilian grasslands: implications for conservation.	ANDRADE <i>et al.</i>	2018
Climate change and beef supply chain in Southern Brazil.	PEREIRA <i>et al.</i>	2018
Estudio de modelación de manejos alternativos en sistemas de cría vacuna de la Depresión de Laprida.	BERGER	2018
Modelling beef cattle production systems from the Pampas in Brazil to assess intensification options	LAMPERT <i>et al.</i>	2019
Agroecology in large scale farming—A research agenda.	TITTONELL <i>et al.</i>	2020
Arquitetura de touceiras de <i>Andropogon lateralis</i> sob ofertas de forragem contrastantes	HESSLER	2020
Damping and lag effects of precipitation variability across trophic levels in Uruguayan rangelands.	GUTIÉRREZ <i>et al.</i>	2020
Applying a participatory methodology to evaluate ecosystem services in the Pampa biome: lessons learned from the Tessa methodology in Uruguay.	SCHOSSLER <i>et al.</i>	2021
A sinergia entre serviços ecossistêmicos e produção de carne bovina	FERNANDES <i>et al.</i>	2021
Degraded pastures in Brazil: improving livestock production and forest restoration.	FELTRAN-BARBIERI e FÉRES	2021
Livestock grazing constraints bird abundance and species richness: a global meta-analysis.	BARZAN <i>et al.</i>	2021
Mejores prácticas ganaderas sobre campo natural.	SCHOSSLER <i>et al.</i>	2021
Native grasslands at the core: A new paradigm of intensification for the campos of Southern South America to increase economic and environmental sustainability.	JAURENA <i>et al.</i>	2021
Potencial económico de la ganadería en la regeneración de los servicios ecosistémicos en el bosque de Caldén, Argentina.	DE PRADA <i>et al.</i>	2021
Potential of grazing management to improve beef cattle production and mitigate methane emissions in native grasslands of the Pampa biome.	CEZIMBRA <i>et al.</i>	2021
Sustainability of livestock systems in the Pampa Biome of Brazil: an analysis highlighting the rangeland dilemma	VIANA <i>et al.</i>	2021
To graze or not to graze: A core question for conservation and sustainable use of grassy ecosystems in Brazil.	BAGGIO <i>et al.</i>	2021
Historical changes in the Pampas biome, land use, and climate change.	LANFRANCO <i>et al.</i>	2022
Sustainable intensification of agriculture and economy in the Pampas grasslands under climate change.	LANFRANCO <i>et al.</i>	2022
Manejo de ofertas de forragem em pastagem natural: estudo dos tipos funcionais e estabilidade de produção.	SILVA	2022
Creating resilient landscapes in an era of climate change.	JARCHOW	2023
Reconciling the design of livestock production systems and the preservation of ecosystems.	BLUMETTO <i>et al.</i>	2023
Soy advancement and adaptation strategies for beef cattle in southern Brazil.	MOREIRA	2023
Studying beef production evolution to plan for ecological intensification of grazing ecosystems.	CARAM <i>et al.</i>	2023
Sustainability attributes from the water-energy-food nexus: An application to livestock systems in the Brazilian Pampa biome.	VIANA <i>et al.</i>	2023

Fonte: Resultado da pesquisa

Destes, 4 foram excluídos por abordarem outras espécies de animais, como gado leiteiro, ovinos e equinos, ou sistemas de produção não relacionados à pecuária,

como silvicultura, fora do escopo da pesquisa, totalizando 27 artigos aprovados para análise e composição do portfólio desta revisão integrativa (Figura 10). Notavelmente, apenas um desses artigos remanesce da revisão sistemática anterior de Fernandes *et al.* (2022), destacando-se o trabalho de Modernel *et al.* (2018). Obviamente a explicação é o recorte temporal cronológico entre pesquisas.

### 5.3. Survey

Posteriormente, foi realizada a validação por meio da aplicação de um questionário direcionado a advogados especializados em Direito Agrário, selecionados com base em perfis específicos, não de forma aleatória. O questionário foi acessado voluntariamente (GÜNTHER, 2003) por meio de QRCode ou link enviado pelo Whatsapp® e estruturado no Google Forms® com 15 questões de natureza quali-quantitativa. Essas questões incluíam opções de resposta fechadas utilizando caixas de seleção de múltipla escolha ou escalas de Likert de cinco pontos, bem como questões abertas para respostas dissertativas. As perguntas foram redigidas de forma clara, simples e concisa (MARKONI E LAKATOS, 2003; ESTEBAN e FERNÁNDEZ, 2014), submetidas a um pré-teste antes de serem disponibilizadas ao público-alvo, com um tempo médio de resposta inferior a dez minutos.

Optou-se pelo método de pesquisa *survey* (BABBIE, 2001) devido à sua eficiência em termos de custo e tempo, além da capacidade de limitar a amostra da população-alvo. Considerando os 1.456.585 advogados habilitados no Brasil (OAB, 2024), distribuídos em diversas áreas do Direito, seria difícil quantificar o número exato de profissionais que atuam especificamente no direito aplicado ao agronegócio. No entanto, com base na participação no maior congresso brasileiro sobre o tema, o V Congresso Nacional de Direito Agrário, realizado de 23 a 25 de agosto de 2023 em Londrina/PR, que contou com 3.251 agraristas, em audiência híbrida, com 873 presenciais e 2.378 online (UBAU, 2023), foi possível estabelecer uma estimativa realista da amostragem.

Considerando a população de **3.251** advogados, conforme estimado com base na participação do Congresso referido como **N**, e utilizando a fórmula descrita por Tellez-Delgado *et al.* (2012), chegamos a uma amostragem adequada de **n = 100** respostas completas e não repetidas, recebidas durante o período de um mês, entre 18 de dezembro de 2023 e 18 de janeiro de 2024. A proporção de variabilidade

Figura 11. Fórmula de cálculo de amostragem

$$n = \frac{(p)(q)(N)(Z^2)}{e^2(N - 1) + Z^2(p)(q)}$$

positiva **p** foi estimada em 50% = **(0,5)**, enquanto a variabilidade negativa foi calculada como **q = 100 - p**. O erro permitido **e** foi definido em 10% **(0,01)**, e o nível de confiança **Z** foi estabelecido em 95% = **1,96**.

Para apropriada contextualização, no auditório da Federação da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul (FARSUL), em 18 de dezembro de 2023, a União Brasileira de Agraristas Universitários (UBAU) organizou um painel híbrido sobre PSA, durante o IV Simpósio Gaúcho de Direito Agrário e Agronegócio. O evento foi filmado e está disponível online na TV Agrarista da UBAU no Youtube, com **735** visualizações (UBAU, 2024). O painel contou com a participação de 90 agraristas presenciais e 95 assistentes online ao vivo.

Cinco palestras foram proferidas por especialistas: Domingos Velho (Vice-presidente da FARSUL, ex-Secretário da Agricultura do RS, agrônomo e produtor rural); Marjorie Kaufmann (Secretária do Meio Ambiente e Infraestrutura do RS, Engenheira florestal, Mestre em Ambiental e doutora em Geociências), Alessandra Lehmen (Presidente da Comissão de Direito Ambiental da OAB/RS. Advogada, Doutora em Direito Internacional pela UFRGS. Mestre em Direito Ambiental por Stanford), Antônio da Luz (graduado, mestre e doutor em Economia, Economista-Chefe do Sistema Farsul, consultor do Banco Central) e Júlio Barcellos (Médico Veterinário, com especialização em Sistemas de Produção Animal, mestrado e doutorado em Zootecnia, é pesquisador Nível 1A do CNPq., Professor Titular da UFRGS nos cursos de Zootecnia, Agronomia e Veterinária e pós-graduação em Zootecnia e Agronegócios da UFRGS. Coordenador do NESPro - Núcleo de estudos em sistemas de produção de bovinos de corte e cadeia produtiva, além de Pró-Reitor de Pós-Graduação da UFRGS e Presidente do Comitê Gestor do PRINT/UFRGS/CAPES)., Cada um abordou diferentes perspectivas sobre o PSA, incluindo a visão dos produtores rurais, a perspectiva institucional, o panorama ambiental internacional perante a legislação brasileira, a parte econômica e a ótica acadêmica, respectivamente.

## CAPÍTULO II

# **Regulatory Frameworks for Payment for Ecosystem Services to Brazilian agribusiness**

Alexandre Valente Selistre and Júlio Otávio Jardim Barcellos

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>55</b>
<b>I. AGRIBUSINESS AND ENVIRONMENTAL ISSUES .....</b>	<b>58</b>
<b>II. ECONOMIC VALUATION OF ECOSYSTEM SERVICES .....</b>	<b>64</b>
<b>III. FUNCTIONAL CLASSIFICATION OF ECOSYSTEM SERVICES .....</b>	<b>66</b>
<b>IV. REGULATORY FRAMEWORKS FOR PAYMENT FOR ENVIRONMENTAL SERVICES .....</b>	<b>67</b>
<b>V. PAYMENT FOR ENVIRONMENTAL SERVICES .....</b>	<b>69</b>
<b>CONCLUSIONS .....</b>	<b>74</b>

# Regulatory Frameworks for Payment for Ecosystem Services to Brazilian agribusiness

Alexandre Valente Selistre<sup>1</sup> and Júlio Otávio Jardim Barcellos<sup>2</sup>

## HIGHLIGHTS

- *Legal requirement of Rural Environmental Registry enables PES for Brazilian farmers*
- *PES envisages an tendency & paradigm of sustainable ecosystem protection in Brazil*
- *Rigor of Brazilian environmental law is a competitive factor in eco-efficient output*

*Ecosystem Services are the conditions, functions, and processes that sustain life on the planet, in the interaction of natural ecosystems and agrosystems, through a wide range of services provided directly or indirectly by Nature itself, regardless of human interference, composed of benefits to the human population on Earth. Until the enactment of the Brazilian Payment for Environmental Services Law, ecosystem services provided by eco-efficient agrosystems were despised by farmers in the detriment of productivity, as private Legal Reserves were seen as an inappropriate confiscation, by legal imposition, by the Forest Code, and the obligation of the Rural Environmental Registry (CAR). Remuneration for the burden of ecosystem services provided, in addition to being compensatory, has the important character of encouraging the continuation of the conservation of the Environment. The sum of these factors can qualify the country to appear, not only as of the “breadbasket of the world”, without having to renounce environmental protection. Despite being a developing country, Brazilian agribusiness is expanding and gradually stands out as one of the main global players, producers, and exporters. Due to the novelty of the subject, for Brazilian legal parameters, few works of a legal nature have been published specifically on the subject, with the need for an interdisciplinary search, using an exploratory literature review, using a deductive approach. For the legislative analysis, the hermeneutic method was sought, by interpretative evaluation, in comparison with consecrated doctrinal works. The results were presented in text form.*

*Keywords: ecosystem services, payment for environmental services, private legal reserve, Brazilian Forest Code, agribusiness.*

## INTRODUCTION

The subject of this article is the definitions of Brazilian regulatory frameworks for payment for environmental services, to be paid to agribusiness, for providing ecosystem services. It is justified by its relevance to Brazilian legal parameters, since, until the enactment of the Payments for Environmental Services Law,<sup>3</sup> the legal relationship between investors and rural producers was not legally formalized. Despite its valorization,<sup>4,5</sup> including the identification of indicators and parameters,<sup>6</sup> regarding forms of payment for environmental services,

<sup>1</sup> Lawyer, Master and Doctoral Student in Agribusiness at the Federal University of Rio Grande do Sul.

<sup>2</sup> DVM, Ph.D., Department of Animal Production and Department of Agribusiness Federal University of Rio Grande of Sul.

<sup>3</sup> BRAZIL. Federal Law No. 14,119/21, Ja.13.2021, D.O.U. (Braz.)

<sup>4</sup> COSTANZA, *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260. 1997.

<sup>5</sup> MARQUES, M.I.M. Environmental financing, climate change and agribusiness in Brazil. In: MIOLA, I.Z. *et al.*; (ed.). *Green finance in Brazil: multidisciplinary perspectives on financing the green transition*. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2022.

<sup>6</sup> MODERNEI, *et al.* (2018) Identification of beef production farms in the Pampas and Campos area that stand out in economic and environmental performance. *Ecological Indicators*, v. 89.



as an efficient environmental management strategy<sup>7</sup>, the topic remains little explored, especially with regard to its application from the perspective of Brazilian rural producers.

Furthermore, the discussion of the topic contributes to the scientific literature, precisely because of the multidisciplinary approach that agribusiness science demands<sup>8</sup>, by adding a legal perspective and a hermeneutic interpretation to the practical analysis. There is also a significant problem of information asymmetry, which generalizes and increases the impact generated by purposeful misinformation<sup>9</sup>, which accuses Brazilian agribusiness of neglecting the Environment, boasted by reports of illegal deforestation of the Amazon Forest and the emission of greenhouse gases (GHG), according to parameters of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Livestock Long Shadow report (FAO, 2006)<sup>10</sup>. However, this is not the reality, and this paper aims to scientifically clarify this issue.

The ecological urgency of this study is also based on the awareness of the risk of ecological imbalance and the danger of extinction of species of various animals and plants, harming biodiversity. The loss of these species decreases the ability of flora to regenerate, as does the alarming decline of pollinators, mainly native bees, in out-migration due to monocultures and intoxication<sup>11</sup>. Remunerating producers for habitat conservation can be an alternative, since agricultural activity, when well-managed, can have little impact on local species.

This theme has the potential to improve the Brazilian agribusiness, by providing resources for farmers, regardless of size, leveraging modernization and the use of low-cost technologies, increasing family income, and avoiding field evasion<sup>12,13</sup>. Eventually, it enables the sustainable investment of the private sector in environmental issues, which are in vogue and contribute to the visualization of the company's

<sup>7</sup> OLIVEIRA, M.M. and NOGUEIRA, C.M. (2022) Payments for Environmental Services: a conceptual, regulatory approach and the limits of its expansion in Brazil, *Extension Rural*, 28(3).

<sup>8</sup> ISYANTO, A. Y. (2023). Science, technology, engineering, agriculture, mathematics, and health in agribusiness curriculum.

<sup>9</sup> REINS, L. (Ed.). (2019). *Regulating new technologies in uncertain times*. TMC Asser Press.

<sup>10</sup> FAO. (2006) *Livestock's long shadow: environmental issues and options*, Rome.

<sup>11</sup> WOLFF, L.F. (2020) Bees and pollination: loss of biodiversity in the Pampa Biome. In: *Proceedings of the 1st Congress on the Pampa Biome: Bringing together knowledge, 2020*, Pelotas, RS, Orgs. Teixeira Filho, A. and Winckler, L.T. - Pellets: Edit. UFPel.

<sup>12</sup> NABINGER, *et al.* (2011) Ecosystem services of natural grasslands: is it possible to improve them with more productivity? *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*

<sup>13</sup> CAMARANO, A.A. and ABRAMOVAY, R. (1999) Rural exodus, aging and masculinization in Brazil: overview of the last 50 years.

values. Above all, for the opportunity to affect the preservation of ecosystem services for the entire productive sector and the entire community, allowing to encourage and reallocate income for high-yield investments.

With the enactment of the Federal Constitution<sup>14</sup>, commonly referred to as the Green Charter, a heightened emphasis on environmental concerns has emerged, accompanied by the Forest Code<sup>15</sup> and the Law on Payments for Environmental Services (PES)<sup>3</sup>. However, a distinctive feature of Brazilian environmental legislation lies in its delineation of Environmental Services, diverging from the globally accepted concept of Ecosystem Services. This necessitates a clear distinction between the two. The significance of this differentiation in terminology is underscored by the Law on PES, thus emphasizing its importance.<sup>16</sup>

Ecosystem Services encompass the conditions, functions, and processes vital for sustaining life on Earth within natural ecosystems and their biodiversity. These services, provided directly or indirectly by nature, benefit humanity irrespective of anthropic interference. On the other hand, Environmental Services are outcomes resulting from deliberate human actions, interventions, or inactions aimed at managing, conserving, or regenerating ecological processes in natural systems. This distinction, outlined by Muradian *et al.* (2010)<sup>17</sup> and Ferraz *et al.* (2019)<sup>18</sup>, emphasizes that Environmental Services contribute to maintaining, restoring, or enhancing ecosystem conditions and dynamics.

In essence, the primary disparity lies in ecosystem services delivering direct and indirect societal benefits derived from ecosystems functioning harmoniously, independent of human intervention. In agroecosystems, the absence of intervention results in ecosystem services, while deliberate human actions constitute environmental services. Consequently, the fundamental inquiry motivating this

<sup>14</sup> BRAZIL. Constitution of the Federative Republic of Brazil, Oct.05.1988, D.O.U. (Braz.).

<sup>15</sup> BRAZIL. Federal Law No. 12.,651/12, Ja.13.2021, D.O.U. (Braz.)

<sup>16</sup> PRADO R.B. (2014) Ecosystem and environmental services in agriculture. In: PALHARES, J.C.P.; GEBLER, L. (Ed.) Environmental management in agriculture. Brasília, DF: Embrapa, v. 2.

<sup>17</sup> MURADIAN, R. *et al.* (2010) Reconciling Theory and practice: an alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. Ecological economics vol. 69.

<sup>18</sup> FERRAZ, R.P.D. *et al.* (2019) Reference framework in ecosystem services. Brasília, DF: Embrapa.

research is twofold: Is the Brazilian legal framework effective in compensating agribusiness for the environmental services they provide, and can this model be replicated globally?

## **I. AGRIBUSINESS AND ENVIRONMENTAL ISSUES**

Currently, there is a mounting concern surrounding sustainability within production activities, particularly in agribusiness, as various aspects are identified globally that potentially contribute to environmental harm. This apprehension arises considering the imperative for food security, stemming from population growth—a phenomenon debated since the Malthusian Theory<sup>19</sup> and later countered by Boserup<sup>20</sup>. Agribusiness, as advocated by Harvard researchers Davis and Goldberg<sup>21</sup> and epitomized by agronomist Borlaug's Green Revolution<sup>22</sup>, has emerged as an entrepreneurial response to this concern. However, against the backdrop of international projections indicating a need for a 20% increase in food production by 2030 to accommodate a growing population of over 2.3 billion people, environmental apprehensions are heightened<sup>23</sup>.

Despite being categorized as a developing nation, Brazil's agribusiness sector is rapidly expanding and gaining prominence as a major global player. It is recognized as one of the key contributors tasked with increasing food production by 41% by 2028<sup>24</sup>. It's crucial to acknowledge that Brazil also needs to ensure food security for its own population, with any surplus being directed towards domestic consumption. A country's export capacity is inherently linked to its strengths, exporting what it excels in beyond its domestic needs, aligning with the export agenda of its economy.

The technological advancement of a nation can be indirectly gauged by the complexity of its exported goods, a concept elucidated by

<sup>19</sup> MALTHUS, T.R. (1798) *An Essay on the Principle of Population*. United Kingdom: Oxford University Press.

<sup>20</sup> BOSERUP, E. (1965) *The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change Under Population Pressure*. London: George Allen & Unwin Ltd.

<sup>21</sup> DAVIS, J.H.; GOLDBERG, R.A. (1957) *A concept of agribusiness*. Division of research. Graduate School of Business Administration. Boston: Harvard University.

<sup>22</sup> HURT, R.D. (2020) *The Green Revolution in the Global South: Science, Politics and Unintended Consequences*. Tuscaloosa: University of Alabama Press.

<sup>23</sup> OECD/FAO. (2021) *Agricultural Outlook 2021-2030*, Paris: OECD Publishing.

<sup>24</sup> USDA. (2019) *USDA Agricultural Projections to 2028*. Office of the Chief Economist, World Agricultural Outlook Board, U.S. Department of Agriculture. Prepared by the Interagency Agricultural Projections Committee. Long-term Projections Report OCE-2019-1.

Hausmann and Hidalgo through a straightforward methodology<sup>25</sup>.

However, despite this theoretical framework and potential for added value, Brazil predominantly exports commodities, diverging from the notion of leveraging technological sophistication in its exports.

Conversely, despite the stagnation of the industrial sector concerning its contribution to the national Gross Domestic Product (GDP), Brazilian agribusiness boasts a significant advantage in its vast territorial expanse. Encompassing an area of 8,516,000 km<sup>2</sup>, with an arable land area equivalent to 152.5 million hectares or 17.9% of the total, its extensive land resources provide a substantial foundation for agricultural activities<sup>26</sup>.

In the Atlas of Economic Complexity comparison<sup>27</sup>, several factors emerge that favor, enhance, and set Brazil apart competitively from other countries with similar potential for agricultural production and exportation. Former Minister of Agriculture Mano Filho conducted a comparative analysis of water availability and insolation across countries meeting three criteria: a territorial area exceeding 5 million square kilometers, a population surpassing 150 million, and a GDP exceeding 1 trillion dollars. Data from Index Mundi, World Bank, and IMF<sup>28</sup> were utilized for this comparison. His findings revealed notable distinctions among countries.

For instance, while Australia possesses vast territory and favorable solar irradiation, it falls short in terms of GDP, and its labor force is deemed inadequate and costly, possibly due to its continentality. Canada exhibits a proportional GDP relative to its size; however, its aging population and declining birth rates result in a diminishing manpower, necessitating the employment of immigrants, which in turn may lead to deskills the workforce. Japan, despite innovative land utilization practices integrating both plantations and livestock,

<sup>25</sup> HAUSMANN, R. *et al.* (2013) *The Atlas of economic complexity: mapping paths to prosperity*. Massachusetts: Institute of Technology and Center for International Development, Cambridge: Harvard University.

<sup>26</sup> IBGE - Brazilian Institute of Geography and Statistics. (2019) *Biomes and coastal-marine system of Brazil: compatible with the 1:250,000 scale*. Coordination of Natural Resources and Environmental Studies. - Rio de Janeiro: IBGE. 2019.

<sup>27</sup> *The Atlas of Economic Complexity* (harvard.edu)

<sup>28</sup> MANO FILHO, former Minister of Agriculture and Agrarian Reform in a lecture at the III National Congress of Agrarian Law on August 22 and 23, at Universidade Presbiteriana Mackenzie, in São Paulo. 2019.

grapples with limited territory exacerbated by demographic pressures, akin to Indonesia. Mexico, despite boasting a large active population and a commendable GDP, is not among the top-ranking countries due to its limited arable land resources.

Among the five countries considered most suitable for agricultural production and exports, meeting the criteria of extension of arable territory, population size and GDP, are the United States of America (USA), Russia, China, India and, notably, Brazil. Despite their favorable conditions, each nation faces unique challenges that hinder agricultural production in agribusiness. Harsh snowy winters limit planting windows and necessitate alternative pasture conservation methods in Russia, the USA, and Canada, being the country most inclined to enter this golden circle of agribusiness, when it adjusts its immigration policy.

China and India, for instance, contend with severe droughts bordering on desertification, exacerbating water stress issues. Similarly, Australia and Mexico face water scarcity challenges. The USA is anticipated to experience water stress in the near future, as water sources are being degraded by various types of pollution, becoming unusable or drying up<sup>29</sup>.

Despite their vast territories and GDPs, China and India also struggle to adequately feed their burgeoning populations. Common challenges across all mentioned countries include lack of specialization and high labor costs, which escalate as expenses rise proportionately. Additionally, Russia's involvement in the Ukrainian War further complicates its agricultural landscape, at least now.

Without resorting to vainglory, Brazil boasts an extensive land area coupled with productive capacity, enriched with fertile and favorable soil conformation. Additionally, Brazil is blessed with two remarkable aquifers—the Guarani and the Alter do Chão—and is endowed with the hydrographic basins of the Amazon, São Francisco, and Prata rivers, forming an impressive fluvial network<sup>30</sup>. Moreover, its climatic conditions, particularly in terms of rainfall, are unparalleled within the

<sup>29</sup> DU PLESSIS, A., & DU PLESSIS, A. (2019). Current and future water scarcity and stress. Water as an inescapable risk: current global water availability, quality and risks with a specific focus on South Africa.

<sup>30</sup> BARROS, W.P. (2015) *The Legal Dimensions of Water*. Porto Alegre, Livraria do Advogado.

30° parallels, offering immense productive potential<sup>31</sup>. Despite these advantages and the optimistic outlook, Brazil has faced significant challenges and substantial obstacles on the global stage. Challenges include logistical operations, which significantly increase production costs due to inadequate infrastructure, as well as problems with land regularization, corruption and legal uncertainty.

