

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

Cainã Lima Costa

**DINÂMICA DO USO DA TERRA E A PRODUÇÃO DE PROTEÍNA NO
BIOMPA PAMPA BRASILEIRO**

Porto Alegre

2023

Cainã Lima Costa

**DINÂMICA DO USO DA TERRA E A PRODUÇÃO DE PROTEÍNA NO
BIOMA PAMPA BRASILEIRO**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios do Centro de Estudos e Pesquisa em Agronegócios (CEPAN) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Agronegócios.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Letícia de Oliveira

Porto Alegre

2023

Cainã Lima Costa

**DINÂMICA DO USO DA TERRA E A PRODUÇÃO DE PROTEÍNA NO
BIOMA PAMPA BRASILEIRO.**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios do Centro de Estudos e Pesquisa em Agronegócios (CEPAN) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Agronegócios.

Aprovada em ____ de _____ de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edson Talamini – UFRGS – PPG Agronegócios

Prof. Dr. Vinicius do Nascimento Lampert – EMBRAPA Pecuária Sul

Dr. Alexandre Afonso Meyer

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Letícia de Oliveira – PPG Agronegócios

CIP - Catalogação na Publicação

Lima Costa, Cainã
DINÂMICA DO USO DA TERRA E A PRODUÇÃO DE PROTEÍNA
NO BIOMPA PAMPA BRASILEIRO / Cainã Lima Costa. --
2023.
105 f.
Orientadora: Leticia de Oliveira.

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, 2023.

1. Proteína . 2. Bioma Pampa . 3. Uso da Terra. 4.
Sistemas Agrícolas. I. de Oliveira, Leticia, orient.
II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Dedico esta conquista primeiramente à minha tia avó Laura, que infelizmente partiu durante a pandemia. Tenho certeza de que, se estivesse aqui, estaria transbordando de felicidade neste momento.

Também dedico o título de Doutor aos meus pais, Éder Guimarães Costa e Ivani Eliani Lima Costa, e às minhas irmãs, Damiana Lima Costa e Leonara Bairros Cardoso, que sempre me apoiaram com força e incentivo. Sem eles, não teria sido possível.

AGRADECIMENTOS

Expresso minha profunda gratidão a Deus, que tem sido a luz constante em minha trajetória, proporcionando-me oportunidades valiosas e trazendo pessoas extraordinárias para minha vida.

Aos meus pais, meu eterno agradecimento. Vocês sempre me incentivaram a seguir meus sonhos e incansavelmente me ofereceram suporte, especialmente em relação à minha formação educacional. Desde minha infância, ensinaram-me a valorizar os estudos, a buscar conhecimento de forma incansável e a me adaptar às mudanças profissionais que surgem ao longo da vida. Vocês são a maior fonte de inspiração para mim. Mesmo oriundos de uma situação modesta, vocês nunca deixaram de acreditar que a educação tinha o poder de transformar nossas vidas. Graças à persistência, à situação financeira e aos valores que vocês me instilaram, continuo progredindo. Sem vocês, nada disso seria possível.

Agradeço também às minhas irmãs, cujo apoio, alegria compartilhada e momentos de lazer conjuntos foram inestimáveis.

Minha orientadora, Letícia de Oliveira, merece um agradecimento especial pela sua dedicação, orientação e apoio durante minha trajetória acadêmica. Ela compreendeu os momentos e dificuldades que enfrentei, mesmo quando estava ausente, e foi crucial para manter viva minha motivação para atingir meus objetivos.

Aos membros da banca, meu sincero agradecimento por aceitarem o convite para esta defesa. Admiro profundamente o trabalho que realizam e as pessoas que são. É uma honra compartilhar este momento com profissionais tão estimados.

Também sou grato aos meus colegas de pós-graduação, Felipe Artuzo e Camila Coletto, por nunca permitirem que eu desistisse. A presença e o apoio deles foram fundamentais em minha jornada. Estendo meus agradecimentos aos demais colegas e professores do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, que contribuíram significativamente para o meu desenvolvimento acadêmico e pessoal.

Por fim, mas de maneira alguma menos importante, expresso minha gratidão aos meus queridos amigos Álvaro e Suzane. Eles foram essenciais ao encontrar moradia no início desta jornada, cedendo generosamente um imóvel apesar das minhas dificuldades financeiras. Agradeço a ambos e, por extensão, a todos que me apoiaram de alguma forma.