Notwithstanding Brazil's reputation for environmental issues, a comparative analysis reveals surprising figures showcasing its environmental conservation efforts alongside similar large nations. In China, 17.7% of its land is cultivated, with 14.3% designated as public environmental protection areas. In the US, agriculture occupies 74.3% of its territory, while environmental protection reserves cover 19.9%. Russia and India preserve 9.9% and 5.3% of their respective territories for environmental conservation.<sup>32,33</sup>

In contrast, Brazil dedicates only 7.6% of its extensive arable land to agriculture, while reserving 29.8% for public reserves. This is primarily enforced through environmental legislation like the Forest Code<sup>6</sup>, which mandates that rural properties allocate at least 20% of it for conservation, reaching up to 80% in the Amazon biome. Consequently, Brazil preserves 66.3% of its own territory, equivalent to 6,317,584,77km<sup>2</sup>, with native vegetation coverage<sup>34</sup>, surpassing the total land area of the 28 countries in European Union. And comparatively, the extent of preserved Brazilian native vegetation is equivalent to the sum of the area of the states of: Alaska, Washington, Oregon, California, Idaho, Nevada, Montana, Wyoming, Utah, Arizona, Colorado, New Mexico, South Dakota, Nebraska, Kansas, Oklahoma, Texas and Rhode Island. While private reserves in other countries mentioned have a minimal additional impact.

Nevertheless, to enhance productivity, agriculture must not overlook environmental concerns and must adopt measures to address them. This proposition gains significance amidst the increasing global

<sup>31</sup> EMBRAPA. (2018) Summary of Land Occupation and Use in Brazil.

<sup>32</sup> CIA World Factbook (2013) Available at: <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2147rank.html>> Access at jan. 2024.

<sup>33</sup> IUCN and UNEP-WCMC (2014) The World Database on Protected Areas (WDPA), Cambridge, UK: UNEP-WCMC. Available at: [www.protectedplanet.net](http://www.protectedplanet.net).

<sup>34</sup> BRASIL (2014) SFB-SICAR, EMBRAPA, IBGE, MMA, FUNAI, DNIT, ANA, MPONG; USDA, Economic Research Services using data for the major land using data.

focus on sustainability. The considerable strength of Brazilian agribusiness in achieving desired social and economic growth risks<sup>35, 36</sup> losing its purpose if it fails to be ecologically sustainable<sup>37</sup>. Such sustainability aligns with a holistic conception<sup>38</sup> embedded in the 1988 Federal Constitution<sup>39</sup>.

Before the enactment of the Payment for Environmental Services Law<sup>6</sup>, farmers often disregarded ecosystem services offered by eco-efficient agrosystems<sup>40</sup>, viewing private Legal Reserves as an unjust imposition by the Forest Code<sup>15</sup> and the Rural Environmental Registry (CAR), a national electronic public record, a mandatory self-declaration on rural producers on the agrarian properties they own, which hinder productivity.

There was a legislative gap, as the National Environmental Policy Law,<sup>41</sup> which regulated command and control instruments, and gave the State the power to regulate and monitor the limits of productive activities in the National territory. The New Forest Code<sup>15</sup>, rooted in the principle of Sustainable Development, introduced the Rural Environmental Registry (CAR) as a means of environmental protection and regularization of rural properties. Despite its importance in environmental monitoring and management, CAR has faced criticism and legal suspensions, challenging its effective implementation.

Through CAR, rural producers submit self-declarations in the national electronic public registry, delimiting Environmental Protection Areas (APA's), Permanent Preservation Areas (APP's), establishing Legal Reserves (LR's) and Consolidated Rural Areas (CRA's). APA's cover APP's, established because they are certain natural areas, protected mainly due to their ability to preserve regional ecosystems. For the conservation of biodiversity (fauna and flora), protection of water resources, soil stabilization, and the landscape,

<sup>35</sup> OLIVEIRA, C.B, BORTOLINI, E.C. e BARCELLOS, J.O.J. (2008) Differentiation by quality of beef: the perspective of animal welfare. *Rural Science*, Santa Maria, v.38, n.7.

<sup>36</sup> OLIVEIRA, *et al.* (2017.) Agricultural land use change in the Brazilian Pampa Biome: the reduction of natural grasslands. *Land Use Policy* 63.

<sup>37</sup> ROMEIRO, A.R.O (2014) Will Agribusiness be Ecological? In: BUAINAIN, A. M. *et al.* The rural world of Brazil in the 21st century: formation of a new agrarian pattern. Brasília: EMBRAPA.

<sup>38</sup> SAVORY, A. (1983) The Savory grazing method or holistic resource management. *Rangelands*.

<sup>39</sup> BRAZIL. Federal Constitution. (1988) Art 225. "Everyone has the right to an ecologically balanced environment, a good for common use by the people and essential to a healthy quality of life, imposing on the Public Power and the community the duty to defend and preserve it for present and future generations." (Braz.).

<sup>40</sup> HART, R.D. (1980) *Agroecosystems: basic concepts*. Turrialba: CATIE.

<sup>41</sup> BRAZIL. Federal Law n° 6.938/81, D.O.U. (Braz.) 1981.

commonly composed, in the case of each type of biome, of riparian forests, *restingas*, mangroves and banks of water bodies, or steep tops and slopes (45° slope), in the wake of former Conservation Units (UC's), registered in the property registry office.

Simultaneously, Legal Reserves (RL's), essentially private reserves, consist of selected portions of rural properties containing native vegetation, aimed at establishing ecological corridors and preserving the original ecosystems. Brazil comprises six biomes, each harboring diverse ecosystems and habitats for various flora and fauna species. The RL represents a constraint on unrestricted utilization, aligning with legal safeguards and environmental permits for the preservation of natural vegetation.

There is a mapping of the Legal Amazon, an area that corresponds to the Amazon basin, established by law<sup>42</sup>, which covers the forest of the Amazon biome and part of the Cerrado savanna, whose RL's are delimited at 80% and 35%, respectively<sup>15</sup>. For the Cerrado biome, there is a distinction, because if located outside the Legal Amazon, its RL will be proportional to the same 20% of the remaining biomes: Caatinga, Atlantic Forest, Pampa, and Pantanal, restricted in the extent of each private property, something rare to be admitted in the rest of the capitalist and democratic world.

Put differently, suppose a farmer purchases 100 hectares of land in the Pampa biome (with a 20% RL requirement), he would only be able to economically exploit the remaining 80 hectares. Whereas, if this farmer acquires another 100-hectare property in the Amazon (with an 80% RL requirement), he will only have unrestricted access to 20 hectares, subject to legal penalties. To sustain his ownership rights over the land, he will have to prove sufficient productivity within this 20%, facing the risk of expropriation for Agrarian Reform if unable to fulfill the property's social function.

Consolidated Rural Areas (ARC's) are considered, such as constructions, plantations and legal deforestation, in areas of agricultural properties where the land has been modified by anthropization, human action, as long as they pre-existed on July

<sup>42</sup> BRAZIL, Federal Law No. 1.806/53, of January 06, 1953., D.O.U. (Braz.)



22,2008, according to the legal deadline, if otherwise, they will be subject to the regulatory adequacy of the Environmental Crimes Law.<sup>43</sup>

Glavič and Lukman define eco-efficiency by the delivery of food, goods, or services at competitive prices that satisfy the population's needs and bring a quality of life, while simultaneously and progressively reducing ecological impacts.<sup>44</sup> Maximizing agronomic production and soil management has to be done according to the life cycle,<sup>45,46</sup> at a level of the estimated carrying capacity of the land,<sup>47</sup> without depleting natural resources, that are determined by the type of ecosystems in which they are developed.

Hart's agroecosystems,<sup>40</sup> are management practices in the agricultural system, can generate virtuous circles, which effectively favor environmental balance. In no-till farming, there is a reduction in the use of insecticides and fungicides; increase in crop productivity, due to the efficient use of fertilizers; greater availability of water in the soil, due to greater infiltration of rainwater; and the reduction of erosion, benefit granted by the straw deposit. In livestock, as a unit of productive integration,<sup>48</sup> also incorporates the possibility of providing ecosystem services, for human benefit.<sup>49</sup> The ability of natural grasslands to provide ecosystem services through beef farming also draws attention, as the animals are fed predominantly on pasture, without the need for supplementation, feed, or confinement. Ecosystem functions range from providing food to ruminants and storing carbon in the soil, to providing biodiversity habitats, stabilizing the ecosystem.

## II. ECONOMIC VALUATION OF ECOSYSTEM SERVICES

The protection of Ecosystem Services is an exciting topic globally, as

<sup>43</sup> BRAZIL, Federal Law No. 9.605/98, of February 12, 1998., D.O.U. (Braz.)

<sup>44</sup> GLAVIČ AND LUKMAN (2007) Review of sustainability terms and their definitions. *Journal of Cleaner Production* 15.

<sup>45</sup> RUVIARO *et al.* (2012), Life cycle assessment in Brazilian agriculture facing worldwide trends. *Journal of Cleaner Production*, v. 28.

<sup>46</sup> CARDUCCI, *et al.* (2023). Life cycle analysis and carbon balance in coffee production systems in Cerrado Mineiro, Brazil. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar.

<sup>47</sup> LAL, R. (2010) Enhancing Eco-efficiency in Agro-ecosystems through Soil Carbon Sequestration. *Crop Science* 50.2.

<sup>48</sup> PAUDEL *et al.*, A framework for sustainable management of ecosystem services and disservices in perennial grassland agroecosystems. *ECOSPHERE*, Vol. 12, Ed. 11. 2021.

<sup>49</sup> HUETING *et al.*, The concept of environmental function and its valuation. *Ecological Economics* 25. 1998.

the sustainable use of natural resources is in debate,<sup>50</sup> which involves agribusiness, in mitigating potential environmental damage.<sup>51</sup> Despite the importance of valuing ecosystem services, this process is complex,<sup>52</sup> as it faces the challenge of going beyond the ecological dimension of natural capital, without conflicting with social interests,<sup>53</sup> as well as the understanding that a farm is an economic-productive unit, and not a mere conservation unit, as detailed below.<sup>54, 55</sup>

Scaling the value of an ecosystem service is complicated, given the different aspects raised<sup>56</sup>, because it goes beyond of valuation (increase in preexisting value, increase in price) since valuation is appreciating or assigning an abstract value, by giving recognition of the importance of something. But, as ecosystem services are measured, they can be monitored to better support sustainability planning and management; biodiversity conservation; information and identification of land use, when suggesting public policies to assess human well-being.

In essence, the valuation of ecosystem services allows different ecosystems to be compared in decision-making and trade-offs, when they involve compensation without presupposing a mandatory payment policy. It has the merit of connecting beneficiaries to the maintainers of these services through voluntary transactions,<sup>57</sup> therefore, in parallel, it also recognizes rural landowners, who provide ecosystem services by maintaining natural capital,<sup>4</sup> with sustainable land use and good management practices.

To compare the value of something, the measure lacks an expression, mainly recognized in monetary units, although there are

<sup>50</sup> REPAR *et al.*, Implementing farm-level environmental sustainability in environmental performance indicators: a combined globallocal approach. *Journal of Cleaner Production*, v. 140. 2017.

<sup>51</sup> ROCHE *et al.*, Rangeland Ecosystem Service Markets: Panacea or Wicked Problem? *FRONTIERS IN SUSTAINABLE FOOD SYSTEMS*, Vol. 5. 2021.

<sup>52</sup> ZHAO, Y., LIU, Z. e WU, J. Grassland ecosystem services: a systematic review of research advances and future directions. *Landsc. Ecol.* 2020.

<sup>53</sup> COLLARES; B.B.; FONTOURA JÚNIOR; J.A.S. DA; RIBEIRO; C.M.; NABINGER; C.; LAMPERT; V.DO. N. Comparative analysis of profit and risk of agricultural systems in the Rio Grande do Sul campaign. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6. 2020.

<sup>54</sup> GONÇALVES, A.I.Q.; CERESÉR, C.P. Environmental Function of Rural Property and Agrarian Contracts. São Paulo: Liv. e Ed. Universitária de Direito. 2013.

<sup>55</sup> ALBUQUERQUE, R. D. e GOMEZ, J.R.M. THE RURAL ENVIRONMENTAL REGISTRY (CAR): AGRO-STRATEGIES AND COMMODIFICATION OF NATURE THROUGH THE NEW FOREST CODE. *REVISTA PEGADA*, Vol. 21. 2020.

<sup>56</sup> DE GROOT, *et al.* A short history of the ecosystem services concept. In: BURKHARD, B.; MAES, J. (Ed.). *Mapping ecosystem services*. Sofia: Pensoft Publishers, cap. 2.1, p. 31-34. 2017.

<sup>57</sup> VAN BERKEL; VERBURG, P. Spatial quantification and valuation of cultural ecosystem services in an agricultural landscape. *Ecological Indicators*. 37. 163-174. 2014.

other possible elements: such as time, land-use area, or even energy.<sup>58</sup>

Among Georgescu-Roegen's contributions, the Entropy Law<sup>59</sup> was the most controversial, as it broke with the vision of a closed and circular system, peripheral and isolated from nature, dominant in the economy at the time. When entering into the questions about energy reductionism (conversion of useful energy into useless energy and its waste), when the primary sector transforms quality natural resources (of value/low entropy), into products sought by society, there are remnants, which do not enter back into the system (no value/high entropy). The environmental impacts in a conventional production system cannot disregard thermodynamics and bioeconomy.<sup>60</sup>

The total economic valuation of the world's ecosystems has been estimated at trillions of dollars by Costanza *et al.*,<sup>4</sup> which has received harsh criticism from economists for its simplistic approach.<sup>61</sup> Even so, it was the paradigm of awareness on the valuation of ecosystems. Economic valuation enables market instruments for decision-makers, in addition to the political sphere, to encourage the conservation of ecosystem services.<sup>62</sup> To the ecological economy, does not imply privatization or commoditization of nature's processes, as common public goods,<sup>63, 64</sup> nor disregard for social aspects in valuation.

### III. FUNCTIONAL CLASSIFICATION OF ECOSYSTEM SERVICES

The classification of ecosystem services is commonly based on four functions: Provision, Support, Regulation, and Cultural from the Millennium Ecosystem Assessment,<sup>65</sup> and internationally standardized by the Common International Classification of Ecosystem

<sup>58</sup> KUBISZEWSKI, I.; COSTANZA, R.; ANDERSON, S.; SUTTON, P. The future value of ecosystem services: global scenarios and national implications. *Ecosystem Services*, v. 26, part A, p. 289-301, Aug. 2017.

<sup>59</sup> GEORGESCU-ROEGEN, N. *The entropy law and the economic process*. Cambridge: Harvard Univ. Press, 1971.

<sup>60</sup> LUCIA, U.; GRISOLIA, G. Irreversible Thermodynamics and Bioeconomy: Toward a Human-Oriented Sustainability. *FRONTIERS IN PHYSICS*, Vol. 9, 2021.

<sup>61</sup> ARROW, *et al.* Economic growth, carrying capacity, and the environment'. *Science*, v. 268, p.520- 521, 1995.

<sup>62</sup> HEYDINGER, J.M. Reinforcing the ecosystem service perspective. *Ecosystems*, v. 19, n. 4. 2016.

<sup>63</sup> GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; DE GROOT, R.; LOMAS, P. L.; MONTES, C. The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics*, v. 69, n. 6. 2010.

<sup>64</sup> FERRAZ, R.P.D.; PRADO, R.B.; PARRON, L.M.; CAMPANHA, M.M. Reference framework in ecosystem services. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

<sup>65</sup> ALCAMO *et al.* Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, Island Press. 2005.

Services (CICES V5 .1).<sup>66</sup> Provision, Supply, or Production ecosystem services comprise goods extracted from the environment, for consumption or commercialization (water, wood, firewood, food, fibers, and extracts, for example). The Supports are those that maintain the perenniality of life, through the cycling of nutrients, decomposition of residues and pollination, added to the attributions of nursery and refuge, in the maintenance of biodiversity and genetic heritage, called Habitat by De Groot *et al.*<sup>67</sup>

At the same time, the Regulation Services are those that maintain the stability of ecosystem processes, such as carbon sequestration, air purification, climate regulation, pests and diseases, maintenance of the hydrological cycle balance, minimization of floods and droughts and control of critical processes of erosion and landslides. Cultural ecosystem services, or Information ones, are intangible benefits of recreation, tourism, cultural identity, spiritual and aesthetic experiences, intellectual development, among others. Costanza *et al.* and Fisher *et al.* also proposed alternative ways of classifying ecosystem services, based on exclusivity and rivalry (access to benefits);<sup>68</sup> or in their spatial characteristics (which depend on the location: global or local and; flow: from upstream to downstream),<sup>69</sup> however, they do not have the same scope.

#### **IV. REGULATORY FRAMEWORKS FOR PAYMENT FOR ENVIRONMENTAL SERVICES**

The Federal Constitution of 1988,<sup>15</sup> precisely because of the envisaged environmental scope, since its enactment, required several regulations to implement the preservationist intentions of the Constituent Assembly. This is because Brazil is a signatory to several international environmental treaties: the International Whaling Convention, signed in Washington in 1946, approved by Decree n°

<sup>66</sup> HAINES-YOUNG, R. e M.B. POTSCHEIN Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. 2018.

<sup>67</sup> DE GROOT, *et al.* Designing a hedgerow network in a multifunctional agricultural landscape: Balancing trade-offs among ecological quality, landscape character and implementation costs. *Eur. J. Agron.* 32, 112–119. 2010.

<sup>68</sup> COSTANZA, *et al.* Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, v. 28, pt. A, p. 1-16, Dec. 2017.

<sup>69</sup> FISHER, *et al.* Defining and classifying ecosystem services for decision making *Ecological Economics*. p.43 – 653, 2009.

28.524/1950;<sup>70</sup> the Washington Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna, of 1975, implemented by Decree No. 3,607/2000 and Normative Instruction No. 08/2022 of IBAMA;<sup>71,72</sup> the 1979 Bonn Convention on migratory species of wild animals, confirmed by Decree No. 9080/2017.<sup>73</sup>

In addition to the Convention on Climate Change (Eco92), hosted by Decree No. 2652/1998;<sup>74</sup> of the Kyoto Protocol, in 1997, by Decree No. 5,445/2005;<sup>75</sup> the implementation of Agenda 21, in 2002, in Johannesburg; the Paris agreement negotiated in 2015, during COP21; of the United Nations Conference on Climate Change (COP26) of 2021 and, therefore, cannot refrain from presenting viable alternatives to continue producing, in a sustainable way.<sup>76</sup> Especially given the 17 Sustainable Development Goals, in the United Nations 2030 Agenda (UN, 2015),<sup>77</sup> which gives rise to the perspective of conservationist increment, given the natural vocation of Brazilian agriculture.<sup>78</sup> However, remunerating farmers for providing ecosystem services not only compensates them but also incentivizes continued environmental conservation efforts. This combination of factors can position the country not only as the dreamed "breadbasket of the world" but also as a champion of environmental protection, without sacrificing productivity.

The irregularity in the CAR prevents the Environmental Regularization Program (PRA), which adjusts the environmental liabilities of farmers who illegally deforested and avoids sanctions ranging from exclusion from Agricultural Credit or private financing, to the impossibility of suspending environmental fines. Failure to comply with CAR requirements may result in limitations on property rights, in line with the socio-environmental function outlined in Law

<sup>70</sup> Decree n° 28.524/1950 D.O.U. (Braz.) 1950.

<sup>71</sup> Decree No. 3.607/2000 D.O.U. (Braz.) 2000.

<sup>72</sup> Normative Instruction No. 08/2022 of IBAMA Brazilian Institute for the Environment and Natural Resources (Braz.) 2022.

<sup>73</sup> Decree No. 9.080/2017 D.O.U. (Braz.) 2017.

<sup>74</sup> Decree No. 2.652/1998 D.O.U. (Braz.) 1998.

<sup>75</sup> Decree No. 5.445/2005 D.O.U. (Braz.) 2005.

<sup>76</sup> WEDY, G. Sustainable development in the era of climate change: a fundamental right. São Paulo: Saraiva Educação. 2018.

<sup>77</sup> United Nations 2030 Agenda (UN.) 2015.

<sup>78</sup> PARRA, R.A. Agribusiness, sustainability and the 2030 Agenda: the relationship between the green economy, the Forest Code and the judiciary. Londrina, PR: Thoth. 2020.

No. 4,504/64, commonly known as the Land Statute<sup>79</sup>, which belongs to Agrarian Law, as well as in the Federal Code Constitution.<sup>14</sup>

For the procedural effectiveness of international environmental conventions, it is necessary to adopt a series of innovations, from the sustainable use of natural resources, creation of protective legislation and incentives, collective conscience, and a proactive behavior of the rural producer. Since the New Forest Code,<sup>15</sup> the agricultural sector has inherited an environmental liability, which has limited liberality in the use of the entire rural area, due to the mandatory establishment of APAs. Law on Payment for Environmental Services<sup>3</sup> established the National Policy for Payment for Environmental Services (PNPSA), on the agenda of the Ministry of the Environment (MMA) in 2006, and the Federal Payment for Services Program was Environmental Institute (PFPSA)<sup>80</sup>. The alternative includes farmers and ranchers who produce while preserving, in an eco-efficient way, given the ability to conserve natural areas, considering the continental dimensions of the Brazilian territory.

## V. PAYMENT FOR ENVIRONMENTAL SERVICES

From the perspective of the legal sciences, as they are considered common public goods, most ecosystem services are not incorporated into private economic transactions, according to Andrade e Romeiro.<sup>81</sup> Therefore, theoretically, an alternative would be to assign value to these services, so that their allocation could be compensated or remunerated efficiently. However, when it comes to intangible assets, such as compensation for moral damages, the quantification of the value, which is sufficient and fair, is extremely difficult to measure, mainly according to its characteristics: complexity, irreversibility, non-linearity, and irreplaceability.<sup>82,83</sup>

In the Pampa biome,<sup>84,85</sup> for example, cattle graze freely throughout

<sup>79</sup> BRAZIL, Federal Law No. 4,504/64, of November 30, 1964., D.O.U. (braz.)

<sup>80</sup> Federal Law n° 6.938/81, D.O.U. (Braz.) 1981.

<sup>81</sup> Andrade, D. C.; Romeiro, A. R. Ecosystem services and their importance for the economic system and human well-being. Text for Discussion, n. 155, Feb. 2009.

<sup>82</sup> ASSIS, A. Compensation for moral damage. Rio de Janeiro: R.T. No. 236. 1997.

<sup>83</sup> STEIGLEDER, *et al.* General guidelines for the economic valuation os environmental damage. In: Brazil. National Council of the Public Ministry. Guidelines for valuing environmental damage. National Council of the Public Ministry. - Brasília: CNMP, 2021.

<sup>84</sup> HASENACK, *et al.* Pampa Biome: research opportunities and challenges for sustainable development In: Vilela, *et al.* Biomes and agriculture - opportunities and challenges. Editions aspect. Rio de Janeiro, 2019.

<sup>85</sup> Overbeck *et al.* Placing Brazil's grasslands and savannas on the map of science and conservation. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 125687. 2022.

their lives; except some for termination (almost three months) in confinement; in production systems dependent on climate and the fluctuation of market prices. In all countries that harbor the biome: Argentina, Brazil, Uruguay, and Paraguay, livestock subsidies, when they exist, are minimal and do not justify high investment costs in technology, making sustainability vulnerable.<sup>86</sup> Private ecosystem managers, such as rural producers, responsible for maintaining APAs on their properties, often receive no benefit from the conservation work or use restrictions, legally imposed. Without compensatory public subsidies, economic compensation for private companies can be effective in providing and maintaining Environmental Services,<sup>87</sup> as well as opportunities to develop public-private partnerships with Governments and Non-Governmental Organizations (NGOs), profitable and sustainable.

Payment for the provision of environmental services, usually financial, is one of the tools found to stimulate, maintain, recover, and improve the preservation of ecosystems.<sup>88</sup> The creation of a market that evaluates this conservationist function, implemented by the Payment for Ecosystem Services (PES), or extrictly in Brazil, Payment for Environmental Services (PAS), encourages the alternative use of the area and helps in the conservation of ecological processes, as a mechanism for environmental protection.<sup>89</sup>

The term PES is widely understood as an economic instrument of environmental conservation.<sup>90</sup> More narrowly, the PSA refers to a market instrument to finance environmental conservation through a voluntary transaction, considering the user-pays and provider-receiver principles. The appreciation of environmental services across the country occurs through financial resources or alternative forms of compensation, adhering to agreed-upon terms and in compliance with legal regulations established by the PAS Law.<sup>16</sup>

<sup>86</sup> JAURENA, *et al.* Native Grasslands at the Core: A New Paradigm of Intensification for the Campos of Southern South America to Increase Economic and Environmental Sustainability. *Front. Sustain. Food Syst.* 2021.

<sup>87</sup> CHOMITZ, *et al.* Financing Environmental Services: The Costa Rican Experience and its Implications. *Science of The Total Environment.* 240. 157-169. 1999.

<sup>88</sup> POWER, A.G., Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 365, 2959–2971. 2010.

<sup>89</sup> PAGIOLA, *et al.* Designing Payments for Environmental Services in Theory and Practice: An Overview of the Issues. *Ecological Economics.* 65. 663-674. 2008.

<sup>90</sup> ALTMANN, A. Sustainable development and environmental services. In RECH, A.U. and ALTMANN, A. (org.). *Payment for environmental services: legal and ecological imperatives for the preservation and restoration of riparian forests.* Caxias do Sul, RS: Educs, 2009.

In the relevant national legislation, at least six PAS modalities are foreseen: a) direct payment, monetary or non-monetary, of lease or environmental easement, configured by RL, whose owner undertakes to preserve.<sup>91</sup> b) by lending, free lending of a non-fungible (non-replaceable) area, which must be returned within the period agreed by the parties. c) provision of social improvements to rural and urban communities, preferably services provided to vulnerable traditional communities, indigenous peoples, family farmers, and rural family entrepreneurs, defined under the terms of Law.<sup>92</sup>

d) compensation linked to a certificate of reduction of emissions from deforestation and degradation, which can occur in two ways: Credits for voluntary reduction of GHG emissions, in which a company contributes to the mitigation, to a PAS Fund; or Credits for Certified Reduction of Greenhouse Gas Emissions (RCE), whose mechanism allows a company that emits beyond its quota (under the Kyoto Protocol), to buy, via the Carbon Credits Market, according to the certified sequestration of rural property. So, it is important to differentiate the Regulated Market and the Voluntary Carbon Market.

Under the proposed bill<sup>93</sup>, at the Regulated Market, the Brazilian Emissions Trading System (SBCE) will be established to set Greenhouse Gas (GHG) emission limits for companies, allowing for potential trading of emission deficits and surpluses (known as Cap and Trade, utilized in the European Union and California). Running alongside this, for approximately 20 years, is the Voluntary Carbon Market. Here, individuals, companies, and organizations offset their emissions by purchasing credits generated from projects that reduce or sequester carbon dioxide.

e) the Environmental Reserve Quota (CRA), established by Forest Code,<sup>15</sup> is a nominative title representing an area with native vegetation exceeding the RL by a provider, existing or in the process of recovery, for compensation for insufficient RL of the user-pays, by suppression, in an anthropized space after the legal framework. It guarantees the PAS and the environmental regularization of the property at a lower cost than the acquisition of more land.

<sup>91</sup> BRAZIL, Federal Law n<sup>o</sup> 9.985/00, D.O.U. (Braz.) 2000.

<sup>92</sup> BRAZIL, Federal Law n<sup>o</sup> 11.326/06, D.O.U. (Braz.) 2006.

<sup>93</sup> Bill No. 2,148/2015, recently sent for urgent approval in the Senate on February 6, 2024.



f) Green Bonds are innovative financial instruments that provide large companies with visibility in the defense of the Environment, in terms of competitiveness.<sup>94</sup> These are debt or fixed-income securities, which differ from conventional credit, due to the transparency and monitoring of the funds raised. They comply with ISO 14030 and are not voluntary,<sup>95</sup> linked to green projects (for environmental purposes), issued by public or private institutions: banks, companies, or the Government. The four Green Bond Principles (GBP) follow: (I) project eligibility criteria, (II) project evaluation and selection process, (III) resource management, and (IV) monitoring and reporting.<sup>96</sup> Then, a Second Opinion report is issued by a qualified independent institution in Brazil under the responsibility of SITAWI company.

The main green bond used in agribusiness and, therefore, indicated for ranchers and farmers, are the Agribusiness Receivables Certificates (CRA). It is fixed income security issued by securitization companies, backed by receivables arising from contracts between rural producers and their cooperatives, from financing intended for the marketing, processing, or industrialization of products, inputs, or machines and implements used in agricultural production. CRAs are made available for trading on the capital markets, usually with the assistance of a financial institution. The securitization company will pay the company the assigned receivables and advance the value of its receivables.<sup>97</sup>

It can also take the form of Debentures, a debt security issued by legal entities, which generates credit to investors, with the right to receive remuneration from the issuer in the form of interest periodically. Or by the Letter of Credit for Agribusiness (LCA), issued by a financial institution, raising funds for agribusiness. Like CRAs, LCAs have an attractive income tax exemption.<sup>98</sup> Eventually, the use of resources through the issuance of green bonds in the sector can be

<sup>94</sup> XAVIER, S.V. e ROSSONI, C.M. Green Bounds and the green economy: wind energy in rural areas and public-private partnerships. In: Miranda, J.P.R. *et al.* (org). Agrarian Law in Practice: real legal cases from the perspective of Agrarian Women. Sant'Anna do Livramento: João Paulo Rocha Miranda. 2021.

<sup>95</sup> Brazilian Association of Technical Standards, NBR ISO 14030 – Green Bounds Rio de Janeiro: ABNT. 2018.

<sup>96</sup> FEBRABAN – Brazilian Federation of Banks CEBDS – Brazilian Business Council for Sustainable Development. GUIDE TO ISSUE OF GREEN TITLES IN BRAZIL. 2016.

<sup>97</sup> Brazilian Association of Technical Standards, NBR ISO 14030 – Green Bounds Rio de Janeiro: ABNT. 2018.

<sup>98</sup> The Climate Bonds Initiative (CBI) is a non-profit institution that mediates the application of green bonds, being the main authority international and global certifier of these titles.

used to improve agricultural processes, recovery of degraded pastures, management of animal waste, reuse of agricultural waste, and energy efficiency. Added to the sustainable management of natural resources in Low Carbon Agriculture; forest and sustainable management; conservation, restoration, and recompositing of native vegetation; recovery of degraded areas, and conservation of biodiversity.

The reservation is expressed that other PAS modalities can be established by normative acts of the managing body of the PNPSA, which is the MMA, an initiative that can also be taken by the respective state and municipal managers. Paragraph 5 of article 41 of the New Forest Code<sup>15</sup> introduces the creation of a national market for environmental services, integrating the respective federative systems.<sup>99,100</sup>

Such circumstances allow agribusiness to effectively participate in programs for Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD+),<sup>101</sup> the structure of the Conference of the Parties (COP) of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Proposal to reduce emissions from deforestation and forest degradation, as well as sustainable forest management and conservation and increase in forest carbon stocks in developing countries.

The Environmental Service Providers, who can be governmental entities, civil society organizations, or private individuals or entities, either nationally or internationally, are the recipients of payments.

<sup>99</sup> B3 - BRASIL, BOLSA, BALCÃO. (2019) Fixed income and securities. Available: [http://www.b3.com.br/pt\\_br/produtos-e-servicos/registro/renda-fixa-e-valores-mobiliarios/](http://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/registro/renda-fixa-e-valores-mobiliarios/). Access: jan 2024.

<sup>100</sup> C.Flor. (2012) "Art. 41. The Federal Executive Power is authorized to institute, without prejudice to compliance with environmental legislation, a program to support and encourage environmental conservation, as well as to adopt technologies and good practices that reconcile agricultural and forestry productivity, with a reduction in environmental impacts, as a way of promoting ecologically sustainable development, always observing the criteria of progressivity, covering the following categories and lines of action:

I - payment or incentive to environmental services as retribution, monetary or not, for the activities of conservation and improvement of ecosystems and that generate environmental services, such as, individually or cumulatively:

a) the sequestration, conservation, maintenance and increase of carbon stock and decrease in the flow of carbon; b) the conservation of natural scenic beauty; c) the conservation of biodiversity; d) conservation of water and water services; e) climate regulation; f) cultural appreciation and traditional ecosystem knowledge; g) soil conservation and improvement; h) maintenance of Permanent Preservation Areas, Legal Reserves and restricted use;

§ 5 The program related to environmental services provided for in item I of the caput of this article shall integrate the systems at the national and state levels, aiming at the creation of a market for environmental services." (Braz.).

<sup>101</sup> FERRAZ, *et al.* (2019) Marco referencial em serviços ecossistêmicos. Brasília, DF: Embrapa. Available: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199960/1/Marco-Referencial-em-Servicos-Ecossistemicos-2019.pdf> Access jan 2024.

Acknowledging Environmental Service Providers, those who contribute to the generation and conservation of these services, and recognizing their right to compensation is crucial. However, adherence to the CAR and any Conduct Adjustment Term (TAC), if applicable, is essential.

### **CONCLUSIONS**

Thus, according to the singularities of each of the Brazilian biomes, of continental dimensions, presenting immense variability of climate, relief, and vegetation, adapted to the agrosilvopastoral vocation, they offer the opportunity of eco-efficient food production in the agroecosystems. What can be safely concluded about the Brazilian law on payments for environmental services is that its proposal is viable, scalable and comprehensive, however, like so much other national legislation, its applicability and acceptance are still uncertain. Payment for environmental services is an unstoppable trend, in its modalities and classifications, it envisions an important alternative, as a paradigm of sustainable ecosystem protection. Both to remunerate rural producers for their conservation efforts and the adoption of good practices, and for the conservation of the Environment, biodiversity, and natural capital, for the benefit of present and future generations.

### CAPÍTULO III

## AGRARIAN PERSPECTIVES ON ENVIRONMENTAL SERVICE PAYMENTS FOR LIVESTOCK FARMERS IN THE PAMPA BIOME

Alexandre Valente Selistre<sup>1</sup> and Júlio Otávio Jardim Barcellos<sup>2</sup>

### HIGHLIGHTS

- Among the Brazilian biomes, Pampa is the most threatened and suffers the greatest devastation of all
- Grazing livestock in Pampa biome can halt deforestation, despite its vulnerability
- PSA as an environmental economic instrument, that encourages sustainable development, paying eco-efficient rural producers
- Among all difficulties Land regularization poses initial hurdle in balancing preservation with productivity
- Postgraduate<sup>1</sup>, teaching lawyers, and experts<sup>2</sup> correct answers reveal the need for agrarian law in Brazilian legal education

### Abstract:

Ecosystem services, vital for sustaining life, provided by natural capital, offer a multitude of benefits to humanity. Despite criticism, livestock farming can, paradoxically, help conserve the native vegetation of the Pampa prairies, which is the most neglected Brazilian biome, with the greatest risk of deforestation. Through harmonious coexistence, it protects biodiversity, sequesters much more carbon than it emits methane and prevents changes in land use, tackling the agricultural frontier, the greatest threat to deforestation in the biome. One of the positive ways to raise awareness for eco-efficient management by livestock farmers is to emphasize Payment for Environmental Services. An insurmountable bottleneck for its applicability is land regularization, of which agrarian lawyers are the agents. This study focuses on the perceptions of these agrarian lawyers about their clients, rural producers, when analyzing the legislative limitations overcome to investigate how to implement the PES for agricultural production, promoting both conservation and economic prosperity in this region. There is positive confidence in the implementation of PES, even in the face of a lack of information, legal uncertainty and fear of repressive actions by public ecological monitoring bodies. A surprising number of agrarian lawyers who are also professors and postgraduates, compared to the correct answers from experts on PES, indicate demand for the Agrarian Law discipline at Brazilian Law Schools.

**Keywords:** *jusagrarists*, conservation public policy, regulatory framework, eco-efficiency, deforestation, Forest Code

### 1. Introduction

Ecosystem Services are the conditions, functions and processes that sustain life on

<sup>1</sup> Lawyer, Ph.D. Student in Agribusiness at the Federal University of Rio Grande do Sul. valenteselistre@gmail.com

<sup>2</sup> DVM, Ph.D., Department of Animal Production and Department of Agribusiness Federal University of Rio Grande of Sul. julio.barcellos@ufrgs.br

Declaration of interest: Please be advised that there is no public or private conflict of interest for this publication. The order of the authors capable edit was convenient by all. An initiative of the Universidade Federal do Rio Grande Sul (UFRGS) and PPGAgronegócio confirms that the ethics standards and the information contained in the publication do not pose risks and damages to participants.

Earth, in the biomes of natural ecosystems and biodiversity that compose them, through a wide range of services provided directly or indirectly by nature itself, independent of human interference, composed of benefits for the human population on Earth (COSTANZA et al., 1997; ZHAO, LIU and WU, 2020). Payment for Environmental Services (PSA) is an economic instrument of Environmental Law that encourages landowners capable of generating these services to maintain them, through action or purposeful inaction (COELHO et al., 2021). PSA's can be carried out through different modalities: leasing, lending, environmental reserve quotas, compensation for emission reduction certificates, green bonds, carbon credit market, reductions in tax rates and Environmental Reserve Quotas (CRA) (PARRA, 2020).

According to the negative projections presented in the Climate Change and Land Report, by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), regarding the levels of Greenhouse Gas (GHG) emissions from cattle farming, these indices are being questioned due to evidence of overestimation. Researchers such as Scoones (2022) and Abramovay (2023) indicate that 86% of the studies that supported the Report were conducted in countries where the predominant practice is the confinement of cattle, a reality significantly different from the pastures found in the Pampas biome. Furthermore, life cycle analyzes originating in Latin America and the Caribbean combined are a paltry 4% and 0.4% of those originating in Africa.

Based on the conclusions of GLC-SHARE (LATHAN et al., 2014), ratified by Rodgers and Wolf (2021) that approximately 40% of the planet's vegetation cover is grass, covered by pastures (prairies and steppes). As it is characterized as the most extensive ecosystems in the world, occupying approximately 3.5 billion hectares, which provide forage for animals to graze, the change in land use exposes the habitat of all endemic biodiversity to danger, in addition to the preservation of resources natural. Now, if these data were disregarded by the IPCC, predominantly modeling bovine feedlot production systems, or hay production for snowy winters, this does not reflect the global reality.

Specifically, the Pampa biome corresponding to 193,836km<sup>2</sup>, 2.72% of the areas of Brazil and 68.78% of the state of Rio Grande do Sul (RS), in the extreme south of Brazil, whose beef cattle farming is carried out with cattle released into the field, in native or cultivated pasture, making up one of the main agricultural activities. Etymologically Pampa derives from the Quechua language for "flat region", covers a part of RS, on the border with Uruguay, along with the Uruguayan Savanna sub-ecoregion (IBGE, 2019). Also known as Campos Sulinos Pillar et al. (2015), Carvalho et al. (2006), Nabinger e Jacques (2019) and Jaurena et al. (2021), presents a subtropical climate with four well-defined seasons and rainy meteorological

variations (SORIANO et al., 1991, OVERBECK et al., 2023), typical of a transition zone.

It is characterized by prairie, non-arboreal vegetation (MIÑARRO et al., 2008; ANDRADE et al., 2018), except for riparian forests, small isolated native forests and marshes in the plains (BORTOLUZZI and SOUZA, 2007; OVERBECK et al., 2009). Given this information, in the local scenario, the analysis of the livestock life cycle changes (RUVIARO et al., 2012), and the assumptions of sustainable economic and social development have to be compared to the environmental one. The potential to reduce emissions of methane (CH<sub>4</sub>), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) (CEZIMBRA et al., 2021; CUNHA et al., 2023) and maintain the balance of the system sequestering CO<sub>2</sub> (RUVIARO et al., 2014; MODERNELE et al., 2018), not only contributes to tackling global warming, but also preserves fauna, flora and water resources (GIL et al., 2018).

This topic has the potential to improve the beef production chain in RS (BARCELLOS et al., 2004; MALAFAIA et al., 2006; CARVALHO, 2018), by enabling resources for livestock farmers, regardless of size, to modernize and adopt low-cost technologies, increasing family income, avoiding rural exodus and contributing to the biodiversity conservation (NABINGER et al., 2019; SCHLEE and DE BARROS, 2020; SEVERO and MATTE, 2020). It also makes it possible to reallocate revenue to high-performance, intensive pasture-based livestock farming (LAMPERT et al., 2020), in addition to boosting sustainable private sector investment in environmental issues, contributing to the preservation of ecosystem services in the Pampa biome and benefiting the entire local community.

The ecological urgency of this study is also based on awareness of the risk of environmental imbalance and the danger of extinction of native species (RANGEL, STRADIOTTI JÚNIOR and CÓSER, 2015; ECHER et al., 2016; SILVA, 2019). The loss of these species decreases the flora's capacity for regeneration, such as the alarming decline of pollinators, such as native bees, due to monocultures and poisoning (WOLFF, 2020). Remuneration to producers for habitat conservation, to biodiversity, can be a viable alternative, as well-managed livestock activity has little impact on these species (JOLY et al., 2019; MATTE and WAQUIL, 2020).

The mild climate facilitated the introduction and adaptation of beef cattle of taurine breeds of European origin (*bos taurus*) and the low pasture cover of the fields, resilient to anthropogenic impact (fire, grazing and cattle trampling) (BOLDRINI, 2020), provided prosperity of the livestock activity in RS, which differed from the Brazilian livestock for these reasons (SELISTRE et al., 2022). In the context of livestock farming in Pampa, there are several

alternatives for pasture management and pasture-based livestock production systems, including intensive ones, raising questions about the economic and ecosystem viability of livestock farming in the region. Because the region has been facing problems of this economic order, due to a lack of coordination and strategy in the production chain, harmony between its links (opportunism of livestock farmers and oligopoly of slaughterhouses) which reduce competitiveness in the domestic and export markets (WAGNER, 2023).

Environmentally, the biome is neglected (OVERBECK et al., 2009) mainly for three reasons: the expansion of the agricultural frontier, changing land use from unprofitable and inefficient extensive livestock farming to better subsidized soybean planting (MODERNE et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2017; KAY et al., 2019); the lack of knowledge and lack of understanding regarding the characteristics and dynamics of pastoral ecosystems (ZILIOTTO, 2022; OVERBECK et al., 2023), fundamental for the development of better conservation and restoration strategies, in eco-efficient production, and; legal uncertainty (STEIGLEDER, 2020).

Until the promulgation of the National Policy Law on Payments for Environmental Services (PES) (Federal Law nº 14,119/21) on January 13, 2021 (BRASIL, 2021), there was no regulatory framework that formalized the legal interaction between investors and rural producers in relation to this stimulus. It is a matter of legislative importance, as it finally gives concreteness to §1, I, of article 225 of the Federal Constitution of 1988 (BRASIL, 1998), which aims to "preserve and restore essential ecological processes and provide the ecological management of species and ecosystems". Furthermore, although foreseen, there was a lack of adequate ordinary standardization since the National Environmental Policy Law (Law No. 6,938/81) (BRASIL, 1981) and the New Forest Code Law 12,651/2012 (BRASIL, 2012).

The Forest Code (BRASIL, 2012) established the Rural Environmental Registry (CAR), a self-declaration by national and integrated electronic public registry, which, through georeferencing, identifies Permanent Preservation Areas (APP) and establishes Legal Reserves (RL). It is an instrument for environmental monitoring and management, in addition to regularizing rural properties (ROSSONI, 2023). Without the approval of the CAR, the irregularity prevents the rancher from obtaining credit and rural financing, composing his environmental liabilities and becoming accredited with the PES.

Regarding legal aspects, rural owners in RS face an obstacle, which prevents the approval of the CAR and the rearrange of environmental liabilities (KORTING, 2021). For this reason, the Public Prosecutor's Office (TJRS, 2015) acted motivated precisely by the conceptual uncertainties regarding consolidated areas (ARC), remnants of native vegetation, wetlands and



the exercise of agricultural activity in Legal Reserves (RL), whose location and responsibility lies within of farms (BRASIL, 2012; RS, 2000). A fact that, added to land irregularity (FIGUEIRA, 2023), even limits the rights to rural property, due to the Brazilian agrarian principle of the socio-environmental function.

These considerations contextualize the problem, highlighting the influence of recently enacted legislation and its gaps. A positive strategy to raise awareness among livestock farmers about the adoption of eco-efficient management practices is the emphasis on Payment for Environmental Services (PSA) (GLAVIC and LUKMAN, 2007). However, land regularization emerges as a significant obstacle to the effective applicability of the PSA. Therefore, identifying the perceptions of agricultural lawyers who work on litigious or extrajudicial issues, related to the defense of rights or advice on contracts, especially those linked to livestock farmers who seek to be accredited as PSA providers, is the objective of this research.

## 2. MATERIAL AND METHODS

### 2.1. Collected data

This research used a survey aimed at lawyers specializing in Agrarian Law, selected using specific, non-random criteria. *Jusagrarists* (Brazilian name for Agrarian Lawyer) are legal professionals who work in rural relations, production chains, land issues, agrarian contracts and matters pertinent to agricultural production in the context of law applied to agribusiness. The current Federal Constitution (BRASIL, 1988), in its articles 22, items I and II, combined with 187<sup>3</sup>, establishes the exclusive competence of the Union to legislate on Agrarian Law, which involves expropriations, the socio-environmental function and agrarian activities.

While rural producers who raise cattle on pasture in the Pampa biome are potential suppliers of environmental services to receive PES, understanding the concerns and perspectives is crucial to promote their effective participation in this program. By playing a fundamental and well-positioned role in advising on contracts and the litigious defense of rights in the field, by interpreting and applying the relevant legislation, with legal certainty, the

<sup>3</sup> BRAZIL. Constitution of the Federative Republic of Brazil, Oct.05.1988, D.O.U. (Braz.).

Art. 22. The Union is exclusively responsible for legislating on: I – (...), agrarian law; II - expropriation;

Art. 187. Agricultural policy will be planned and executed in accordance with the law, with the effective participation of the production sector, involving rural producers and workers, as well as the marketing, storage and transport sectors, taking into account, in particular: I - credit and tax instruments; II - prices compatible with production costs and commercialization guarantee; III - encouraging research and technology; IV - technical assistance and rural extension; V - agricultural insurance; VI - cooperatives'; VII - rural electrification and irrigation; VIII - housing for rural workers. § 1 Agricultural planning includes agro-industrial, agricultural, fishing and forestry activities. § 2º Agricultural policy and agrarian reform actions will be made compatible.

perception of how agrarian lawyers see the challenges and opportunities faced by livestock farmers, is relevant. Their opinions can provide valuable insights, directly influencing the acceptance and viability of this mechanism among rural producers, to contribute to the development of effective policies and legal strategies for the successful implementation of PES.

The option for the Survey was due to its effectiveness in terms of cost and time, as well as its ability to limit the sample of the target population (BABBIE, 2001). To ensure confidentiality and avoid duplicate responses, participants were identified by their email addresses. The questionnaire was answered through the voluntary self-administration system (GÜNTHER, 2003), accessible digitally (LIU, 2018) via a QR Code or link sent via WhatsApp®.

The questionnaire was created using Google Forms®, consisting of 15 questions of a qualitative and quantitative nature, organized following the contextualization recommendation (MARKONI and LAKATOS, 2003), from general to specific, in the native Portuguese language. To avoid inducing responses, the questions were grouped into topics and divided into three types: open, for essay answers; closed, using multiple choice selection boxes; and five-point Likert scales. They were written in a simple and concise manner (MARKONI and LAKATOS, 2003; MARCHESAN and RAMOS 2012; ESTEBAN and FERNÁNDEZ, 2014), and subjected to a pre-test with 9 interviewees, to ensure their validity, adjust possible biases and problems of interpretation, with an average response time of less than ten minutes.

The population was estimated at 3,251 agrarian lawyers (N), whose sampling ( $n = 100$ ) complete and non-duplicated responses was considered sufficiently adequate, according to the formula described by Tellez-Delgado et al. (2012). Responses were collected between December 18, 2023, to January 18, 2024. Positive variability ( $p$ ) was estimated at 50% (0.5), while negative variability ( $q$ ) was calculated as  $100 - p$ . The allowable error ( $e$ ) was set at 10% (0.01), and the confidence level was set at 95% ( $Z = 1.96$ ). Participants received instructions about the questionnaire and were informed of its exclusive academic use.