MEU MUITO OBRIGADO

*“Nos caminhos da sabedoria, é a paixão
pelo conhecimento que nos guia e o amor
daqueles que nos cercam que nos sustenta”*

RESUMO

No Bioma Pampa, observa-se um avanço significativo na capacidade agrícola, atribuído à integração de novas variedades de culturas geneticamente adaptadas aos desafios locais. Estas inovações têm impacto direto na economia, ao mesmo tempo que mostram um compromisso com a sustentabilidade a longo prazo. Esse progresso, no entanto, traz consigo debates sobre desenvolvimento econômico e preservação ambiental. A relevância das práticas agrícolas modernas para a segurança alimentar é inquestionável, especialmente pela necessidade de proteínas e energia, vitais para a saúde da população. Nesta pesquisa, aprofundamos na relação entre o uso da terra, a produção de proteína e energia e o consumo de recursos em diferentes regiões. Identificaram-se mudanças marcantes, como a expansão de grãos e a redução das pastagens. Estas alterações influenciam diretamente a gestão sustentável do território. Em termos de produção, algumas áreas mostraram equilíbrio entre produção e ocupação territorial. Adicionalmente, avaliamos três cenários de sistemas de produção, destacando a soja como a principal fonte de proteína e energia, seguida pela rizicultura, o que ressalta a eficiência dos sistemas agrícolas integrados. Em resumo, os dados coletados evidenciam a representatividade da produção agrícola do Bioma Pampa, sua contribuição econômica e os desafios para uma produção alimentar sustentável e eficaz.

Palavras-chave: Proteína. Energia. Bioma Pampa. Uso da Terra. Sistemas Agrícolas.

ABSTRACT

In the Pampa Biome, there is a significant advancement in agricultural capability, attributed to the integration of new crop varieties genetically tailored to local challenges. These innovations directly impact the economy while also demonstrating a commitment to long-term sustainability. However, this progress also ignites debates concerning economic development and environmental preservation. The importance of modern agricultural practices for food security is undeniable, particularly due to the demand for proteins and energy, which are essential for public health. In this research, we delve into the relationship between land use, protein and energy production, and resource consumption across different regions. Notable shifts were identified, such as the expansion of grain crops and the reduction of pastures, which directly influence sustainable land management. In terms of production, some areas showcased a balance between production and land occupation. Furthermore, we evaluated three production system scenarios, highlighting soy as the primary source of protein and energy, followed by rice cultivation, emphasizing the efficiency of integrated agricultural systems. In summary, the collected data underlines the significance of the Pampa Biome's agricultural production, its economic contribution, and the challenges for sustainable and effective food production.

Keywords: Protein. Energy. Pampa Biome. Land Use. Agricultural Systems.

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIOVE – Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais

ANOVA – Análise de Variância

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

GLM – Modelo Linear Generalizado

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ILP – Integração Lavoura Pecuária