To contextualize and launch the survey, the Brazilian Union of University Agrarians (UBAU) organized a hybrid panel on PES, during the IV *Gaúcho's* Symposium on Agrarian and Agribusiness Law, in an event filmed and available online (UBAU, 2024). During the panel, 90 in-person agrarians and 95 online assistants participated. Five lectures were given by experts: Domingos Velho, Marjorie Kaufmann, Alessandra Lehmen, Antônio da Luz and Júlio Barcellos, addressing different perspectives on the PSA, including the vision of rural producers, the institutional perspective, the international panorama under Brazilian legislation, the

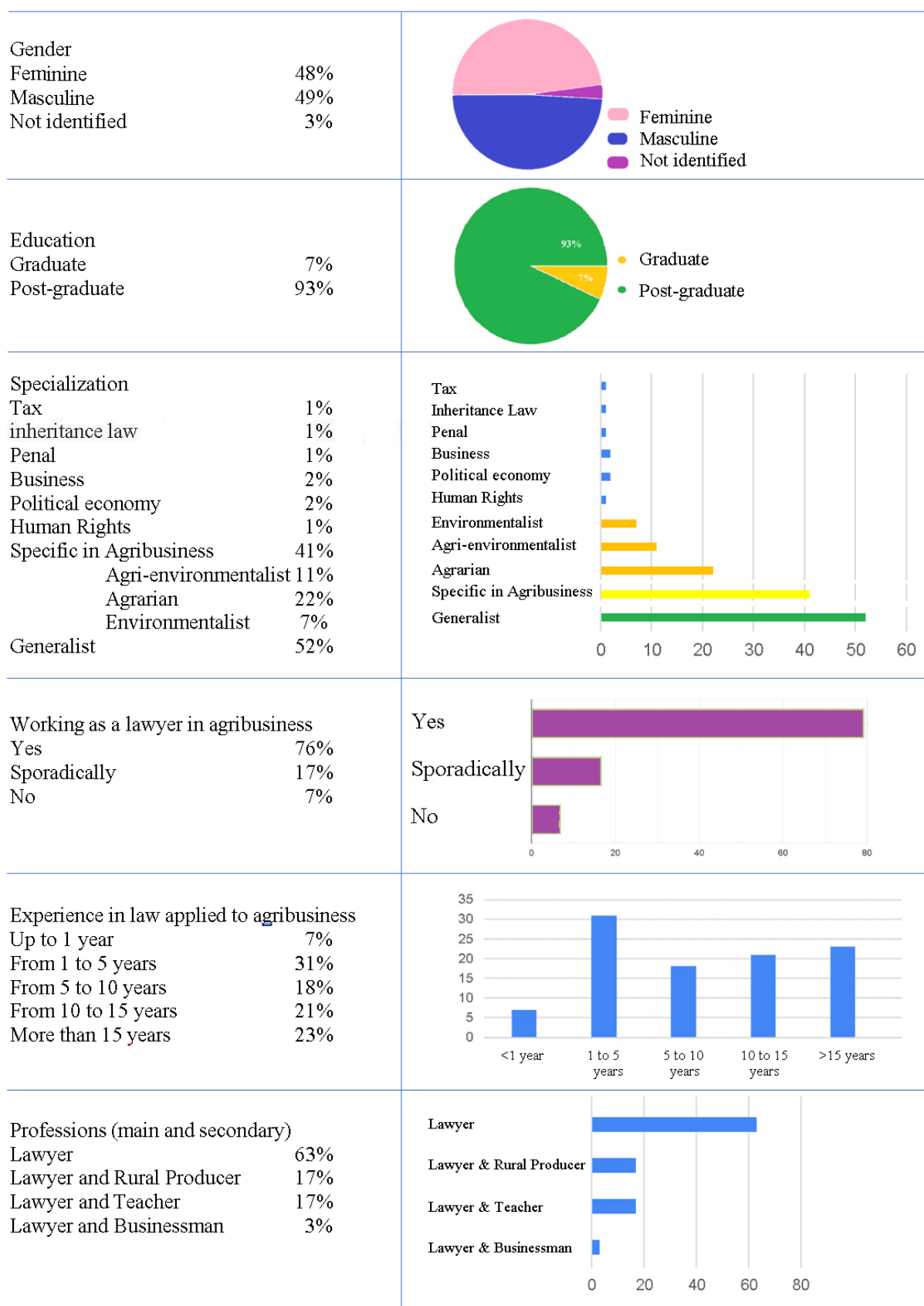
economic part and academic perspective, respectively.

To analyze the open responses from the interviews, a Content Analysis was carried out, which involves refined methodological instruments, applicable to different types of discourses, through controlled hermeneutics, based on deduction, inference. The complexity of analyzing subjective data, through interviews or open questions in surveys, was resolved by forming a textual corpus in organized steps: pre-analysis, material exploration, coding, processing, analysis and interpretation (BARDIN, 2011). This in-depth interpretation was carried out to seek insights and underlying meanings, contextualizing the findings with existing theories and evidence from other research, which software is often unable to identify and encode correctly (SANTOS, 2012).

To analyze the texts, the R program version 4.3.2 (R Core Team, 2023) was used. Using the 'tm' package (FEINERER and HORNIK, 2023), corpuses were constructed for textual analysis and stopwords, numbers, punctuations and other non-significant terms for analysis were removed. After adjustments, the 'quanteda' package (BENOIT et al., 2018) was used to create the tokenized objects and the matrix of aspects, objects necessary to carry out the textual analyses. With the objects prepared, an analysis of the most frequent terms was first carried out using the 'tm' package. using the packages developed by the Language Technology and Data Analysis Laboratory (SCHWEINBERGER, 2023), a co-occurrence analysis of the main terms identified was carried out. Afterwards, a word cloud was created with the 'wordcloud2' package (LANG and CHIEN, 2018). Next, using the 'syuzhet' package (JOCKERS, 2015), a sentiment analysis was carried out, extracting the main feelings found from the text using a dictionary of words from the package.

## **2.2. Profile of interviewees**

Respondents showed parity between genders, in addition to those who chose not to identify themselves (Figure 2). Regarding training and graduation, all participants declared that they had a degree in Law, with a significant number of individuals having postgraduate degrees. It is important to highlight that the percentage of graduates is not directly linked to the length of experience in Law applied to agribusiness, suggesting that recent graduates have sought specialization immediately after graduation. In the context of Law applied to Agribusiness, the absence of the Agricultural Law discipline in many Law courses in the country, even as an optional subject, contributes to the large number of postgraduates in this area, encouraging those interested to seek specialization and access to material qualified.

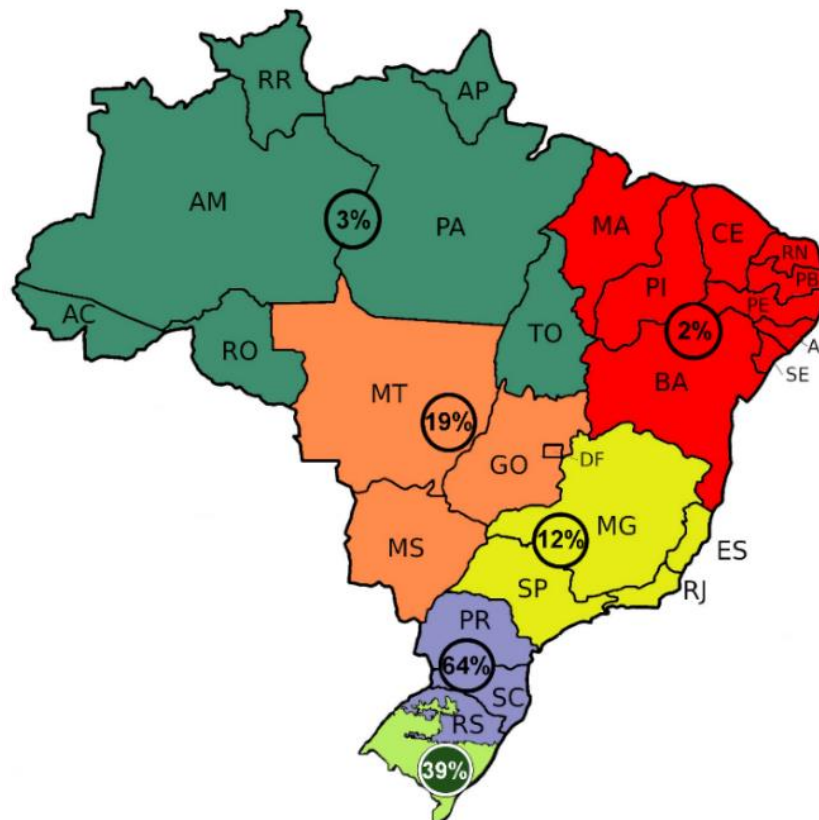
**Figure 1.** Demographic characteristics of the participants

Source: Search results.

Regarding activities in agribusiness, it is important to note that in addition to lawyers who litigate in court, there are respondents who are consultants, public servants or mediators. The number of those who, in addition to practicing law, are rural producers or entrepreneurs in the agribusiness sector are also surprising. Additionally, a considerable proportion of participants also teach, which reinforces the growing demand for courses on agricultural law applied to agribusiness, especially when we consider the data together.

With regard to the geographic distribution of lawyers' activities, the map in Figure 2 shows a representation of professionals from all regions of Brazil. However, as expected, due to the in-person event being held in the South, there was a greater number of participants from this region, especially due to the concentration of agrarians from RS. For this reason, the 39% who work specifically in the Pampa biome were highlighted, as they experienced and had a more in-depth knowledge of the reality addressed in the research.

**Figure 2:** Map of the respondents' professional areas of activity in Brazil



Source: Search results.

### 2.3. Content analysis

The questionnaire contained 15 questions, divided into 3 sections as shown in Figure 3.

Four types of questions were asked, the answers to which could be given to closed multiple choice questions (CMCQ); targeted open discursive questions (TOEQ); fully open discursive questions (FOEQ), and; Closed questions on Likert scale. After characterizing the profile of the interviewee, the depth of their knowledge on the topic was sought, followed by a conceptualization and assessment of their familiarity with the PSA topic. In order to validate the previous analysis, the answers were compared to the answers about the differentiation between Ecosystem Services and Environmental Services, since this distinction is elementary and essential in the relevant Brazilian legislation. Subsequently, the perceptions of the interviewees themselves were investigated regarding their sources of information and knowledge.

**Figure 3:** Systematization of the survey questions

Section 1: Profile of Interviewees				
1.1 Gender	1.2 Law graduation	1.3 Experience	1.4 Geographic location	
CMCQ	CMCQ	CMCQ	TOEQ	
Section 2: Knowledge and understanding				
2.1 PSA concept	2.1.2 Familiarity	2.1.3 Difference between Ecosystem Services & Environmental Services		
FOEQ	CLSQ	FOEQ		
2.2 source of information and knowledge				
OMCQ				
Section 3: Insights				
3.1.1 benefits	3.1.2 benefits	3.2.1 challenges	3.2.2 Legal Implications	3.2.3 Challenges and Complexities
CLSQ	FOEQ	FOEQ	CLSQ	FOEQ

Types of answers CMCQ: Closed Multiple Choice question; TOEQ: Targeted Open Essay Question; FOEQ: Full Open Essay Question and CLSQ: Closed Likert Scale Question.

**Source:** author's formatting.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

#### 3.1. Word Cloud

The analysis of the interviewees' responses identified the main terms related to the essay questions, and a word cloud was systematized, through the visual representation of the frequency and importance of certain words in the context of the survey, as a source of data that follows in Figure 4.

The words with the greatest co-occurrence, especially because they are intrinsically related to the theme, are the acronym "PSA" (PES for Payment for Environmental Services), "producer" and "rural", which largely demonstrates the respondents' adherence to the questionnaire's theme. Other terms brought up significantly are "implementation", "payment", "agribusiness", "income" and "economic", which denotes the inseparable economic-productive character of agrarian activity. However, reading words such as "preservation" (3rd in order of

importance), “environmental”, “challenge”, “practices” and “awareness”, make us believe that concern and understanding about environmental issues also participate in the context.

The relevance of this assertion lies in the fact that those who deal with the law applied to agribusiness understand the perspectives of their representatives, the rural producers, who are aware of the need to combine productivity with preservation. In line with this, Albenir Querubini teaches that: “Rural property is a production unit, not a conservation unit!” (GONÇALVES and CERÉZER, 2013; ALBUQUERQUE and GOMEZ, 2020). Statement that

**Figure 4.** Word Cloud of words collected from essay questions.



**Source:** Search results.

shares the words of Antonino Moura Borges:

“Agrarian Law is related to Environmental Law, because they are twin brothers. In this case we can observe that the Federal Constitution itself determined this when it established in its article 186, and its sections, that for land to fulfill its function, rural real estate property must be explored in a rational and appropriate manner, including the requirement to utilize available natural resources appropriately and preservation of the environment *ex vi* of the norm of art. 225, of CF/88.” (BORGES, 2016; in free translation by the author).

### 3.2. Analysis of interviewees' responses

With the aim of evaluating the participants' superficial knowledge on the topic, the first

question asked for a concept about PES, with the answers categorized into: mastery, understanding, inadequacy or lack of knowledge, in this order of importance. It was observed that the majority (81%) demonstrated a good understanding of the concept of PES, which is relevant when *jusagrarists*, (considered agrarians, environmentalists and agro-environmentalists, from specific areas of agribusiness) have 95% correct answers. However, in addition to those 4% who admitted they had no knowledge on the topic, 15% provided inadequate answers, from confusion between definitions, to a lack of understanding of the dimensions of PES, however, it is inferred that, as they do not move between both Laws (agrarian and environmental), this premise could escape their knowledge.

Then, these answers were compared to those of the question that addresses the distinction between Environmental and Ecosystem Services, evaluated on the same parameter (domain, understanding, inadequacy or lack of knowledge), with the aim of evaluating the participant's in-depth understanding of the topic. The conclusion was that those who responded inadequately to the first question also demonstrated ignorance, lack of understanding or errors in relation to this differentiation. This data gains greater importance when realizing that, overall, 67% of the responses were negative, more than double the responses considered appropriate, regardless of specialization.

And this perception is confirmed by the responses regarding familiarity with the concept of PES, as 57% of respondents agree, and 22% completely agree with this premise, totaling 79%. At the same time, those interviewed maintain positive beliefs regarding the possibilities of increasing income for the producer by an expressive 77% equivalent. Therefore, there is good expectation in the implementation of PES for livestock farmers, from the perspective of *jusagrarists*.

The counterpoint is the respondents' hesitation regarding their control over the relevant regulatory frameworks, given that, in two alternatives that refer to the last two laws enacted on the subject, Law No. 14,119/21 (BRASIL, 2021) on PES and the Law No. 11,814/23 (BRAZIL, 23) on the Conversion of Degraded Pastures into Sustainable Agricultural and Forestry Production Systems, demonstrate insecurity. The majority, 60%, do not recognize the appropriate legislation as well established in the legal framework, and they don't feel capable of working on it. The answer to this situation was discovered later, when they cited legal uncertainty and political instability.

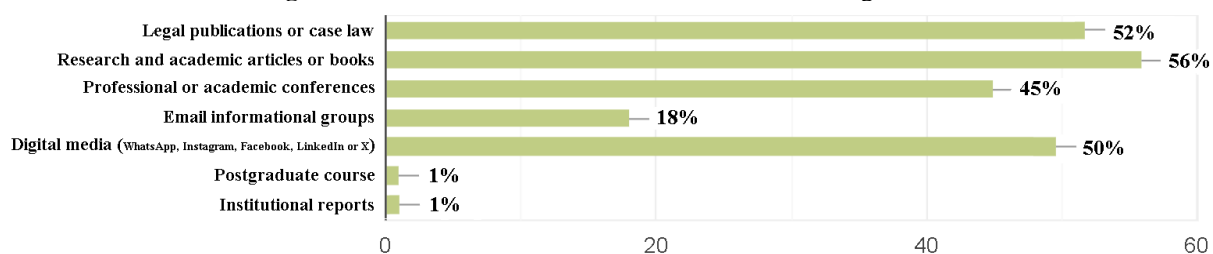
The question regarding the source of knowledge that agrarians use most, sees three watertight segments: the first that seeks academic origin (articles, books or conferences),



notably for more reliable and qualified information, in scientific journals, reviewed by peers or authorities. The second third, more professional and pragmatic (legal publications and case law), which demonstrates practical application, as well as institutional reports. And the other more informal group, through various digital media, when co-occurrence draws attention, regardless of the depth of understanding.

According to the categorizations of the Generations of Strauss and Howe by Carneiro (2023), given the comparison between the reported experience and the origin of this content, based on the average age of graduation and entry of a student into the professional legal market in Brazil, we can consider that, mainly, the interviewees are located in the transition between

**Figure 5.** Chart on sources of information and knowledge about PSA's



Source: Search results.

generations X and Millennials. Both generations are still attached to the habit of reading, in physical books or e-books, especially when it comes to legal, human and social sciences. Perhaps due to geographical freedom that does not require travel, after the Covid-19 pandemic and the explosion of internet access, in events broadcast online, digital media (whether through Whatsapp<sup>®</sup>, Instagram<sup>®</sup>, Facebook<sup>®</sup>, LinkedIn<sup>®</sup> or X<sup>®</sup>), in the search for accessible and quick information, have supplanted face-to-face conferences, which are now in decline.

The benefits envisioned by the implementation of PES, consistent with the assertions in the related question, are largely optimistic, whether as an incentive to increase income, to raise awareness of the need to produce while preserving, even through the possibility of certification, they are evident. Corroborated by the belief that this public policy will be implemented satisfactorily. The results regarding land use change (HASENACK, 2023), being a way to stop the agricultural frontier, one of the threats to livestock farming and preservation, are inconclusive. Especially the awareness of the limit inherent to the productive potential that APP's and RL's represent to the farmer, in the Pampa biome, sufficient to justify reimbursement, in the sense of the possibility of adequate use of both, in low-impact activities, such as drinking water for cattle (BORGES-ALMEIDA et al., 2018; FELTRAN-BARBIERI and FÉRES, 2021).

Regarding the legal consequences of PES in the agribusiness sector, it is observed that, according to the interpretation of agricultural lawyers, approximately 80% of rural producers are not familiar with the PES, and in addition, they show apprehension when addressing environmental issues. This reality can be attributed to the fact that Brazilian environmental legislation has historically adopted a punitive stance, with a repressive approach, based on sanctions for the use of command-and-control instruments, following the implementation of the Environmental Crimes Law (BRASIL, 1998). This focus contrasts with the incentive approach that characterizes PES, which offer rewards for beneficial environmental practices. This dichotomy not only generates uncertainty about the future of PES, but also highlights the need for targeted specialization to deal with such issues effectively.

From the sum of the essay responses, about the main bottlenecks that hinder the cattle rancher in the Pampa biome from appearing as a supplier of environmental services and, as a result, potential receiver of PES, it was strongly identified that irregularities in the titling of rural properties, even for the presentation of documents and registration for accreditation, it was the most striking element, and not just in RS. The lack of reliable information, whether due to asymmetry, purposeful misinformation or lack of knowledge, was another frequently mentioned element. Other obstacles that were identified are the actions of the public sector, management committees and environmental inspection bodies; with excessive concerns about conservation to the detriment of productivity; and legal uncertainty.

### **3.3. Sentiment Analysis**

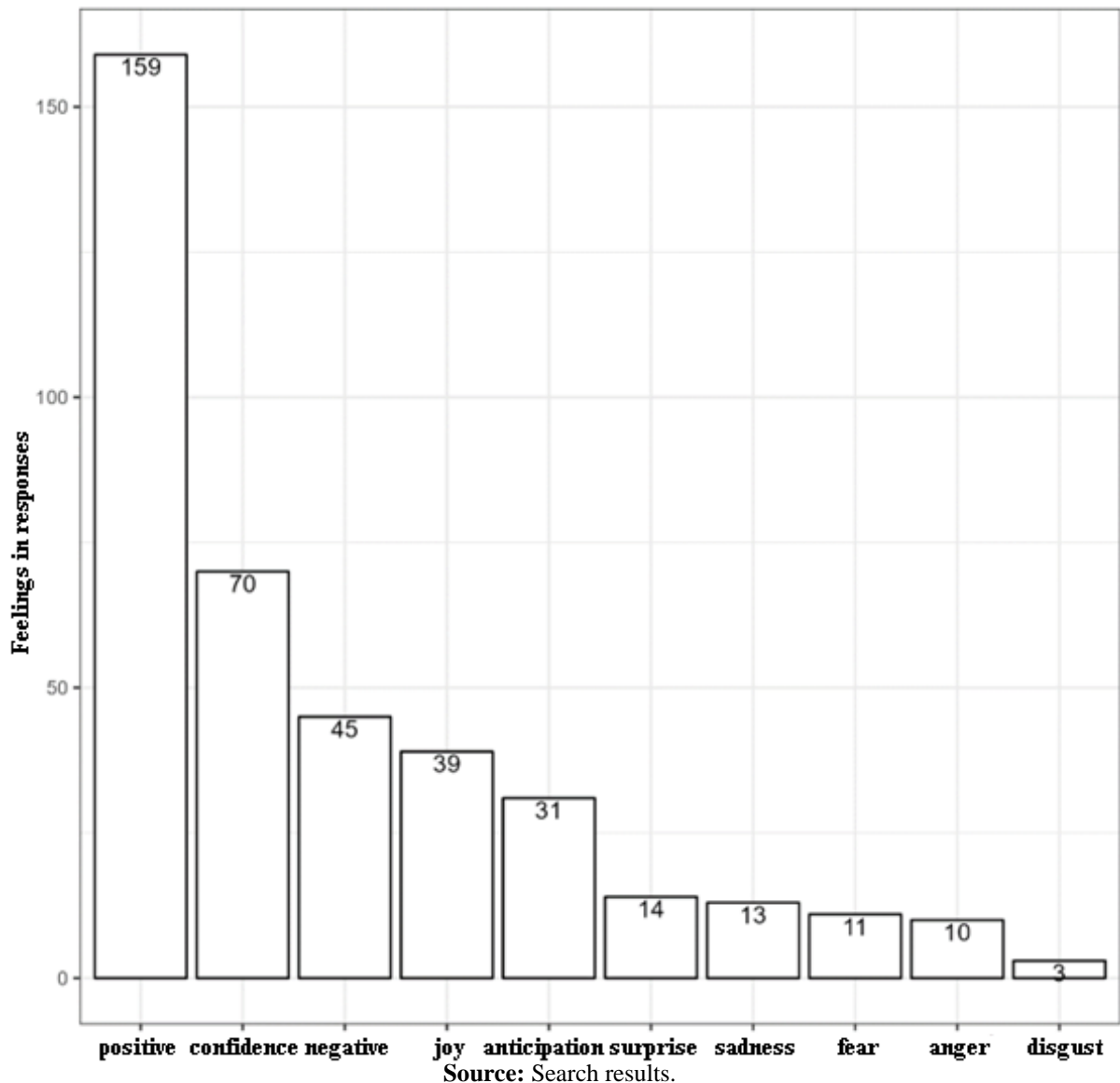
In the analysis of sentiments, emotion straction or opinion mining (KAUR, MANGAT and NIDHI, 2017), together with the answers to the essay questions, one can see the understanding that PES are very receptive among *jusagrarists*, who trust in their implementation and bring little opposite feelings, demonstrating a positive polarity, based on trust (Figure 6). According to reading the essay responses, it can be seen that, although there are concerns about the performance of environmental inspection bodies, as well as the ecological agenda, lawyers who work in the area see that livestock farmers already consider preservation as a possible benefit (product certification processes, and PES).

Although it was not highlighted that sentiment analysis would be performed using an artificial intelligence tool, without any reference to the respondents to discourage them from using sarcasm in their essay responses—an element known to complicate this type of analysis—

through a thorough personal reading of all the responses, this threat was eliminated. This was validated by the clear understanding by the respondents of the seriousness of the research.

In the perception of valence (intensity) modifiers by Taboada et al. (2011) in the text corpus, the parser performed syntactic analysis to determine its logical structure, transforming each string into a value of a certain type for better understanding, positive, negative or neutral. It is significant that positivity in relation to the implementation of PSAs exceeds negativity by 71.7%, in the view of lawyers who work with agrarian and environmental law applied directly to agribusiness at the Sentiment Analysis. Although it is not purely scientific in nature, it serves as a parallel indication of the assimilated interpretations, while capable of validating the conclusions.

**Figure 6.** Sentiment Analysis.



## FINAL CONSIDERATIONS

The guiding thread of this work was to identify how livestock farmers interested in qualifying as PES providers are perceived from the perspective of *jusagrarists*, as agents of transformation, with a focus directly involved in litigious or extrajudicial issues, related to the defense of rights or advice in agrarian and environmental contracts applied to agribusiness. The finding was assertive to this research question because their answers validated the hypothesis and confirmed the literature review. Among the feedback found, based on the answers provided to the questionnaire, it can be concluded that:

Respondents understand that the PES is a positive strategy, both in terms of raising awareness among livestock farmers about eco-efficient management and as a way of implementing environmental preservation, with the potential to benefit the beef production chain and cattle farming in RS. Increasing remuneration for livestock farmers can be a viable solution to avoid the loss of biodiversity (as fauna and flora tolerate coexistence with livestock), the intensification of activity (through the implementation of low-cost process technologies) and the rural exodus (for supporting the local economy). In addition to environmental awareness, respondents also perceive the possibility of certification for sustainable beef production, deferred by geographic identification.

Land irregularities, which range from the absence of titles in real estate registrations, to the overlapping of areas identified by georeferencing, have implications for the environmental field, including preventing the possible accreditation of livestock farmers as suppliers of environmental services, making the implementation of PES more difficult. The fear that rural producers have regarding the repressive system, based on sanctions and command-and-control instruments adopted by environmental policy, which advocates ecology to the detriment of productivity, is another obstacle. Other bottlenecks clearly highlighted are lack of knowledge, information asymmetry and legal uncertainty.

The gaps in the relevant legislation on PES highlight the need for a multidisciplinary approach, so characteristic of agribusiness, more integrated and sustainable, to deal with possible challenges for the rural development of livestock farming in the Pampa biome. To this end, in accordance with the principle of the Brazilian socio-environmental function of rural property, the importance of including the subject of agrarian law applied to agribusiness in the curriculum of Brazilian law schools was enhanced, considering the role of agrarian lawyers as facilitators of access to the PES, and the need for postgraduate courses to access academic content.

In the context of preferences for sources of knowledge about PES among agricultural lawyers, three distinct segments are identified. The first shows an inclination towards academic sources, such as articles, books and, mainly, scientific journals, by valuing credibility and quality of the information made available, through peer review or authorship by authorities. The second segment targets professional and pragmatic sources, such as legal publications, case law and institutional reports, which demonstrate a practical and direct application of knowledge. Finally, the third segment chooses informal sources, especially digital media, characterized by accessibility, although this immediacy may tend to superficiality in comparison to other sources.

The sentiment analysis, although it does not attest to statistical accuracy, showed a largely positive receptivity from *jusagrarists* towards the implementation of the PES for pasture-based livestock farming carried out in the Pampa biome. Because, despite concerns such as environmental oversight and the ecological agenda, they still express strong confidence. Lawyers who work in the area believe that the adoption of sustainable practices can reduce the villainization of rural producers, despite challenges such as misinformation, which largely overcome negative emotions.

As the PES institute still remains almost unheard of, given the recent enactments of supplementary ordinary laws, it is natural for other related research to rise in academia. It is recommended to carry out another survey, the target of which would be the rural producers themselves who carry out their functions on livestock farms in the Pampa biome, to compare the conclusions of this research, and measure the alignment or mismatch between the two. What can be said is that the National Policy for Payment for Environmental Services and the National Policy for Conversion of Degraded Pastures into Sustainable Agricultural and Forestry Production Systems have applicability to sustainably managed pasture-based livestock farming in the Pampa biome.

## REFERENCES

- ABRAMOVAY, R.; MATTE, A.; SANSEVERINO, E.C.; RITT, A.L. e GALIANO, M.W. **Pecuária regenerativa na América Latina e no Caribe**. Cátedra Josué de Castro da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. 2023.
- ALBUQUERQUE, R.D. e GOMEZ, J.R.M. **THE RURAL ENVIRONMENTAL REGISTRY (CAR): AGRO-STRATEGIES AND COMMODIFICATION OF NATURE THROUGH THE NEW FOREST CODE**. REVISTA PEGADA, Vol. 21. 2020.
- ANDRADE, B.O.; BONILHA, C.L.; OVERBECK, G.E.; VÉLEZ-MARTIN, E. e ROLIM, R.G. *et al.*

- Classification of South Brazilian grasslands:** implications for conservation. *Appl Veg Sci* 22:168–184. <https://doi.org/10.1111/avsc.12413> . 2018.
- BABBIE, E. **Métodos de pesquisas de survey**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. (7° edição). São Paulo: Editora Almedina, 2011.
- BARCELLOS, J.O.J. *et al.* **A bovinocultura de corte frente a agriculturização no sul do Brasil**. In: CICLO DE ATUALIZAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA – CAMEV, 11., 2004, Lages. Anais [...]. Lages: Centro Agroveterinário de Lages – CAV, UDESC, 2004.
- BENOIT K, WATANABE K, WANG H, NULTY P, OBENG A, MÜLLER S, MATSUO A. **Quanteda: An R package for the quantitative analysis of textual data.** *Journal of Open Source Software*, 3(30), 774. 2018. doi:10.21105/joss.00774
- BOLDRINI, I.I. **Por que e para que conservar o Pampa?** In: Anais do I Congresso sobre o Bioma Pampa: Reunindo Saberes, 2020, Pelotas, RS, Orgs Althen Teixeira Filho, A.; Winckler, L. Pelotas: Editora UFPel, 2020.
- BORGES-ALMEIDA, K. *et al.* **Evaluating the effects of pastureland and cropland on wild small mammals in the Brazilian Cerrado**. 2018. 10.13140/RG.2.2.35268.99202.
- BORTOLUZZI, L.R. & SOUZA, M.V. **O dia do Pampa**. *Biodiv. Pampeana* 5(2):1-2. 2007.
- BRAZIL. **Constitution of the Federative Republic of Brazil**, Oct.05.1988, D.O.U. (Braz.).
- BRAZIL. **Federal Law nº 6.938/81**, D.O.U. (Braz.) 1981.
- BRAZIL. **Federal Law No. 12.,651/12**, Ja.13.2021, D.O.U. (Braz.)
- BRAZIL. **Federal Law No. 14,119/21**, Ja.13.2023, D.O.U. (Braz.)
- BRAZIL. **Decree Federal Law No. 11,814/23**, of 13.ja.2023, D.O.U. (Brazil.)
- CARNEIRO, M.R.O. **Gerações e sociedade: ontem, hoje e amanhã**. Editora Licuri, p. 38-49, 2023.
- CARVALHO, P.C.F. *et al.* **Animal production and soil characteristics from integrated crop-livestock systems: toward sustainable intensification**. *J. Anim. Sci.* 96, 3513–3525. 2018.
- CARVALHO, P.C.F. *et al.* **Produção Animal no Bioma Campos Sulinos**. *Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science*, Viçosa, v. 35, n. Sup. Esp. 2006.
- CEZIMBRA, I.M. *et al.* **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, 2021.
- COELHO, N.R. *et al.* **Panorama das iniciativas de pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil**. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 26, p. 409-415, 2021.
- COSTANZA, *et al.* **The value of the world's ecosystem services and natural capital**. *Nature* 387, 253–260. 1997.
- CUNHA, L. L. *et al.* **Relevance of sward structure and forage nutrient contents in explaining methane emissions from grazing beef cattle and sheep**. *Science of the total environment*, Amsterdam, v. 869, [art.] 161695, apr. 2023.
- ESTEBAN, I.G.; FERNÁNDEZ, E.A. **Fundamentos y técnicas de investigación comercial**. 12. ed. Madrid: ESIC editorial, 2014.

- ECHER, R. *et al.* **Usos da terra e ameaças para a conservação da biodiversidade no bioma Pampa**, Rio Grande do Sul. Revista Thema, Pelotas, v. 12, n. 2, 2016.
- FEINERER I, HORNIK K **tm**: Text Mining Package. R package version 0.7-11, 2023. Disponível em <https://CRAN.R-project.org/package=tm> acesso em março de 2024.
- FELTRAN-BARBIERI, R. e FÉRES, J.G. **Degraded pastures in Brazil**: improving livestock production and forest restoration. R. Soc. Open Sci. 2021
- FIGUEIRA, P. **Terras regularizadas no Brasil**. Em IFBrasil. 2023.
- OVERBECK, G.E. *et al.* **Placing Brazil's grasslands and savannas on the map of science and conservation**, Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, Volume 56, 2022.
- GIL, S.O. *et al.* **Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos e sua relação com a Agricultura**: revisão bibliométrica dos últimos 10 anos (2007-2017), In: VI Simpósio da Ciência do Agronegócio, Anais... 2018.
- GLAVIC, P. e LUKMAN, R.. **Review of sustainability terms and their definitions**. Journal of Cleaner Production 15. 2007.
- GONÇALVES, A.I.Q.; CERESÉR, C.P. **Environmental Function of Rural Property and Agrarian Contracts**. São Paulo: Liv. e Ed. Universitária de Direito. 2013.
- HASENACK, H. *et al.* **Biophysical delineation of grassland ecological systems in the State of Rio Grande do Sul, Southern Brazil**. Iheringia, Série Botânica., v. 78, 2023.
- KAUR, H., MANGAT, V. and NIDHI, **A survey of sentiment analysis techniques**, 2017 International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC), Palladam, India, 2017
- IBGE - Brazilian Institute of Geography and Statistics. (2019) **Biomes and coastal-marine system of Brazil**: compatible with the 1:250,000 scale. Coordination of Natural Resources and Environmental Studies. - Rio de Janeiro: IBGE. 2019.
- JAURENA, M. *et al.* **Native Grasslands at the Core**: A New Paradigm of Intensification for the Campos of Southern South America to Increase Economic and Environmental Sustainability. Front. Sustain. Food Syst. 2021
- JOCKERS ML **Syuzhet**: Extract Sentiment and Plot Arcs from Text. 2015. Disponível em <https://github.com/mjockers/syuzhet> Acesso em março de 2024.
- JOLY, C.A. *et al.* **Apresentando o diagnóstico brasileiro de biodiversidade e serviços ecossistêmicos**. In: JOLY, C.A. *et al.* (Ed.). 1º Diagnóstico brasileiro de biodiversidade e serviços ecossistêmicos. São Carlos, SP: Editora Cubo, 2019.
- KAY, S. *et al.* **Economic evaluation of ecosystem services in European landscapes with and without agroforestry systems**. Ecosystem Services, v. 36. 2019.
- KORTING, M.S. **Cadastro ambiental rural**: instrumento de regularização ambiental e seus efeitos no sudeste paraense. 2021. 220 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade) - Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2021.
- LAMPERT, V.N. *et al.* **Modelling beef cattle production systems from the Pampas in Brazil to assess intensification options**. Scientia Agricola, v. 77, n. 4, 2020.
- LANG D, CHIEN G **wordcloud2**: Create Word Cloud by 'htmlwidget'. R package version 0.2.1, 2018. Disponível em <https://CRAN.R-project.org/package=wordcloud2> Acesso em março de 2024.

- LATHAM, J. et al. Global land cover share (GLC-SHARE) database beta-release version 1.0-2014. FAO: Rome, Italy, v. 29, 2014.
- MALAFIA, G.C. *et al.* **Analysis of the Inter-Organizational Configurations of Gaucho Beef Cattle Farming.** In: International Food and Agribusiness Management Association Proceedings 16th Annual World Food & Agribusiness Symposium, Buenos Aires – Argentina, 2006.
- MAPBIOMAS - **Coleção 7** da série anual de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil. 2023
- MARCONI, M.A. e LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica** 5.–ed. - São Paulo : Atlas 2003.
- MATTE, A. e WAQUIL, P.D. **Productive changes in Brazilian Pampa:** impacts, vulnerabilities and coping strategies. *Nat Hazards*. 102. 2020
- MIÑARRO, F.O. *et al.* **Río de la Plata Grasslands or Pampas & Campos** (Argentina, Uruguay and Brazil). 2008.
- MODERNELO, *et al.* **Identification of beef production farms in the Pampas and Campos area that stand out in economic and environmental performance.** *Ecological Indicators*, v. 89. 2018
- MODERNELO, P. *et al.* **Land use change and ecosystem service provision in Pampas and Campos grasslands of southern South America.** *Environ. Res. Lett.* 11. 2016
- NABINGER, C., e JACQUES, A. V.A. **A questão da pecuária em campo nativo do bioma Pampa:** contexto geral. In: Carvalho, P.C.F. *et al.* (Eds.) *Nativão: + de 30 anos de pesquisa em campo nativo.* Editora de Livros Ltda., Porto Alegre: 2019.
- OLIVEIRA, *et al.* **Agricultural land use change in the Brazilian Pampa Biome:** the reduction of natural grasslands. *Land Use Policy* 63. 2017
- OVERBECK, G.E. *et al.* **Os Campos Sulinos:** um bioma negligenciado In: Pillar, V. P. *et al.* *Campos Sulinos conservação e uso sustentável da biodiversidade.* Brasília DF. 2009.
- OVERBECK, G. *et al.* **A restauração ecológica dos campos do bioma Pampa:** Avanços e desafios na Década da Restauração de Ecossistemas. *Bio Diverso*, v. 3, n. 1, p. 115-139, 2023.
- PARRA, R.A. **Agronegócio, sustentabilidade e a Agenda 2030:** a relação entre economia verde, Código Florestal e poder judiciário. Londrina, PR: Thoth. 2020.
- PILLAR, V.P. Parecer emitido nos autos da ação civil pública nº 001/1150122787-5, em tramitação na 10ª. Vara da Fazenda Pública de Porto Alegre, em que figura como autor o Ministério Público do estado do Rio Grande do Sul e, como réus, o estado do Rio Grande do Sul, a Farsul, a Fetag e a Federarroz. 2015
- RANGEL, C.C.; STRADIOTTI JÚNIOR, D. e CÓSER, A.C. **ANIMAIS EM EXTINÇÃO NO BIOMA PAMPA.** In: *Animais Silvestre Vida e Manejo II: animais em extinção em biomas [recurso eletrônico].* Stradiotti Júnior, D.; Cóser, A.C. e Stradiotti, C.G.P. org. Alegre, ES: CAUFES, 2015.
- RIO GRANDE DO SUL. **Lei Estadual nº 15.434** de 09 de janeiro de 2020. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.al.rs.gov.br/Legis/M010/M0100018.asp?Hid\\_IdNorma=65984](http://www.al.rs.gov.br/Legis/M010/M0100018.asp?Hid_IdNorma=65984)>. Acesso em: jan. 2024.
- RODGERS, D. and WOLF, Robb. **Sacred cow:** The case for (better) meat: Why well-raised meat is good for you and good for the planet. BenBella Books, 2020
- ROSSONI, C.M. **O Cadastro Ambiental Rural (CAR):** instrumento de proteção florestal e regularização dos imóveis rurais. 2ªed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2023.
- RUVIARO *et al.* **Life cycle assessment in Brazilian agriculture facing worldwide trends.** *Journal of Cleaner*



Production, v. 28. 2012

- RUVIARO, C.F. *et al.* **Carbon footprint in different beef production systems on a southern Brazilian farm: a case study.** Journal of Cleaner Production, Volume 96. 2014.
- SANTOS, F. M. **Análise de conteúdo:** a visão de Laurence Bardin. Revista Eletrônica de Educação, v. 6, n. 1, 2012.
- SCHLEE, J.C.P. and DE BARROS, S.S.U. **Educação ambiental e biorregionalismo:** Entrelaçamentos possíveis para a conservação do bioma pampa. Revista GepesVida, v. 6, n. 15, 2020.
- SCHWEINBERGER, M. **The Language Technology and Data Analysis Laboratory (LADAL).** Brisbane: The University of Queensland, School of Languages and Cultures. 2023. Disponível em <https://slcladal.github.io/index.html> (Version 2023.09.14). Acesso em março de 2024.
- SCOONES, I. **Livestock, methane, and climate change:** The politics of global assessments. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, v. 14, n. 1, p. e790, 2022.
- SELISTRE, A.V. *et al.* **APROPAMPA:** uma organização de pecuaristas para valorização da procedência da carne bovina. In: Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Indicações Geográficas do Rio Grande do Sul registradas até março de 2021 / FERRONATTO, E.M.O. (org.). – Brasília : MAPA/AECS, 2022.
- SEVERO, C.M. and MATTE, A. **Commoning the management of the socio-ecological system of the Pampa biome:** analysis of a collective of traditional ranchers from Uruguay. Polis, Santiago, v. 19, n. 57, 2020
- SILVA, T.W. **Comunidade de aves em áreas campestres degradadas por cultivos, em processo de restauração no bioma pampa, sul do Brasil.** Porto Alegre: PUCRS. 2019
- SORIANO, A. **Rio de La Plata Grasslands.** Em Coupland RT (Ed.) Natural grasslands. Introduction and Western Hemisphere. Elsevier, Amsterdã, The Netherlands. 1991.
- STEIGLEDER, A.M. **A proteção jurídica do Bioma Pampa.** In: Anais do I Congresso sobre o Bioma Pampa. 2020.
- TELLEZ-DELGADO, R.; MORA-FLORES, J.S; MARTÍNEZ-DAMIÁN, M.A.; GARCÍA-MATA, R.; GARCÍA-SALAZAR, J.A. **Caracterización del consumidor de carne bovina en la zona metropolitana del valle de México.** AGROCIENCIA, México, v.46, p.75-86, 2012.
- UBAU (TV Agrarista). **4º Simpósio Gaúcho de Direito Agrário e Agronegócio.** Youtube, 18 de dez. 2023. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=1CFcYnu5BT8>> Acessado em março de 2024.
- WAGNER, R.S. **OPORTUNIDADES E DESAFIOS NA COORDENAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DA CARNE BOVINA GAÚCHA.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Agronegócios Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2023.
- WOLFF, L.F. **Bees and pollination:** loss of biodiversity in the Pampa Biome. In: Proceedings of the 1st Congress on the Pampa Biome: Bringing together knowledge, 2020, Pelotas, RS, Orgs. Teixeira Filho, A. and Winckler, L.T. - Pellets: Edit. UFPel. 2020
- ZHAO, Y., LIU, Z. e WU, J. **Grassland ecosystem services:** a systematic review of research advances and future directions. Landsc. Ecol. 2020.

## CAPÍTULO IV

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo reconhecido o Pampa como aquele mais negligenciado e desmatado entre os biomas brasileiros, assim como a pecuária gaúcha sustentável, enquanto fator preponderante de preservação de seus ecossistemas campestres, se estabelece o Paradoxo do Pastoreio.

A principal contribuição desta tese à sociedade é de explicar a aplicabilidade da Lei de Pagamento por Serviços Ambientais, e seus marcos regulatórios, ao projetar incremento de remuneração a produtores rurais gaúchos, enquanto provedores-recebedores, que exerçam a pecuária predominantemente a pasto de maneira regenerativa e ecoeficiente.

Entre os sistemas de produção de bovinos de corte em pastagem nativa ou cultivada, pelas características botânicas e edafoclimáticas do bioma Pampa, a intensificação responsável da produtividade é sustentável. Seja por pastoreio semi-intensivo contínuo; pastoreio rotacionado; pastoreio rotatínuo (consorciados por pastagem cultivada no período hibernar, adubados, com uso de sal-proteinado, ou não). Seja pelos Sistemas Integrados de Produção Agropecuária, por Integração Lavoura-Pecuária ou Integração Lavoura-Pecuária-Floresta.

Desde que pacificado o entendimento sobre o manejo adequado de baixo impacto em Áreas de Preservação Ambiental, a bovinocultura intensiva a pastoreio, em fazendas de gado de corte situadas no bioma Pampa, tem a capacidade de prestar potenciais serviços ambientais e receber pela conservação ocasionada, para tanto, tanto o setor privado, quanto o público têm uma gama de oportunidades para efetivar o PSA e incentivar monetariamente a produção pecuária responsável e preservacionista.

O pecuarista gaúcho pode pleitear PSA's ao se comprometer com práticas sustentáveis em todas as classificações de serviços ecossistêmicos. Na categoria de Provisão, fornece um alimento nobre, a carne bovina, além de diversos subprodutos além do couro, os resíduos recicláveis. Em relação aos serviços de Regulação, contribui com o sequestro de CO<sub>2</sub> no solo, combate as mudanças climáticas pela mitigação no balanço de GEE, além de manter o equilíbrio hidrológico e a infiltração pluvial. Quanto aos serviços de Suporte, pela tolerância simbiótica, conserva o habitat da biodiversidade endêmica, ao incluir polinizadores e contribui para a regeneração

da flora. Ao aspecto Cultural, cultua as tradições históricas, gera turismo e zela pelos patrimônios cultural e paisagístico.

Por interpretação hermenêutica, a percepção dos *jusagraristas* quanto a valorização e a possibilidade dos serviços ambientais identificados, serem considerados perante a realidade dos sistemas produtivos dos pecuaristas gaúchos mediante a *survey* realizada, validou tais premissas. Sob o prisma multidisciplinar, se proporcionou o entendimento coeso das diferentes perspectivas de pecuaristas sob a ótica de acadêmicos e operadores do Direito. Identificados tanto os gargalos legais, quanto os de conhecimento para a implementação dos PSAs, seria interessante outra *survey* exploratória, para cotejar as perspectivas dos jusagraristas ao entendimento dos pecuaristas gaúchos da cadeia produtiva de carne bovina, para que se pudesse alcançar os tomadores de decisão, nas três esferas: Legislativa, Executiva e Judiciária.

Outra constatação importante se evidencia pelo desmatamento do Pampa, primordialmente pela mudança no uso do solo, ocasionado pelo desconhecimento e descaso com o bioma, posto ser aquele mais devastado. Esta apuração dá indícios de que, para que possa surtir efeitos positivos e eficazes, é mais viável que o PSA deva ser direcionado por biomas, ao invés de competências territoriais Estaduais ou da União por territorialidade política.

Sobretudo a pesquisa pretende divulgar e auxiliar novos pesquisadores, para que possam abreviar seu percurso na busca do conhecimento científico, em razão da previsível deficiência no número de obras sobre direito agrário aplicado ao agronegócio, que tratem sobre o tema PSA.

Recomenda-se o estudo científico paralelo do Decreto que versa sobre a Política Nacional para Conversão de Pastagens Degradadas em Sistemas de Produção Agropecuários e Florestais Sustentáveis, que necessita de um acompanhamento agrônomo para ser levado a efeito.

Ao final, as informações, publicação de dados, conceitos e conclusões colhidas têm o condão de ser incentivo para a publicação de artigos e livros a respeito, posto o ineditismo do instituto empenhado na prática pecuária sustentável, sobre o Paradoxo do Pastoreio.

## REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R. *et al.* **Pecuária regenerativa na América Latina e no Caribe**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2023.
- ABSON, D. J. *et al.* Ecosystem services as a boundary object for sustainability. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 103, p. 29-37, 2014.
- ADEGBEYE, M. J. *et al.* Sustainable agriculture options for production, greenhouse gasses and pollution alleviation, and nutrient recycling in emerging and transitional nations - An overview. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 242, [art.] 118319, 2020.
- ALBICETTE, M. M. *et al.* Co-innovation in family-farming livestock systems in Rocha, Uruguay: a 3-year learning process. **Outlook on Agriculture**, London, v. 46, n. 2, [p. 1-13], 2017.
- ALBUQUERQUE, R. D.; GOMEZ, J. R. M. **The rural environmental registry (CAR): agro-strategies and commodification of nature through the new forest code**. **Revista Pegada**, Presidente Prudente, v. 21, p. 45-65, 2020.
- ALLEN, V. G. *et al.* An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 66, n. 1, p. 2-28, 2011.
- ALTMANN, A. O desenvolvimento sustentável e os serviços ambientais. *In*: RECH, A. U.; ALTMANN, A. (org.). **Pagamento por serviços ambientais: imperativos jurídicos e ecológicos para a preservação e restauração das matas ciliares**. Caxias do Sul: EDUCS, 2009. p. 57-106.
- ANDRADE, B. O. *et al.* Classification of South Brazilian grasslands: implications for conservation. **Applied Vegetation Science**, Bethesda, v. 22, n. 1, p. 168–184, 2018.
- ANTONELLI, A. *et al.* Conceptual and empirical advances in Neotropical biodiversity research. **PeerJ**, Corte Madera, v. 6, [art.] e5644, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.7717/peerj.5644>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- ASSIS, A. Indenização do dano moral. **Revista Jurídica: doutrina, legislação, jurisprudência**, Porto Alegre, v. 45, n. 236, p. 5-14, 1997.
- ASSUNÇÃO, F. O. **El gaucho: estudio socio-cultural**. Montevideo: Direccion General de Extension Universitaria, Division Publicaciones y Ediciones, 1978.
- BABBIE, E. **Métodos de pesquisas de survey**. Belo Horizonte: UFMG, 2001.
- BACHA, C. J. C. **Economia e política agrícola no Brasil**. Campinas: Alínea, 2018.
- BAGGIO, R. *et al.* To graze or not to graze: a core question for conservation and sustainable use of grassy ecosystems in Brazil. **Perspectives in Ecology and Conservation**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 256-266, 2021.
- BALAZINA, A. Área verde obrigatória pode ser útil ao produtor. **O Estado de S. Paulo**, São Paulo, 14 fev. 2010. Caderno Vida &, A18.
- BÁRBARO, N. *et al.* **First measurements of methane emitted by grazing cattle of the Argentinean beef system**. New Zealand: New Zealand Journal of Agricultural Research, 2008.
- BARBERO, R. P. *et al.* Potencial de produção de bovinos de corte em pastagens tropicais: revisão de literatura. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 22, [art.] e-69609, 2021.
- BARCELLOS, J. O. J.; OLIVEIRA, T. E. Sustentabilidade: uma visão de dimensões integradas. *In*: BARCELLOS, J. O. J. *et al.* **Bovinocultura de corte: cadeia produtiva e sistemas de produção**. 2. ed. Guaíba: Agrolivros, 2019. p. 47-49.

- BARCELLOS, J. O. J.; ZAGO, D. O desafio das dietas na produção de carcaça e carne de qualidade. *In: BARCELLOS, J.O.J.et al. **Bovinocultura de corte: cadeia produtiva e sistemas de produção.*** 2. ed. Guaíba: Agrolivros, 2019. p. 199-202.
- BARCELLOS, J. O. J. *et al.* A bovinocultura de corte frente a agriculturização no sul do Brasil. *In: CICLO DE ATUALIZAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA – CAMEV*, 11., 2004, Lages. **Anais [...]**. Lages: Centro Agroveterinário de Lages–CAV, UDESC, 2004.
- BARCELLOS, J. O. J. *et al.* Aspectos estruturais e tecnológicos da cadeia produtiva da carne bovina o Brasil. *In: DOMÍNGUEZ, R. N. et al. **La ganadería en América Latina y el Caribe: alternativas para la producción competitiva, sustentable e incluyente de alimentos de origen animal.*** México: Editorial del Colegio de Postgraduados, 2015. p. 81-106.
- BARNES, A. *et al.* Energy Flux: the link between multitrophic biodiversity and ecosystem functioning. **Trends in Ecology & Evolution**, Barking, v. 33, n. 3, p. 186–197, 2018.
- BARROS, W. P. **Das dimensões jurídicas da água.** Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2015.
- BARZAN, F. R.; BELLIS, L. M.; DARDANELLI, S. Livestock grazing constraints bird abundance and species richness: a global meta-analysis. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v. 56, p. 289–298, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.baae.2021.08.007>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- BAYMA, A. P. *et al.* Biodiversidade. *In: IBAMA. Relatório de qualidade do meio ambiente: RQMA: Brasil 2020.* Brasília, DF: IBAMA, 2022.
- BECOÑA, G.; ASTIGARRAGA, L.; PICASSO, V. D. Greenhouse gas emissions of beef cow calf grazing systems in Uruguay. **Sustainable Agriculture Research**, Toronto, v. 3, n. 2, p. 89-105, 2014.
- BELARMINO, L. C. *et al.* Impactos agroeconômicos da produção e ampliação da soja no bioma pampa. *In: TOSTO, S.G. et al. (ed.). **Caracterização e avaliação econômica de sistemas de produção e cultivo de grãos em biomas brasileiros.*** Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 98–115.
- BENAZZI, E. S.; LEITE, L. F. C. Solo e o complexo desafio da segurança alimentar. *In: SOUZA, H. A.; LEITE, L. F. C.; MEDEIROS, J. C. (ed.). **Solos sustentáveis para a agricultura no Nordeste.*** Brasília, DF: Embrapa, 2021. p. 25–52.
- BERKEL, D. B.; VERBURG, Peter. Spatial quantification and valuation of cultural ecosystem services in an agricultural landscape. **Ecological Indicators**, New York, v. 37, p. 163-174, 2014.
- BERRETTA, E. J. *et al.* Campos in Uruguay. *In: LEMAIRE, G. et al. (ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology.*** Wallingford-Oxon: CAB Intern, 2000. p. 377-394.
- BIGGS, N. B. *et al.* Payments for ecosystem services within the hybrid governance model: evaluating policy alignment and complementarity on California rangelands. **Ecology and Society**, [Ottawa], v. 26, n. 1, [art.] 19, 2021.
- BLUMETTO, O.; RUGGIA, A.; TISCORNIA, G. Reconciling the design of livestock production systems and the preservation of ecosystems. *In: ACCORSI, R.; BHAT, R. (ed.). **Sustainable development and pathways for food ecosystems.*** London: Academic Press, 2023. p. 69-114.
- BOLDRINI, I. I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. *In: PILLAR, V. D. (ed.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade.*** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 63–77.
- BOLDRINI, I. I. Por que e para que conservar o Pampa? *In: CONGRESSO SOBRE O BIOMA PAMPA: REUNINDO SABERES*, 1., 2020, Pelotas- RS. **Anais.** Pelotas: Editora UFPel, 2020. p. 12-29.

- BOLDRINI, I. I. *et al.* **Bioma Pampa**: diversidade florística e fisionômica. Porto Alegre: Pallotti, 2010. 64 p.
- BOLDRINI, I. I.; OVERBECK, G. E.; TREVISAN, R. Biodiversidade de plantas. *In*: PILLAR, V. D.; LANGE, O. (ed.). **Os campos do sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos-UFRGS, 2015.
- BOMMARCO, R.; KLEIJN, D.; POTTS, S. Ecological Intensification: harnessing ecosystem services for food security. **Trends in Ecology & Evolution**, Barking, v. 28, n. 4, p. 230-238, 2012.
- BORTOLUZZI, L. R.; SOUZA, M. V. O dia do Bioma Pampa. **Biodiversidade Pampeana**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 1-2, 2007.
- BRAGAGLIO, A. *et al.* Environmental impacts of Italian beef production: a comparison between different systems. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 172, p. 4033-4043, 2018.
- BRANDÃO, F. S. *et al.* Confiança e agregação de valor em carnes com indicação geográfica. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 2, p. 458-464, 2012.
- BRASIL. Decreto Federal nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Approva o código florestal que com este baixa. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Rio de Janeiro, p. 2882, 9 fev. 1934.
- BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo código florestal. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, p. 9529, 16 set. 1965.
- BRASIL. Decreto 1.901, de 9 de maio de 1996. Promulga o Protocolo Adicional ao Tratado de Assunção sobre a Estrutura Institucional do MERCOSUL (Protocolo de Ouro Preto), de 17 de dezembro de 1994. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, p. 8009, 10 maio 1996.
- BRASIL. Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, p. 1, 13 fev. 1998.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. **Guia alimentar para crianças brasileiras menores de 2 anos**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2019.
- BRUNDTLAND, G. *et al.* **Our common future**: the World commission on environment and development. Oxford: Oxford University, 1987.
- CAMARANO, A. A.; ABRAMOVAY, R. **Êxodo rural, envelhecimento e masculinização no Brasil**: panorama dos últimos 50 anos. Rio de Janeiro: IPEA, 1999. (Textos para Discussão, 621).
- CANELLAS, C. L.; MENEGASSI, S. R. O.; BARCELLOS, J. O. J. Raças puras, cruzamentos e o sistema de produção. *In*: BARCELLOS, J. O. J. *et al.* (ed.). **Bovinocultura de corte**: cadeia produtiva e sistemas de produção. 2. ed. Guaíba: Agrolivros, 2019. p. 78-81.
- CAPPELLI, S. *et al.* Valoração econômica de danos ao patrimônio cultural. *In*: BRASIL. Conselho Nacional do Ministério Público. **Diretrizes para valoração de danos ambientais**. Brasília, DF: CNMP, 2021. p. 117-152.
- CARAM, N. *et al.* Studying beef production evolution to plan for ecological intensification of grazing ecosystems. **Agricultural Systems**, Barking, v. 205, [art.] 103582, 2023.
- CARDUCCI, C. E. *et al.* Análise do ciclo de vida e balanço de carbono em sistemas de produção cafeeira do cerrado mineiro, BRASIL. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, Jundiá, v. 4, n. 12, [art.] e4124690, 2023. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/4690>. Acesso em: 10 mar. 2024.

CARRERA, R. R. **Teoría agrobiológica del derecho agrario**. Buenos Aires: Depalma, 1978.

CARROZZA, A. **Lezioni di diritto agrario I: elementi di teoria generali**. Milano: Giuffrè Editore, 1973.

CARVALHO, J. S. *et al.* Evolução de atributos físicos, químicos e biológicos em solo hidromórfico sob sistemas de integração lavoura-pecuária no bioma Pampa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 51, n. 9, p. 1131-1139, 2016.

CARVALHO, P. C. F. Estratégias nutricionais para bovinos a pasto. *In: JORNADA NESPro*, 16., SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 5., 2021, Porto Alegre. **Anais eletrônicos**. Porto Alegre: UFRGS, 2021.

CARVALHO, P. C. F. *et al.* A. Produção animal no Bioma Campos Sulinos. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 43., 2006, João Pessoa. **Anais eletrônico**. João Pessoa: SBZ, 2006. p. 125-164.

CARVALHO, P. C. F.; SANTOS, D. T.; NEVES, F. P. Produção animal no bioma Campos Sulinos. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 43., 2006, João Pessoa. **Anais eletrônico**. João Pessoa: SBZ, 2006. p. 125-164.

CARVALHO, C. A. Ocupação e uso de terras no Brasil a partir do Cadastro Ambiental Rural – CAR. **Revista da APEAESP**, São Paulo, p. 1-13, 13 out. 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/169283/1/4882>. Acesso em: 24 jun. 2024.

CARVALHO, P. C. F. *et al.* Animal production and soil characteristics from integrated crop-livestock systems: toward sustainable intensification. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 96, n. 8, p. 3513-3525, 2018.

CARVALHO, P. C. F. Can grazing behaviour support innovations in grassland management? *In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS (REVITALISING GRASSLANDS TO SUSTAIN OUR COMMUNITIES)*, 22., 2013, Sydney, Australia. **Proceedings of the [...]**. Sydney: New South Wales, 2013. Disponível em: <https://uknowledge.uky.edu/igc/22/2-4/1>. Acesso em: 10 mar. 2024.

CASTILLO, D. F.; LUCHERINI, M.; CASANAVE, E. B. Denning ecology of M'lina's hog-nosed skunk in a farmland area in the Pampas grassland of Argentina. **Ecological Research**, Sakura-mura, v. 26, n. 4, p. 845-850, 2011. Disponível em: <https://doi-org.ez45.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11284-011-0855-y>. Acesso em: 10 mar. 2024.

CEREZO, A.; CONDE, M. C.; POGGIO, S. L. Pasture area and landscape heterogeneity are key determinants of bird diversity in intensively managed farmland. **Biodiversity and Conservation**, Dordrecht, v. 20, p. 2649-2667, 2011. Disponível em: <https://doi-org.ez45.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10531-011-0096-y>. Acesso em: 10 mar. 2024.

CEZAR, I. M. *et al.* **Sistemas de produção de gado de corte no Brasil: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2005. 19 p. (Documentos, 151).

CEZIMBRA, I. M. *et al.* 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**, Amsterdam, v. 780, [art.] 146582, 2021.

CHEUICHE, A. **Agropecuária: vocação Rio-Grandense de todos os tempos**. Porto Alegre: Edição do Autor, 2018.

CHIBANDA, C. *et al.* The typical farm approach and its application by the Agri Benchmark Network. **Agriculture**, Basel, v. 10, n. 12, [art] 646, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture10120646>. Acesso em: 10 mar. 2024.



- CHOMITZ, K.; BRENES, E.; CONSTANTINO, L. Financing environmental services: the Costa Rican experience and its implications. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 240, p. 157-169, 1999.
- CIPOLAT, C.; BIDARTE, M. V. D. Rural development and countryside diversification: study on rural tourism practices in the Brazilian Pampa Biome region. **Turismo, Visão e Ação**, Balneário Camboriú, v. 24, n. 1, p. 25-45, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.14210/rtva.v43n1>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- CLARAMUNT, M.; MEIKLE, A.; SOCA, P. Metabolic hormones, grazing behaviour, offspring physical distance and productive response of beef cow grazing at two herbage allowances. **Animal**, London, v. 14, n. 7, p. 1520-1528, 2020.
- COLLARES, B. B. *et al.* Análise comparativa do lucro e risco de sistemas agropecuários na campanha gaúcha. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 90981-90997, 2020.
- CMED - COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991.
- CORREA, R. *et al.* **Vocabulário Sul-Riograndense**. Porto Alegre: Ed. Globo, 1964.
- CORTÉS-CAPANO, G. *et al.* **Degradación y gestión sostenible del campo natural en el Uruguay: resultados de una evaluación participativa en el norte del país**. Montevideo: FAO, CAF y MGAP, 2020.
- COSTANZA, R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, London, v. 387, p. 253–260, 1997.
- COSTANZA, R. *et al.* Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go? **Ecosystem Services**, Amsterdam, v. 28, pt. A, p. 1-16, Dec. 2017.
- COUTINHO, D. Um segmento vital na cadeia produtiva da carne bovina: a reciclagem animal. *In*: JORNADA NESPro, 14., 2019, Porto Alegre. **Anais eletrônicos**. Porto Alegre: UFRGS, 2019.
- CUNHA, L. L. *et al.* Relevance of sward structure and forage nutrient contents in explaining methane emissions from grazing beef cattle and sheep. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 869, [art.] 161695, Apr. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161695>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- DAILY, G. C. **Nature's services: societal dependence on natural ecosystems**. Washington, DC: Island Press, 1997.
- DALE, V. H.; POLASKY, S. Measure of the effects of agricultural practices on ecosystem services. **Ecological Economics: the Trans Disciplinary Journal of the International Society for Ecological Economics**, New York, v. 64, p. 286-298, 2007.
- DE GROOT, R. Environmental functions as a unifying concept for ecology and economics. **Environmentalist**, New York, v. 7, p. 105-109, 1987.
- DE GROOT, R. S.; BRAAT, L. e COSTANZA, R. A short history of the ecosystem services concept. *In*: BURKHARD, B.; MAES, J. (ed.). **Mapping ecosystem services**. Sofia: Pensoft Publishers, 2017. cap. 2.1, p. 31-34.
- DEBLITZ, C. Agri benchmark: benchmarking beef farming systems worldwide. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE AUSTRALIAN AGRICULTURAL AND RESOURCE ECONOMICS SOCIETY, 54., 2010, Adelaide, Australia. **Proceedings of the [...]**. Canberra: Australian Agricultural and Resource Economics Society, 2010. p. 1-20.

DERNER, J. D.; AUGUSTINE, D. J. Adaptive management for drought on rangelands. **Rangelands**, Denver, v. 38, n. 4, p. 211-215, 2016.

DIAS, F. S. Utilizando sistemas pastoris intensivos na produção de gado de corte. *In*: SEMINÁRIO BEEF SUMMIT SUL 2014, 2014, Porto Alegre, RS, Brasil. [**Palavras apresentadas**]. [S. l.: s. n.], 2014. Disponível em: <https://www.sympla.com.br/evento/beefsummit-sul-2014/17177?referrer=www.google.com.br>. Acesso em: 10 mar. 2024.

DI-BERNARDO, M.; BORGES-MARTINS, M.; OLIVEIRA, R. B. Répteis. *In*: FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A.; REIS, R. E. (org.). **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, EDIPUCRS, 2003. p. 165-188.

DICK, M.; SILVA, M. A. DEWES, H. Mitigation of environmental impacts of beef cattle production in southern Brazil – evaluation using farm-based life cycle assessment. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 87, p. 58-67, 2015.

DICK, M. *et al.* Environmental impacts of Brazilian beef cattle production in the Amazon, Cerrado, Pampa, and Pantanal Biomes. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 311, [art.] 127750, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127750> . Acesso em: 10 mar. 2024.

DO CARMO, M. *et al.* Demonstrating control of forage allowance for beef cattle grazing Campos grassland in Uruguay to improve system productivity. **Tropical Grasslands-Forrajés Tropicales**, Cali, v. 7, p. 35-47, 2019.

DOBSON, N. L. T'e EU's conditioning of the 'extraterritorial' carbon footprint: a call for an integrated approach in trade law discourse. **RECIEL**, Chichester, v. 27, n. 1, p. 75-89, 2018.

DONG, S. *et al.* (ed.). **Building resilience of human-natural systems of pastoralism in the developing world**. Cham: Springer, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-30732-9>. Acesso em: 10 mar. 2024.

DUMONT, B.; GROOT, J. C. J.; TICHIT, M. Make ruminants green again – how can sustainable intensification and agroecology converge for a better future? **Animal**, London, v. 12, p. s210-s219, 2018. Supl. 12.

ECHER, R. *et al.* Usos da terra e ameaças para a conservação da biodiversidade no bioma Pampa, Rio Grande do Sul. **Revista Thema**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 4-13, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/318>. Acesso em: 10 mar. 2024.

EHRlich, P. R.; MOONEY, H. A. Extinction, substitution, and ecosystem services. **BioScience**, Oxford, v. 33, p. 248-254, 1983.

EHRlich, P. R.; EHRlich, A. H. **Extinction**: the causes and consequences of the disappearance of species. New York: Random House, 1981.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Indicadores de desempenho da pecuária de corte**. [Brasília, DF]: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/176072/1/Indicadores-dedesempenho-na-pecuaria-de-corte.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **O futuro da cadeia produtiva da carne bovina brasileira**: uma visão para 2040. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2020.

ENGEL, S.; PAGIOLA, S.; WUNDER, S. Designing payments for environmental services in theory and practice: an overview of the issues. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 65, p. 663-674, 2008.

EPA - UNITES STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Climate change**: basic information. Washington, DC: EPA, 2016.

ESTEBAN, I. G.; FERNÁNDEZ, E. A. **Fundamentos y técnicas de investigación comercial**. 12. ed. Madrid: ESIC Editorial, 2014.

FAGUNDES, G. Rumbiando. Intérprete e Compositor: Glênio Fagundes. *In: O Teatino - Telurismo v. 2: Pátria Y Querência*. São Paulo: Continental, 1973. LP 1.35.404.013. 1 disco vinil. Stereo.

FALCÃO, M. P.; NOA, M. **Definição de florestas, desmatamento e degradação florestal no âmbito do REDD+**. Maputo: [s. n.], 2016. Disponível em: 1528267239-Relatorio definicao de floresta V5\_19.10.2016.pdf (biofund.org.mz). Acesso em: 10 mar. 2024.

FALEIRO, E. A. *et al.* Manejo integrado de capim-annoni (*Eragrostis plana* Nees): associando ferramentas do controle químico e fisiologia da planta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 51, n. 2, [art.] e20200271, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200271>. Acesso em: 10 mar. 2024.

FALEIRO, E. A. *et al.* Eficiência de métodos individuais e integrados no controle de capim-annoni. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 52, n. 9, [art.] 20210490, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210490>. Acesso em: 10 mar. 2024.

FALKENBERG, L. Agronegócio e o direito ambiental. *In: PARRA, R. A. (org.) Direito aplicado ao agronegócio: uma abordagem multidisciplinar*. Londrina, PR: Thoth, 2019. p. 255-270.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Livestock's long shadow**: environmental issues and options. Rome: FAO, 2006.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Tackling climate change through livestock**: a global assessment of emissions and mitigation opportunities. Rome: FAO, 2013.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The future of food and agriculture**—trends and challenges. Rome: FAO, 2017.

FELTRAN-BARBIERI, R.; FÉRES, J. G. Degraded pastures in Brazil: improving livestock production and forest restoration. **Royal Society Open Science**, London, v. 8, n. 7, [art.] 201854, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rsos.201854>. Acesso em: 10 mar. 2024.

FERNANDES, A. M. *et al.* Insights of innovation and competitiveness in meat supply chains. **International Food and Agribusiness Management Review**, College Station, v. 22, n. 3, p. 413-427, 2019.

FERNANDES, A. M. *et al.* O paradoxo entre serviços ecossistêmicos e a produção de carne bovina. *In: SIMPÓSIO DA CIÊNCIA DO AGRONEGÓCIO*, 6., 2018, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: UFRGS, 2018. p. 1-10.

FERNANDES, M. **Pastagem nativa é reserva legal**. [S. l.]: Portal Direito Ambiental, 2016. Disponível em: <https://direitoambiental.com/pastagem-nativa-e-reserva-legal/#>. Acesso em: 10 mar. 2024.

FERRAZ, J. B. S. Um programa de cruzamentos para produzir carne no Brasil tropical: a função do *Bos taurus*. *In: JORNADA NESPRO*, 15., 2020, Porto Alegre. **Anais eletrônico**. Porto Alegre: UFRGS, 2020.

FERRAZ, R. P. D. *et al.* **Marco referencial em serviços ecossistêmicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199960/1/Marco-Referencial-em-Servicos-Ecossistemicos-2019.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024.

FERREIRA, E. T. *et al.* Terminação de novilhos de corte angus e mestiços em pastagem natural na região da campanha do RS. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, p. 2048-2057, 2011.

FIGUEIRA, P. **Terras regularizadas no Brasil**. [S. l.]: FBrasil, 2023. Disponível em: <http://if.org.br/terras-regularizadas-no-brasil/>. Acesso em: 10 mar. 2024.

FORMOSO, D. **Degradación y gestión sostenible del campo natural en el Uruguay**: resultados de una evaluación participativa en el sureste del país. Montevideo: FAO, CAF y MGAP, 2020.

FOX, J. A.; PEREZ, L.; BOLAND, M. **Grassfed certification**: the case of Pastizal Uruguayan beef industry. Disponível em: <https://ageconsearch.umn.edu/record/94454?v=pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024.

FREITAS, D. S.; OLIVEIRA, T. E.; OLIVEIRA, J. M. Sustainability in the Brazilian Pampa Biome: a composite index to integ108ast beef production, social equity, and ecosystem conservation. **Ecological Indicators**, New York, v. 98, p. 3317-3326, 2019.

FRIES, L. A. Genética de gado de corte orientada para lucratividade. *In*: LOBATO, J. F. P.; BARCELLOS, J. O. J.; KESSLER, A. M. **Produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: EDI-PUCRS, 1999. p. 193-234.

GABELLA, J. I., LOPEZ, F.; ALAMO, M. A. Agroecological transition in extensive production of the semi-arid pampa region of Argentina. **RIA - Revista de Investigaciones Agropecuarias**, Buenos Aires, v. 45, n. 1, p. 52-60, 2019.

GENRO, T. C. M. *et al.* Consumo, emissão de metano, desempenho animal e dinâmica de carbono em pastagem natural. *In*: REUNIÓN DEL GRUPO TÉCNICO EM FORRAGERAS DEL COMO SUR - GRUPO CAMPOS, 24., 2017, Tacuarembó – Uruguay. **Anais**. Tacuarembó: INIA – UDELAR, 2017. p. 41-46.

GEORGESCU-ROEGEN, N. Economic theory and agrarian economics. **Oxford Economic Papers**, Oxford, v. 12, n. 1, p. 1-40, 1960.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **O decrescimento**: entropia, ecologia, economia. São Paulo: SENAC, 2012.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **The energetic theory of economic value**: a topical economic fallacy. Nashville: Vanderbilt University, 1982. (Working Paper, n. 82-W16).

GEORGESCU-ROEGEN, N. **The entropy law and the economic process**. Cambridge: Harvard University, 1971.

GHIDINI, R.; MORMUL, N. M. Revolução agrícola neolítica e o surgimento do Estado classista: breve reconstrução histórica. **Revista de Ciências do Estado**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 1-20, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revce/article/view/e19725>. Acesso em: 10 mar. 2024.

GIANEZINI, M. *et al.* Sustainability and market orientation in the Brazilian beef chain. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Libertyville, v. 4, p. 249-260, 2014.

GIL, S. O. *et al.* Pagamento por serviços ambientais hídricos e sua relação com a agricultura: revisão bibliométrica dos últimos 10 anos (2007-2017). *In*: SIMPÓSIO DA CIÊNCIA DO AGRONEGÓCIO, 6., 2018, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: UFRGS, 2018. p. 60-71.

GLAVIC, P.; LUKMAN, R. Review of sustainability terms and their definitions. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 15, p. 1875-1885, 2007.

- GODFRAY, H. C. J. The debate over sustainable intensification. **Food Security**, Dordrecht, v. 7, n. 2, p. 199-208, 2015.
- GODOY, L. S. Agrariedade – Recuperando o conceito a partir do cinema. *In*: ALMEIDA, W.C. (org.). **Direito agrário e direito do agronegócio**: estudos em homenagem à doutora Maria Cecília Ladeira de Almeida. Londrina: Thoth, 2019. p. 213-221.
- GOMES, A. S.; DANTAS NETO, J.; SILVA, V. F. Serviços ecossistêmicos: conceito e classificação. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aracajú, v. 9, n. 4, p. 12-21, 2018.
- GOMES, O. **Direitos reais**. 21. ed. ver. atual. Rio de Janeiro: Forense, 2012.
- GÓMEZ-BAGGETHUN, E. *et al.* The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 69, n. 6, p. 1209-1218, 2010.
- GONÇALVES, A. I. Q.; CERESÉR, C. P. **Função ambiental da propriedade rural e dos contratos agrários**. São Paulo: Liv. Ed. Universitária de Direito, 2013.
- GOTTSCHALL, C. S. **Desmame de bezerro de corte**: como? quando? por quê? Guaíba: Agrolivros, 2009.
- GUADAGNINI, P. M. A.; TRENTINII, R. Relação da vegetação florestal com os componentes do relevo da Serra do Caverá (Rio Grande Do Sul, Brasil) utilizando o cálculo da razão de frequência. **Ciência e Nature**, Santa Maria, v. 43, [art.] e85, 2021.
- GUTIÉRREZ, F. Damping and lag effects of precipitation variability across trophic levels in Uruguayan rangelands. **Agricultural Systems**, Barking, v. 185, [art.] 102956, 2020.
- HAINES-YOUNG, R.; POTSCHEIN, M. B. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)**: version 5.1 and guidance on the application of the revised structure. [S. l.]: EEA, 2018. Disponível em: [www.cices.eu](http://www.cices.eu). Acesso em: 10 mar. 2024.
- HART, R. D. **Agroecossistemas**: conceptos básicos. Turrialba: CATIE, 1980.
- HASENACK, H. *et al.* **Mapa de sistemas ecológicos da ecorregião das savanas Uruguaias em escala 1:500.000**. Porto Alegre: UFRGS/Centro de Ecologia, 2010. 1 mapa, color. Escala 1:500.000.
- HASENACK, H. *et al.* Bioma Pampa: oportunidades e desafios de pesquisa para o desenvolvimento sustentável. *In*: VILELA, E. F.; CALLEGARO, G. M.; FERNANDES, G. W. (org.). **Biomass e agricultura - oportunidades e desafios**. Rio de Janeiro: Vertente Edições, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900012>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- HASENACK, H. *et al.* Biophysical delineation of grassland ecological systems in the State of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Iheringia. Série Botânica**, Porto Alegre, v. 78, [art.] e2023001, 2023.
- HÄYHÄ, T.; FRANZESE, P. P. Ecosystem services assessment: a review under an ecological-economic and systems perspective. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 289, p. 124-132, 2014.
- HERINGER, I.; CARVALHO, P. C. F. Ajuste da carga animal em experimentos de pastejo: uma nova proposta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 4, p. 675-679, 2002.
- HEYDINGER, J. M. Reinforcing the ecosystem service perspective. **Ecosystems**, New York, v. 19, n. 4, p. 661-667, 2016.
- HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K. Water footprint of nations: water use by people as a function of Pastizal option pattern. **Water Resources Management**, Dordrecht, v. 21, p. 1-14, 2007.

HOEKSTRA, A. Y. *et al.* **The water footprint assessment manual: setting the global standard.** Routledge: Earthscan, 2011.

HUETING, R. *et al.* The concept of environmental function and its valuation. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 25, p. 31-35, 1998.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil**: compatível com a escala 1:250 000. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 10 mar. 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Agrícola Municipal 2021**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 10 mar. 2024.

INAC - INSTITUTO NACIONAL DE CARNES. **Dados**. [Montevideo]: INAC, 2007. Disponível em: [www.inac.gub.uy](http://www.inac.gub.uy). Acesso em: 10 mar. 2024.

INAC - INSTITUTO NACIONAL DE CARNES. **Protocolo de carne natural certificada del Uruguay**. [Montevideo]: INAC, 2014. Disponível em: [http://www.arp.org.py/images/files/2015%2004%2017%20Protocolo%20del%20PCNCU\\_v2%20DIC2014%20Uruguay%20-%20INAC.pdf](http://www.arp.org.py/images/files/2015%2004%2017%20Protocolo%20del%20PCNCU_v2%20DIC2014%20Uruguay%20-%20INAC.pdf). Acesso em: 10 mar. 2024.

INFORMATIVO NESPRO & EMBRAPA PECUÁRIA SUL: Bovinocultura de Corte no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS. NESPRO, ano 3, n. 1, 2016.

INSAUSTI, K. *et al.* Horse meat production in northern Spain: ecosystem services and sustainability in High Nature Value farmland. **Animal Frontiers**, Lausanne, v. 11, n. 2, p. 47-54, 2021. Disponível em: <https://doi-org.ez45.periodicos.capes.gov.br/10.1093/af/vfab003>. Acesso em: 10 mar. 2024.

IRIGARAY, C. T. J. H. Pagamento por serviços ecológicos e o emprego de REDD na Amazônia. *In*: LAVRATTI, P.; PRESTES, V. B. (org.). **Direito e mudanças climáticas: serviços ecológicos**. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2010. p. 9-38.

ISERMEYER, F. Methodologies and comparisons of production costs - A global overview. *In*: LANGRELL, S. *et al.* (ed.). **Sustainability and production costs in the global farming sector: comparative analysis and methodologies**. Brussels: European Commission, 2012. p. 37-42.

JACQUES, A. V. (comp.) **Produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: EDI-PUCRS, 1999. 346 p.

JARCHOW, M.; RASTANDEH, A. Creating resilient landscapes *In*: JARCHOW, M.; RASTANDEH, A. (ed.). **Creating resilient landscapes in an era of climate change: global case studies and real-world solutions**. New York: Routledge, 2023. p. 258-262.

JAURENA, M. *et al.* Native grasslands at the core: a new paradigm of Intensification for the Campos of Southern South America to increase economic and environmental sustainability. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, Lausanne, v. 5, [art.] 547834, 2021.

JAURENA, M. *et al.* Medium term effects of water availability and np fertilization interactions on the productivity and composition of natural grasslands of uruguay medium term effects of water availability and np fertilization interactions on the productivity and composition of natural grasslands of Uruguay. **Options Méditerranéennes. Série A, Séminaires Méditerranéens**, Paris, n. 109, p. 167–171, 2014.

JAURENA, M. *et al.* The dilemma of improving native grasslands by overseeding legumes: production intensification or diversity conservation. **Rangeland Ecology & Management**, Lakewood, v. 69, n. 1, p. 35–42, 2016.

- JOLY, C. A. *et al.* Apresentando o diagnóstico brasileiro de biodiversidade e serviços ecossistêmicos. *In: JOLY, C. A. et al. (ed.). 1º Diagnóstico brasileiro de biodiversidade e serviços ecossistêmicos.* São Carlos: Editora Cubo, 2019. p. 6-33.
- JIMENEZ, T. L.; LEANDRO, R. S.; PANIAGUA, M. S. The return to the pampa in three tales of death and blood, by Ricardo Guiraldes. *Revista Káñina*, San José, v. 45, n. 2, p. 53-71, 2021.
- KAY, S. *et al.* Agroforestry is paying off -Economic evaluation of ecosystem services in European landscapes with and without agroforestry systems. *Ecosystem Services*, Amsterdam, v. 36, [art.] 100896, 2019.
- KÖHLER, M. M. *et al.* Beyond endemism, expanding conservation efforts: what can new distribution records reveal? *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, Amsterdam, v. 45, [art.] 125543, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2020.125543>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- KORTING, M. S. **Cadastro ambiental rural**: instrumento de regularização ambiental e seus efeitos no sudeste paraense. 2021. 220 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade) - Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2021.
- KUBISZEWSKI, I. *et al.* The future value of ecosystem services: global scenarios and national implications. *Ecosystem Services*, Amsterdam, v. 26, pt. A, p. 289-301, Aug. 2017.
- KUMAR, P. **The economics of ecosystems and biodiversity**: ecological and economic foundations. London: Earthscan, 2010.
- KUN, R. *et al.* Simplicity or complexity? Important aspects of high nature value grassland management in nature conservation. *Biodiversity and Conservation*, Dordrecht, v. 30, p. 3563–3583, 2021. Disponível em: <https://doi-org.ez45.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10531-021-02262-z>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- KUPLICH, T. M.; CAPOANE, V.; COSTA, L. F. F. O avanço da soja no bioma Pampa. *Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, v. 31, p. 83-100, 2018.
- LAL, R. Enhancing eco-efficiency in agro-ecosystems through soil carbon sequestration. *Crop Science*, Madison, v. 50, S1, p. S-120-S-131, 2010.
- LAMPERT, V. N. *et al.* Modelling beef cattle production systems from the Pampas in Brazil to assess intensification options. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 77, n. 4, [art.] e20180263, 2020.
- LANFRANCO, B. *et al.* Historical changes in the Pampas Biome, land use, and climate change. *In: SEO, N. et al. (ed.). Handbook of behavioral economics and climate change.* Cheltenham: Edward Elgar, 2022a. cap. 8. p. 162-192.
- LANFRANCO, B. *et al.* Sustainable intensification of agriculture and economy in the Pampas grasslands under climate change. *In: SEO, N. et al. (ed.). Handbook of behavioral economics and climate change.* Cheltenham: Edward Elgar, 2022b. p. 193-225.
- LASNER, T. *et al.* Carp land: economics of fish farms and the impact of region-marketing in the Aischgrund (DEU) and Barycz Valley (POL). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 519, [art.] 734731, 2020.
- LATHUILLIERE, M. *et al.* Land occupation and transformation impacts of soybean production in Southern Amazonia, Brazil. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, v. 149, p. 680-689, 2017.
- LAVRATTI, P.; TEJEIRO, G. (org.). **Direito e mudanças climáticas**: pagamento por serviços ambientais: experiências locais e latino-americanas. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2014.

LEITÃO, S. *et al.* **Do pasto ao prato: subsídios e pegada ambiental da carne bovina.** São Paulo, Instituto Escolhas, 2020.

LISBOA, C. A. V. *et al.* Poder germinativo de sementes de capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Ness) recuperadas em fezes de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, p. 405–410, 2009.

LIU, C. *et al.* How to Improve the predictions of plant functional traits on ecosystem functioning? **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 12, [art.] 622260, 2021.

LOBATO, J. F. P. *et al.* Brazilian beef produced on pastures: sustainable and healthy. **Meat Science**, Oxford, v. 98, n. 3, p. 336-345, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.022>. Acesso em: 10 mar. 2024.

LUCIA, U.; GRISOLIA, G. Irreversible thermodynamics and bioeconomy: toward a human-oriented sustainability. **Frontiers in Physics**, Lausanne, v. 9, [art.] 659342, 2021.

LUTZENBERGER, J. A. **Prefácio para “Índices de lotação pecuária para o Rio Grande do Sul”.** Porto Alegre: FARSUL, 1997.

MACHADO, L. P. C. *et al.* Voisin rational grazing as a sustainable alternative for livestock production. **Animals**, Basel, v. 11, n. 12, [art.] 3494, 2021.

MAIA, J. F.; TROIAN, A.; MACIEL, M. D. A. A imaterialidade do material: o pampa gaúcho na prática e no imaginário dos agricultores e pecuaristas familiares agroecológicos. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 20, n. 1, p. 5-25, 2024.

MALAFAIA, G. C. *et al.* The characterization of a cooperative net among rural producers in the gaúcho chain of beef. *In: WORLD FOOD & AGRIBUSINESS SYMPOSIUM, 17.*, 2007, Parma. **Proceedings of the [...]**. Parma: IAMA, 2007. 1 CD-ROM.

MALAFAIA, G. C.; BARCELLOS, J. O. J.; AZEVEDO, D. B. Programa carne natural certificada do Uruguai: um exemplo de construção social de vantagens competitivas na cadeia produtiva da carne bovina. *In: ENCONTRO DA ANPAD, 32.*, 2008, Rio de Janeiro. **[Anais]**. Rio de Janeiro: ANPAD, 2008.

MALAFAIA, G. C. *et al.* Convention economics and coordination mechanisms in collective actions: the Uruguay certified beef case. **Journal of Development and Agricultural Economics**, Nairobi, v. 2, n. 3, p.178-187, May 2010.

MALAFAIA, G. C. *et al.* Building competitive advantages for the livestock farming of Rio Grande do Sul: the case of the indication of origin of “the “Meat of the Gaucho Pampas””. *In: ANNUAL WORLD FOOD & AGRIBUSINESS SYMPOSIUM, 17.*, 2008, Parma, Italy. **Proceedings of the [...]**. Corvallis: International Food and Agribusiness Management Association, 2008. 1 CD-ROM.

MALAFAIA, G. C. *et al.* Analysis of the inter-organizational configurations of gaúcho beef cattle farming. *In: ANNUAL WORLD FOOD & AGRIBUSINESS SYMPOSIUM, 16.*, 2006, Buenos Aires, Argentina. **Proceedings of the [...]**. Corvallis: International Food and Agribusiness Management Association, 2006. 1 CD-ROM.

MALAFAIA, G. C. *et al.* The Brazilian beef cattle supply chain in the next decades. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 253, [art.] 104704, 2021.

MAPBIOMAS. **Mapa mural do Brasil – 2020: mapa de cobertura e uso do solo do Brasil – 2020: Bioma Pampa.** [S. l.]: MapBiomias, 2020. 1 mapa. color. Disponível em: [https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Mapas%20muais/Mapa\\_Mapbiomas\\_2020\\_Col6\\_Pampa.pdf](https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Mapas%20muais/Mapa_Mapbiomas_2020_Col6_Pampa.pdf). Acesso em: 10 mar. 2024.



MAPBIOMAS. **Coleção 7 da série anual de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil**. [S. l.]: MapBiomass, 2023. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 10 mar. 2024.

MARASCHIN, G. E. *et al.* Native pasture, forage on offer and animal response. *In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS*, 18, 1997, Saskatoon. **Proceedings** [...]. Saskatoon: [s. n.], 1997. v. 2, paper 288.

MARCHESAN, M. T. N.; RAMOS, A. G. Check list para a elaboração e análise de questionários em pesquisas de crenças. **Domínios de lingu@gem**, Uberlândia, v. 6, n. 1, p. 449-460, 2012.

MARCHI, M. M. *et al.* Flora herbácea e subarbusciva associada a um ecossistema de butiazal no Bioma Pampa. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 69, n. 2, p. 553-560, 2018.

MARCONDELLI, A. C. B. **Comparação de ciclagem de nutrientes em pastagens convencionais, sistemas silvipastoris e floresta estacional semidecídua**. 2019. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARQUES, M. I. M. Financiamento ambiental, mudanças climáticas e o agronegócio no Brasil. *In: MIOLA, I. Z. et al. (ed.). Finanças verdes no Brasil: perspectivas multidisciplinares sobre o financiamento da transição verde*. São Paulo: Edgard Blücher, 2022. p. 143-170.

MASCARENHAS, S. A. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Education Brasil, 2012.

MATTE, A.; WAQUIL, P. D. Productive changes in Brazilian Pampa: impacts, vulnerabilities and coping strategies. **Natural Hazards**, Wellington, v. 102, p. 469–488, 2020.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **Histórias das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: UNESP, 2010.

MCMANUS, C. *et al.* Dynamics of cattle production in Brazil. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 11, n. 1, [art.] e0147138, 2016.

MIGUEL, L. A. *et al.* Caracterização socioeconômica e produtiva da bovinocultura de corte no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Estudo & Debate**, Lageado, v. 14, n. 2, p. 95-125, 2007.

MILARÉ, E. **Direito administrativo e meio ambiente**. 4. ed. Curitiba: Juruá, 2011.

MILARÉ, E. **Lei florestal: uma análise após 10 anos**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2022.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005a.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Relatório-síntese da avaliação ecossistêmica do milênio**. Washington, DC: Island Press, 2005b. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.446.aspx.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024.

MIÑARRO, F.; BILENCA, D. **Identificación de áreas valiosas de pastozal en las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil (AVPs)**. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina, 2004.

MIÑARRO, F. O. *et al.* Río de la Plata grasslands or pampas & campos (Argentina, Uruguay and Brazil). *In: MICHELSON, A. (comp.). Temperate grasslands of South America*. [S. l.]: TGCI South America, 2008. p. 24–33. Disponível em:

[http://cmsdata.iucn.org/downloads/pastizales\\_templados\\_de\\_sudamerica.pdf](http://cmsdata.iucn.org/downloads/pastizales_templados_de_sudamerica.pdf). Acesso: 24 de jun. 2024.

MIRANDA, G. Posse caboca: garantia da terra ao povo nativo da Amazônia. *In*: GONÇALVES, A. I. Q. *et al.* (org.). **Direito agrário nos 30 anos da constituição de 1988**. Londrina: Thoth, 2018. p. 409-436.

MODERNEI, P.; ASTIGARRAGA, L.; PICASSO, V. Global versus local environmental impacts of grazing and confined beef production systems. **Environmental Research Letters**, Bristol, v. 8, [art.] 35052, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/8/3/035052>. Acesso em: 10 mar. 2024.

MODERNEI, P. *et al.* Land use change and ecosystem service provision in Pampas and Campos grasslands of southern South America. **Environmental Research Letters**, Bristol, v. 11, p. 1–22, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/11/1/113002>. Acesso em: 10 mar. 2024.

MODERNEI, P. *et al.* Identification of beef production farms in the Pampas and Campos area that stand out in economic and environmental performance. **Ecological Indicators**, New York, v. 89, p. 755-770, 2018.

MURADIAN, R. *et al.* Reconciling theory and practice: an alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 69, p. 1202-1208, 2010.

NABINGER, C. *et al.* Manejo pecuário e conservação do campo nativo. *In*: CONGRESSO SOBRE O BIOMA PAMPA: REUNINDO SABERES, 1., 2020, Pelotas, RS. **Anais**. Pelotas: Editora UFPel, 2020. p. 44–61.

NABINGER, C. **Características fisionômicas e práticas para a melhor utilização das pastagens naturais do sul do Brasil**: fundamentos da produção e utilização de pastagens, Porto Alegre: Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia/UFRGS, 2002.

NABINGER, C. Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtropico brasileiro. *In*: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 2006, Porto Alegre. **Anais**. Canoas: Editora da ULBRA, 2006. p. 25-76.

NABINGER, C. *et al.* Servicios ecosistémicos de las praderas naturales: es posible mejocomlos con más productividad? **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Mayaguez, v. 19, n. 3/4, p. 27–34, 2011.

NABINGER, C.; JACQUES, A. V. A. A questão da pecuária em campo nativo do bioma Pampa: contexto geral. *In*: CARVALHO, P. C. F. *et al.* (ed.). **Nativão**: + de 30 anos de pesquisa em campo nativo. Porto Alegre: Editora de Livros, 2019. p. 1–6.

NEIVA, R. S. **Criação eficiente de bezerras & novilhas**: uma abordagem prática. Belo Horizonte: Ed. do Autor, 2013.

NEVES, F. P. *et al.* Estratégias de manejo da oferta de forragem para recria de novilhas em pastagem natural. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, p. 1532–1542, 2009.

NEVES, M. F. **Ferramentas para o futuro do agro**: estratégias para posicionar o Brasil como fornecedor mundial sustentável de alimentos, bioenergia e outros agroprodutos. São Paulo: Editora Gente, 2021.

NUSDEO, A. M. O. **Pagamento por serviços ambientais**: sustentabilidade e disciplina jurídica. São Paulo: Atlas, 2012.

- OAB - ORDEM DOS ADVOGADOS DO BRASIL. Conselho Federal. **Institucional/quadro da advocacia**. Brasília, DF: OAB, 2024. Disponível em: <https://www.oab.org.br/institucionalconselhofederal/quadroadvogados>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- OAIGEN, R. P. *et al.* **Gestão na bovinocultura de corte**. Guaíba: Agrolivros, 2014.
- OECD/FAO. **Agricultural outlook 2021-2030**. Paris: OECD, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/19428846-en>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- ODUM, H. T. **Ecological and general systems: an introduction to systems ecology**. Denver: University Press of Colorado, 1994.
- ODUM, H. T. **Environmental accounting: emergy and environmental decision making**. New York: Wiley, 1996.
- OJEA, E.; MARTIN-ORTEGA, J.; CHIABAI, A. Defining and classifying ecosystem services for economic valuation: the case of forest water services. **Environmental Science & Policy**, Exeter, v.19/20, p. 1-15, 2012.
- OLIVEIRA, P. A. P. *et al.* Greenhouse gas balance and mitigation of pasture-based dairy production systems in the Brazilian Atlantic Forest Biome. **Frontiers in Veterinary Science**, Lausanne, v. 9, [art.] 958751, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.958751>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- OLIVEIRA, T. E. *et al.* Agricultural land use change in the Brazilian Pampa Biome: the reduction of natural grasslands. **Land Use Policy**, Guildford, v. 63, p. 394-400, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.02.010>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- OLIVEN, R. G. The largest popular culture movement in the Western world: intellectuals and gaúcho traditionalism in Brazil. **American Ethnologist**, Washington, DC, v. 27, n. 1, p. 128-146, 2000. Disponível em: <https://doi.org.ez45.periodicos.capes.gov.br/10.1525/ae.2000.27.1.128>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- OVERBECK, G. E. *et al.* Os Campos Sulinos: um bioma negligenciado. *In*: PILLAR, V. P. *et al.* (ed.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 26-41.
- OVERBECK, G. *et al.* A restauração ecológica dos campos do bioma Pampa: Avanços e desafios na Década da Restauração de Ecossistemas. **Bio Diverso**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 115-139, 2023.
- PADULA, A. D. *et al.* **Cadeia produtiva da indústria de rendering no Brasil**. Porto Alegre: NESPro. CEPA, 2019. 150 p.
- PALLARÉS, O. R.; BERRETA, E. J.; MARASCHIN, G. E. The South American Campos ecosystem. *In*. SUTTIE, J. M.; REYNOLDS, S. G.; BATELLO, C. (ed.). **Grasslands of the world**. Rome: FAO 2005. (Plant production and protection series, n. 34).
- PAPP, Leonardo. **Direito e pagamento por serviços ambientais: fundamentos teóricos, elementos técnicos e experiências práticas**. Curitiba: Editora Leonardo Papp, 2019.
- PARERA, A. F. **Guía de bolsillo de aves y plantas de los pastizales naturales del Cono Sur**. Buenos Aires: Alianza del Pastizal, 2011.
- PARRA, R. A. **Agronegócio, sustentabilidade e a Agenda 2030: a relação entre economia verde, código florestal e poder judiciário**. Londrina: Thoht, 2020.
- PASCUAL, Unai *et al.* Exploring the links between equity and efficiency in payments for environmental services: a conceptual approach. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 69, p. 1237-1244, 2010.

PASOLD, C. L. **Prática da pesquisa jurídica e metodologia da pesquisa jurídica**. 10. ed. rev. ampl. Florianópolis: OAB/SC, 2007.

PAUDEL, S. *et al.* A framework for sustainable management of ecosystem services and disservices in perennial grassland agroecosystems. **Ecosphere**, Washington, DC, v. 12, n. 11, [art.] e03837, 2021.

PEREIRA, P. *et al.* Climate change and beef supply chain in Southern Brazil. **The Journal of Agricultural Science**, London, v. 156, n. 6, p. 731-738, 2018.

PEREZ, N. B. **Aplicador manual de herbicida por contato**: enxada química. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2008. 3 p. (Comunicado Técnico, 67). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/63859/1/CO67.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024.

PEREZ, N. B. **Método integrado de recuperação das pastagens MIRAPASTO**: foco capim-annoni. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2015. 24 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1023496/metodo-integrado-de-recuperacao-de-pastagens-mirapasto-foco-capim-annoni>. Acesso em: 10 mar. 2024.

PICCOLI, M. L. *et al.* Origins and genetic diversity of British cattle breeds in Brazil assessed by pedigree analyses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 92, n. 5, p. 1920-1930, 2014.

PILLAR, V. P.; ANDRADE, B. O.; DADALT, L. Serviços ecossistêmicos. *In*: PILLAR, V. D. P. **Ecossistemas, comunidades e populações**: conceitos básicos. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Ecologia, 2002. Disponível em: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>. Acesso em: 10 mar. 2024.

PINTO, J. *et al.* Analysis of the food loss and waste valorisation of animal by-products from the retail sector. **Sustainability**, Basel, v. 14, n. 5, [art.] 2830, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su14052830>. Acesso em: 10 mar. 2024.

PONT, R. **Campos Realengos**: formação da fronteira sudoeste do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Edigal – Editora e Distribuidora Gaúcha, 1983.

PORTELA, P. H. G. **Direito internacional público e privado** – Incluindo noções de direitos humanos e direito comunitário. Salvador: Juspodivm, 2021.

POWER, A. G. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences**, London, v. 365, n. 1554, p. 2959–2971, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2010.0143>. Acesso em: 10 mar. 2024.

PRADA, J. D. *et al.* **Potencial económico de la ganadería en la regeneración de los servicios ecossistémicos en el bosque de caldén, Argentina**. Rio Cuatro, AR: Universidad Nacional de Rio Cuarto, 2021.

PRADO, R. B. Serviços ecossistêmicos e ambientais na agropecuária. *In*: PALHARES, J. C. P.; GEBLER, L. (ed.). **Gestão ambiental na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. v. 2, cap. 11, p. 413-456.

PRADO, R. B. *et al.* Pesquisas em serviços ecossistêmicos e ambientais na paisagem rural do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 8, p. 610-622, 2015. Número especial.

PRADO, R. B. *et al.* Conservação de ecossistemas e provisão de água. *In*: SILVA, M. S. L. *et al.* (ed.). **Água e saneamento**: contribuições da Embrapa. Brasília, DF: Embrapa, 2018. (Série: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 6). cap. 6, p. 88-108.

- PRADO, R. B. *et al.* Oportunidades e desafios relacionados aos serviços ecossistêmicos de solo e água na paisagem rural. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, DF, v. 39, n. 2, [art.] e26955, 2022.
- PROVENZA, F. D.; KRONBERG, S. L.; GREGORINI, P. Is grassfed meat and dairy better for human and environmental health? **Frontiers in Nutrition**, Lausanne, v. 6, [art.] 26, 2019.
- RAMOS, M. G. O. **Ecossistemas brasileiros**. Campina Grande: EdUEPB; Natal: Editora da UFRN, 2010.
- RAN, Y. *et al.* Freshwater use in livestock production – to be used for food crops or livestock feed? **Agricultural Systems**, Barking, v. 155, p. 1-8, 2017.
- RANGEL, C. C.; STRADIOTTI JÚNIOR, D.; CÓSER, A. C. Animais em extinção no Bioma Pampa. *In*: STRADIOTTI JÚNIOR, D.; CÓSER, A.C.; STRADIOTTI, C. G. P. (org.). **Animais silvestre vida e manejo II: animais em extinção em biomas**. Alegre, ES: CAUFES, 2015. p. 60-81.
- RÉGIS, Ademar Azevedo. **Pagamento por serviços ambientais: uma promissora ferramenta de política ambiental**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2018.
- REPAR, N. *et al.* Implementing farm-level environmental sustainability in environmental performance indicators: a combined global-local approach. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 140, pt. 2, p. 692-704, 2017.
- REVERBEL, C. **O gaúcho: aspectos de sua formação no Rio Grande e no Rio da Prata**. Porto Alegre: L&PM, 1986.
- RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. Secretaria da Inovação, Ciência e Tecnologia. Gabinete da Secretaria. Atos Administrativos. Regulamento - Reconhecimento carne Premium gaúcha. **Diário Oficial do Estado [do] Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, ano 80, n. 228, p. 118-129, 30 nov. 2022.
- RIO GRANDE DO SUL. Lei Estadual nº 15.434 de 09 de janeiro de 2020. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 10 jan. 2020. Disponível em: [http://www.al.rs.gov.br/Legis/M010/M0100018.asp?Hid\\_IdNorma=65984](http://www.al.rs.gov.br/Legis/M010/M0100018.asp?Hid_IdNorma=65984). Acesso em: 10 mar. 2024.
- ROCHA, S. *et al.* **Brazilian critical review to the “Guidelines for quantitative biodiversity assessments in the livestock sector”**. Brasília, DF: MMA, 2018.
- ROCHA, A. K. P. *et al.* Principais ecossistemas usados como pastagem nativa do Brasil: uma revisão. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 10, [art.] e3859108592, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8592>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- ROCHE, L. M.; SAITONE, T. L.; TATE, K. W. Rangeland ecosystem service markets: panacea or wicked problem? **Frontiers in Sustainable Food Systems**, Lausanne, v. 5, [art.] 554373, 2021.
- ROMEIRO, A. R. O. Agronegócio será ecológico? *In*: BUAINAIN, A. M. *et al.* **O mundo rural do Brasil século 21: formação de um novo padrão agrário**. Brasília: EMBRAPA. 2014. p. 509-530.
- ROMERO, N. F. **Alimente seus pastos com seus animais**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1994.
- RONDÓ JÚNIOR, W. **Sinal verde para a carne vermelha: uma nova luz sobre a alimentação saudável**. São Paulo: Gaia, 2011.
- RONEY, H. E.; WALKER, B. J. Photon to plate: a holistic view of photosynthetic and anthropogenic energy fluxes. **Food and Energy Security**, Malden, v. 12, n. 1, [art.] e348, 2021.

ROSSONI, C. M. **O Cadastro Ambiental Rural (CAR): instrumento de proteção florestal e regularização dos imóveis rurais**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2023.

RÓTOLO, G. C. *et al.* Energy evaluation of grazing cattle in Argentina's Pampas. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 119, n. 3/4, p. 383-395, 2007.

ROYO PALLARES, O. *et al.* Mejoramiento y carga animal en una Pradera Natural del Centro de la Provincia de Corrientes. **Revista Argentina de Producción Animal**, Buenos Aires, v. 6, n. 7/8, p. 451-459, 1986.

RUVIARO, C. F. *et al.* Carbon footprint in different beef production systems on a southern Brazilian farm: a case study. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 96, p. 435-443, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.037>. Acesso em: 10 mar. 2024.

RUVIARO, C. F. *et al.* Economic and environmental feasibility of beef production in different feed management systems in the pampa biome, southern Brazil. **Ecological Indicators**, New York, v. 60, p. 930-939, 2016.

RUVIARO, C. F. *et al.* Life cycle assessment in Brazilian agriculture facing worldwide trends. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 28, p. 9-24, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.10.015>. Acesso em: 10 mar. 2024.

SAINT-HILAIRE, A. **Viagem ao Rio Grande do Sul / 1779-1853**. Brasília, DF: Senado Federal, Conselho Editorial, 2019.

SANTOS, P. *et al.* **Marco regulatório sobre pagamento por serviços ambientais no Brasil**. Belém, PA: IMAZON, FGV, CVces, 2012.

SANTOS, S. A.; JULIANO, R. S.; ALBUQUERQUE, M. S. M. Manejo multifuncional dos ecossistemas para manter a diversidade de recursos genéticos forrageiros e animais. **Revista RG News**, Brasília, DF, v. 5, n. 1, p. 29-33, 2019.

SANTOS, S. A. *et al.* An emergy-based approach to assess and value ecosystem services of tropical wetland pastures in Brazil. **Open Journal of Ecology**, Irvine, v. 10, n. 5, p. 303-319, 2020.

SARMENTO, M. B.; MACEDO, I. G.; RAMBORGGER, B. M. Serviços Ecosistêmicos e práticas de manejo de campo na visão dos pecuaristas dos Campos Sulinos. *In*: SIMPÓSIO CIÊNCIA DOS AGRONEGÓCIOS, 6., 2018, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: UFRGS, CEPAN, 2018. p. 72-81.

SARTRE, X. A. *et al.* **Political ecology des services écosystémiques**. Bruxelles: PIE Peter Lang, 2014.

SCASTA, J. D.; LALMAN, D. L.; HENDERSON, L. Drought mitigation for grazing operations: matching the animal to the environment. **Rangelands**, Denver, v. 38, n. 4, p. 204-210, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0190052816300281>. Acesso em: 10 mar. 2024.

SCHLAMADINGER, B. *et al.* A synopsis of land use, land-use change and forests under the Kyoto Protocol and Marrakech Accord. **Environmental Science and Policy**, Exeter, v. 10, n. 4, p. 271-282, 2007.

SCHLEE, J. C. P.; BARROS, S. S. U. Educação ambiental e biorregionalismo: entrelaçamentos possíveis para a conservação do bioma pampa. **Revista GapesVida**, São José, SP, v. 6, n. 15, p. 30-43, 2020.

SCHLEIERMACHER, F. D. E. **Hermenêutica: arte e técnica da interpretação**. Rio de Janeiro: Vozes, 1999.

SCHONS, R. M. T. *et al.* 'Rotatinuous' stocking: an innovation in grazing management to foster both herbage and animal production. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 245, [art.] 104406, 2021.

SEBRAE/FARSUL/SENAR. **Diagnóstico de sistemas de produção da bovinocultura de corte do Estado do Rio Grande do Sul**: Relatório de Pesquisa. Porto Alegre: IEPE/UFRGS, 2005.

SEIXAS, C. S. *et al.* Contribuições da natureza para a qualidade de vida. *In*: JOLY, C. A. *et al.* (ed.). **1º Diagnóstico brasileiro de biodiversidade e serviços ecossistêmicos**. São Carlos: Editora Cubo, 2019. p. 35-91.

SELISTRE, A. V.; BARCELLOS, J. O.; SCHMIT, V. Pecuária a pasto, aquecimento global e Bioma Pampa. *In*: SIMPÓSIO CIÊNCIA DOS AGRONEGÓCIOS, 7., 2019, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios – CEPAN, 2019. p. 97–106.

SELISTRE, A. V. Para descomplicar as cadeias produtivas e sistemas agroindustriais. *In*: PARRA, R. A. **Direito aplicado ao agronegócio**. 3. ed. rev. atual e ampl. Londrina: Editora Thoth, 2022. p. 69-88.

SELL, J. C.; BORBA, A. W.; FIGUEIRÓ, A. S. Ecoprovíncias do pampa uruguaio-sul-rio-grandense: uma proposta de regionalização. *In*: SIMPOSIO DE GEOGRAFIA DEL CONO SUR: DESAFÍOS PARA LA INTEGRACIÓN DE LA GEOGRAFÍA DEL CONO SUR, 1., 2015, Montevideo. **[Resúmenes]**. Santa Maria: UFSM, Universidad de la República del Uruguay, 2015.

SESSIM, A. G. **Análise econômica de sistemas de produção de bovinos de corte na região do pampa do Rio Grande do Sul**. 2016. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

SEVERO, C. M.; MATTE, A. Commoning the management of the socio-ecological system of the Pampa Biome: analysis of a collective of traditional ranchers from Uruguay. **Polis Revista Latinoamericana**, Santiago, v. 19, n. 57, p. 53-71, 2020. Disponível em: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-65682020000300100&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-65682020000300100&lng=es&nrm=iso). Acesso em: 24 jan. 2024.

SICHONANY NETO, S. O.; TYBUSCH, J. S. A pecuária no Bioma Pampa e a reserva legal. **Revista Direitos Emergentes da Sociedade Global – REDESG**, Santa Maria, v. 1, n. 2, p. 215-235, 2012.

SILVA, J. G. Brazilian Flora 2020: leveraging the power of a collaborative scientific network. **Taxon**, Utrecht, v. 71, n. 1, p. 178-198, 2022.

SILVA, O. M.; SHERER, M. E. G. Valoração econômica dos serviços ecossistêmicos da zona costeira - o caso do PNMLJ pelo método dos custos de viagem. **Geosul**, Florianópolis, v. 36, n. 79, p. 431-456, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2021.e6329https://hdl.handle.net/10923/15279>. Acesso em: 10 mar. 2024.

SILVA, T. W. **Comunidade de aves em áreas campestres degradadas por cultivos, em processo de restauração no bioma pampa, sul do Brasil**. Porto Alegre: PUCRS. 2019. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10923/15279>. Acesso em: 24 jan. 2024.

SIQUEIRA, R. P. S. **Pagamentos por serviços ambientais**: conceitos, regime jurídico e o princípio do protetor-beneficiário. Curitiba: Juruá Editora, 2018.

SODERO, F. P. Agraiedade, agrarismo, etc. **Rivista di Diritto Agrário I**, Milano, ano, 58, p. 128-130, 1979.

SORIANO, A. *et al.* Rio de La Plata grasslands. *In*: COUPLAND, R. T. (ed.). **Ecossystems of the world**: introduction and western hemisphere. Amsterdam: Elsevier, 1992. p. 367-407.

SOUZA, B. *et al.* **Diálogos temáticos e (trans)territoriais**. Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura, 2021. v. 1.

STEGE, A. L.; BACHA, C. J. C. Clusters espaciais de “agriculturalização” no meio rural de alguns estados brasileiros. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 58, n. 3, [art.] e191298, 2020.

STEIGLEDER, A. M. A proteção jurídica do Bioma Pampa. *In*: CONGRESSO SOBRE O BIOMA PAMPA: REUNINDO SABERES, 1., 2020, Pelotas, RS. **Anais**. Pelotas: Editora UFPel, 2020. p. 177-196.

STEIGLEDER, A. M. *et al.* Diretrizes gerais para a valoração econômica de danos ambientais. *In*: BRASIL. Conselho Nacional do Ministério Público. **Diretrizes para valoração de danos ambientais**. Conselho Nacional do Ministério Público. Brasília, DF: CNMP, 2021. p. 29-75.

STROPP, J. *et al.* The ghosts of forests past and future: deforestation and botanical sampling in the Brazilian Amazon. **Ecography**, Oxford, v. 43, n. 7, p. 979–989, 2020. Disponível em <https://doi.org/10.1111/ecog.05026>. Acesso em: 24 jan. 2024.

SUÑE, Y. B. P. **Uma análise da comercialização de bovinos de corte no Rio Grande do Sul**. 2005. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

TAKAHASHI, F. *et al.* Utilização da metodologia emergética para avaliação dos ecossistemas de pastagens e serviços ecossistêmicos do pantanal. *In*: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5., SEMANA DE ZOOTECNIA, 10., 2017, Diamantina, MG. **Anais**. Diamantina: UFVJM, 2017. p. 293-295.

TANSLEY, A. G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. **Ecology**, Washington, DC, v. 16, n. 3, p. 284-307, 1935. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1930070>. Acesso em: 10 mar. 2024.

TAUBE, F. M. *et al.* Grassland and globalization - challenges for north-west European grass and forage research. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 69, n. 1, p. 2-16, 2014.

TEIXEIRA FILHO, A.; WINCKLER, L T. Práticas conservacionistas no Bioma Pampa. *In*: CONGRESSO SOBRE O BIOMA PAMPA: REUNINDO SABERES, 1., 2020, Pelotas, RS. **Anais**. Pelotas: Editora UFPel, 2020. p. 9-11.

TEJEIRO, G.; STANTON, M. **Sistemas estaduais de pagamento por serviços ambientais: diagnóstico, lições aprendidas e desafios para a futura legislação**. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2014.

TELLEZ-DELGADO, R. *et al.* Caracterización del consumidor de carne bovina en la zona metropolitana del valle de México. **Agrociencia**, México, v. 46, p. 75-86, 2012.

TILMAN, D. *et al.* Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, DC, v. 108, n. 50, p. 20260-20264, 2011. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1116437108>. Acesso em: 10 mar. 2024.

TISCORNIA, G.; JAURENA, M.; BAETHGEN, W. Drivers, process, and consequences of native grassland degradation: Insights from a literature review and a survey in Río de la Plata grasslands. **Agronomy**, Basel, v. 9, n. 5, [art.] 239, 2019.

TITTONELL, P. *et al.* Agroecology in large scale farming—A research agenda. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, Lausanne, v. 4, [art.] 584605, 2020.

TITTONELL, P. Beyond CO2: multiple ecosystem services from ecologically intensive grazing landscapes of South America. **Frontiers in Sustainable Food System**, Lausanne, v. 5, [art.] 664103, 2021.



TRINDADE, J. P. P.; ROCHA, D. S.; VOLK, L. B. S. **Uso da terra no Rio Grande do Sul**: ano 2017. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2018.

UBAU; FARSUL. **4º Simpósio gaúcho de direito agrário e agronegócio**. Porto Alegre: UBAU. FARSUL, 18 dez. 2023. 1 vídeo (580 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1CFcYnu5BT8>. Acesso em: 24 jan. 2024.

UNCED - CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Agenda 21**. Brasília, DF MMA, 1992.

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Emission gap report 2020**. Nairobi: UNEP, 2020.

USDA - U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **USDA agricultural projections to 2028**. Washington, DC: USDA, 2019. (USDA Agricultural Projections No. (OCE-2019-1).

VALDIVIESO PÉREZ, I. A. V. *et al.* **Carne y leche**: ciclo de vida y eficiencia energética en diferentes sistemas ganaderos del estado de Chiapas. 2019. Tese (Doutorado) - El Colegio de la Frontera Sur, Campeche, 2019.

VARELLA, A. C. Researching grasslands for complex production systems: an example with silvopastoralism. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 53., 2016, Gramado. **Produção animal para as novas gerações**: palestras. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2016. p. 1-2.

VARELLA, A. C.; SAIBRO, J. C. Uso de bovinos e de ovinos como agentes de controle da vegetação nativa sob três populações de eucalipto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 28, p. 30-34, 1999.

VARELLA, A.C. Sistemas ILPF e transferência de tecnologia nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. *In*: SKORUPA, L. A.; MANZATTO, C. V. (ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil**: estratégias regionais de transferência de tecnologia, avaliação da adoção e de impactos. Brasília: DF, Embrapa, 2019. p. 281-313.

VARGAS, L. P. **Serviços ecossistêmicos e produção animal no bioma Pampa**: uma análise na área de proteção ambiental do Ibirapuitã. 2017. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

VARGAS, L. P.; VARGAS, A. F. C.; SILVEIRA, V. C. P. Serviços ecossistêmicos e o sistema de produção de pecuaristas familiares: uma análise da produção animal no Bioma Pampa. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 41, n. 2, p. 661-676, 2020.

VASCONCELOS, K. *et al.* Livestock-derived greenhouse gas emissions in a diversified grazing system in the endangered Pampa Biome, Southern Brazil. **Land Use Policy**, Guildford, v. 75, p. 442-448, 2018.

VIANA, J. G. A. *et al.* Sustainability of livestock systems in the Pampa Biome of Brazil: an analysis highlighting the rangeland dilemma. **Sustainability**, Basel, v. 13, n. 24, [art.] 13781, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su132413781>. Acesso em: 10 mar. 2024.

VIANA, J. G. A. *et al.* Sustainability attributes from the water-energy-food nexus: an application to livestock systems in the Brazilian Pampa biome. **Energy Nexus**, London, v. 12, [art.] 100248, 2023.

VIGLIZZO, E. F.; FRANK, F. C. Land-use options for Del Plata Basin in South America: tradeoffs analysis based on ecosystem service provision. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 57, n. 1, p. 140-151, 2006.

- VIGLIZZO, E. F. Hacia un Indicador de Conservación de Pastizales (ICP). *In*: PARERA, A.; PAULLIER, I.; BOSSO, A. (ed.). **Incentivos para conservar los pastizales naturales del Cono Sur: una oportunidad para gobiernos y productores rurales**. Montevideo: Aves Uruguay, 2012. p. 97–111.
- VIGLIZZO, E. F. *et al.* Ecological lessons and applications from one century of low external-input farming in the pampas of Argentina. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 83, n. 1/2, p. 65–81, 2001. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00155-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00155-9). Acesso em: 10 mar. 2024.
- VITROLLES, D.; CERDAN, C. M. T.; BRUCH, K. L. **Estudo de caso: IP Pampa Gaúcho da Campanha Meridional, IP Região do Cerrado Mineiro e IP Vale do Sinos**. *In*: BRASIL. MAPA. **Curso de propriedade intelectual e inovação no agronegócio: módulo II. Indicação geográfica**. Brasília, DF: MAPA, 2010. p. 332-387.
- VOISIN, A. **Produtividade do pasto**. São Paulo: Editora Mestre Jou, 1974.
- WAGNER, R. S. **Oportunidades e desafios na coordenação da cadeia produtiva da carne bovina gaúcha**. 2023. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023.
- WAGNER, R. S. *et al.* Carta Conjuntural NESPro - Bovinocultura de Corte do RS. **NESPro**, Porto Alegre, n. 2 (out./dez. 2021), p. 1-31, jan. 2022. Disponível em: [https://www.ufrgs.br/nespro/?page\\_id=7502](https://www.ufrgs.br/nespro/?page_id=7502). Acesso em: 10 mar. 2024.
- WANG, P.; WOLF, S. A. A targeted approach to payments for ecosystem services. **Global Ecology and Conservation**, Amsterdam, v. 17, [art.] e00577, 2019.
- WEDY, G. **Desenvolvimento sustentável na era das mudanças climáticas: um direito fundamental**. São Paulo: Saraiva Educação. 2018.
- WESTMAN, W. E. How much are nature's services worth? Measuring the social benefits of ecosystem functioning is both controversial and illuminating. **Science**, Washington, DC, v. 197, n. 4307, p. 960-964, 1977.
- WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: update methodology. **Journal of Advanced Nursing**, Oxford, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005.
- WOLFF, L. F. Abelhas e polinização: perda de biodiversidade no Bioma Pampa. *In*: CONGRESSO SOBRE O BIOMA PAMPA: REUNINDO SABERES, 1., 2020, Pelotas, RS. **Anais**. Pelotas: Editora UFPel, 2020. p. 113-131.
- WUNDER, S. (org.). **Pagamento por Serviços Ambientais: perspectivas para a Amazônia Legal**. Brasília, DF: MMA, 2008.
- WUNDER, S. **Payments for environmental services: some nuts and bolts**. Jakarta: CIFOR, 2005. (Occasional Paper, n. 42).
- XAVIER, S. V.; ROSSONI, C. M. *Green Bounds* e a economia verde: energia eólica em área rural e parceria público privada. *In*: MIRANDA, J. P. R. *et al.* (org.). **Direito agrário na prática: casos jurídicos reais sob a percepção das mulheres agraristas**. Sant'Anna do Livramento: João Paulo Rocha Miranda, 2021. p. 129-150.
- ZARRILLI, A. Uma agricultura insustentável? A província do Chaco, Argentina (1980-2008). **História Agrária. Revista de Agricultura e História Rural**, Murcia, n. 51, p. 143-176, 2010.
- ZHANG, W. *et al.* Ecosystem services and dis-services to agriculture. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 64, n. 2, p. 253-260, 2007.

ZHAO, Y.; LIU, Z.; WU, J. Grassland ecosystem services: a systematic review of research advances and future directions. **Landscape Ecology**, Dordrecht, v. 35, p. 793-814, 2020.

ZIBETTI, D. W.; GONÇALVES, A. I. Q. O Direito Agrário brasileiro e sua relação com o agronegócio. *In*: PARRA, Rafaela Aiex (org.). **Direito aplicado ao agronegócio: uma abordagem multidisciplinar**. Londrina: Editora Thoth, 2018. p. 233-254.

ZIBETTI, D.W. Epígrafe. *In*: GONÇALVES, A. I. Q. *et al.* (org.). **Direito agrário nos 30 anos da constituição de 1988**. Londrina: Editora Thoth, 2018. p. 23-26.

ZIBETTI, V. K. **Fundamentos de ecologia e tecnologia de tratamento de resíduos**. Pelotas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial Tec Brasil, 2013.

ZILIOTTO, Marina *et al.* Pesticide pollution in the brazilian pampa: detrimental impacts on ecosystems and human health in a neglected biome. **Pollutants**, Basel, v. 3, n. 2, p. 280-292, 2023.

## APÊNDICES

**Apêndice 1.** Normas para elaboração de trabalhos para a submissão na revista Harvard Law Review ISSN 0017-811X): <https://harvardlawreview.org/>.

**Apêndice 2.** Normas para elaboração de trabalhos para a submissão na revista Ecosystem Services (ISSN 2212 – 0416): Guide for authors - Ecosystem Services - ISSN 2212-0416 | ScienceDirect.com by Elsevier.

## VITÆ

Alexandre Valente Selistre é filho de Talai Djalma Selistre com Tânia Maria Valente Selistre, nascido aos 03 de maio de 1971, em Porto Alegre, RS, Brasil. É casado com Fernanda Garcia Duré Selistre e pai de Caetano Duré Selistre.

Cursou o fundamental, na Escola Estadual Ensino Fundamental Roque Callage, Instituto de Educação Gen. Flores da Cunha e Colégio Marista Rosário, onde concluiu o ensino médio (1988). Cursou o Básico, Complementar e Pré-avançado de Inglês Norte-Americano no Instituto Cultural Brasileiro Norte-Americano (1987).

Foi bacharel em Ciências Jurídicas e Sociais pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (1994). Frequentou o Curso de Preparação ao Concurso para a magistratura estadual na Escola da AJURIS (1998). Cursou extensão universitária em Direito (1999) e especialização em Direito Processual Ambiental pela Faculdade Instituto de Desenvolvimento Cultural (2011). Pós graduou-se em Direito Agrário e Ambiental Aplicado ao Agronegócio pela Universidade Paulista e Instituto de Educação no Agronegócio, sobre: PECUÁRIA DE CORTE NO PAMPA Aspectos Jurídicos da Produção de Carne Bovina no Bioma Pampa, orientado por Albenir Itaboraí Querubini Gonçalves (2016). Concluiu em um ano (2020), o Mestrado em Agronegócios, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com a dissertação: EXPORTAÇÃO MARÍTIMA DE GADO VIVO: Implicações Jurídicas na Cadeia Produtiva de Carne Bovina, sob orientação do Dr. Júlio Otávio Jardim Barcellos. Prosseguindo para tornar-se Doutor em Agronegócios, com a Tese: PARADOXO DO PASTOREIO: pagamento por serviços ambientais à pecuária a pasto no bioma Pampa brasileiro (2024), participando do Núcleo de Estudos em Sistemas de Produção de Bovinos de Corte e Cadeias Produtivas – NESPro.

Estagiou na Juchem Advocacia (1992); foi Secretário de Desembargador no Tribunal de Justiça do Estado do Rio Grande do Sul (1992 - 1997). Fundou a sociedade Selistre Advogados (1997 - 2023). Desde então, atua agora como sócio da Juchem Advocacia ao advogar e gerenciar a área de Agronegócios.

Leciona Direito Agrário, Ambiental e Agronegócio em cursos de pós-graduação e exerce a atividade pecuária junto à família, em Canguçu, RS, Brasil.

É membro do Instituto dos Advogados do Rio Grande do Sul - IARGS e da União Brasileira dos Agraristas Universitários - UBAU.