IRGA - Instituto Rio Grandense do Arroz

LUCC - Uso da terra e mudança de cobertura

MAPBIOMAS - Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil

MMA – Ministério do Meio Ambiente

RS – Rio Grande do Sul

SP – Sistemas Produtivos

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Etapas da pesquisa	21
Figura 2 - Destino da produção brasileira de soja	25
Figura 3 - Índice de tensão ambiental.....	27
Figura 4 - Mapa das regiões estudadas	29
Figura 5 - Distribuição das áreas de cultivo de soja nas mesorregiões	34
Figura 6 - Produção de proteína da soja para as mesorregiões.....	35
Figura 7 - Retorno de energia da soja para as mesorregiões	36
Figura 8 -Distribuição das áreas de cultivo de arroz nas mesorregiões.....	37
Figura 9 - Produção de proteína do arroz para as mesorregiões.....	38
Figura 10 - Retorno de energia do arroz para as mesorregiões	39
Figura 11 - Distribuição das áreas de pastagens naturais nas mesorregiões	40
Figura 12 - Produção de proteína da pecuária para as mesorregiões	42
Figura 13 - Retorno de energia da carne para as mesorregiões	43
Figura 14 - Uso e cobertura da terra no bioma pampa	48
Figura 15 - Localização das amostras do estudo	72
Figura 16 - Produção de proteína e de energia a partir dos sistemas analisados.....	80
Figura 17 - Variáveis preditoras para energia em sistemas agrícolas.....	88
Figura 18 - Variáveis preditoras para proteína em sistemas pecuários	89
Figura 19 -Variáveis preditoras para proteína em sistemas agrícolas	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Composição dos conjuntos de unidade de manejo.....	74
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição das variáveis envolvidas	30
Tabela 2 - Mudança do uso da terra em função do tempo e do espaço	45
Tabela 3 - Natureza dos dados amostrais	78
Tabela 4 - Modelo 1: adubação e correção do solo em função da produção de proteína.....	81
Tabela 5 - Modelo 2: adubação e correção do solo em função da produção de energia	82
Tabela 6 - Modelo 3: desenvolvimento das cultivares em função da produção de proteína....	83
Tabela 7 - Modelo 4: desenvolvimento das cultivares em função da produção de energia	83
Tabela 8 - Modelo 5: saúde e nutrição animal em função da produção de proteína	85
Tabela 9 - Modelo 6: saúde e nutrição animal em função da produção de energia.....	85
Tabela 10 - Modelo 7: infraestrutura em função da produção de proteína.....	87
Tabela 11 - Modelo 8: infraestrutura em função da produção de energia.....	87

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE TESE	14
1. 1 Introdução	14
1.3 Problema de Pesquisa	19
1.4 Objetivos.....	19
1.4.1 Objetivo Geral	19
1.4.2 Objetivos específicos.....	19
CAPÍTULO 2 – PROCEDIMENTOS DA PESQUISA.....	20
CAPÍTULO 3 - DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DO USO DA TERRA NO BIOMA PAMPA: UMA ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE PROTEÍNA E ENERGIA.....	23
3.1 Introdução e panorama atual	24
3.2 Área de pesquisa e procedimentos metodológicos	28
3.2.1 Tratamento e análise dos dados	32
3.3 Resultados.....	33
3.3.1 Evolução da sojicultura nas mesorregiões.....	33
3.3.2 Evolução da rizicultura nas mesorregiões	36
3.3.3 Evolução da pecuária nas mesorregiões	40
3.4 Discussões	47
3.5 Considerações finais	54
3.6 Limitações e futuras pesquisas.	57
Referências	58
CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DO IMPACTO DE VARIÁVEIS DE MANEJO AGRÍCOLA NA PRODUÇÃO DE PROTEÍNA E ENERGIA NO BIOMA PAMPA: UMA ABORDAGEM ATRAVÉS DE MODELOS LINEARES GENERALIZADOS (GLM).....	68

4.1 Introdução	69
4.2 Procedimentos metodológicos	70
4.2.1 Contextualização das áreas de estudo	70
4.2.2 Descrição das unidades amostrais e coleta de dados	73
4.2.3 Método de análise	75
4.3 Resultados e discussões	79
5.4 Conclusão	91
Referências	93
CAPÍTULO 5 – REFLEXÕES FIANAIS DA PESQUISA	98
Referências	99

CAPÍTULO 1 - APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE TESE

1. 1 Introdução

Nos primeiros vinte anos deste século (2001-2021), debates significativos sobre a alteração da superfície terrestre para atender às crescentes demandas por sustento e recursos aumentaram, marcados pela estimativa da FAO na expansão de 280 Mha até 2030 (ALEXANDER et al., 2016; WIRSENIUS; AZER e BERNDES, 2010; TILMAN e CLARK, 2014). O apogeu da corrida global pelas extensões agrárias se desenrolou entre 2007 e 2014, com uma conversão média anual de aproximadamente 8 milhões de hectares (Mha) documentada na Land Matrix¹. Notavelmente, quase 80% destas transformações materializaram-se no hemisfério sul. Em resumo, essas e diversas outras dinâmicas relativas à competição por territórios produtivos tornaram-se o ponto focal de domínios científicos interdisciplinares que deliberam sobre preocupações sociais, ambientais e econômicas (ANDRADE et al., 2018; BORRAS et al., 2011; FAIRHEAD; LEACH e SCOONES, 2012).

Com frequência, análises relativas ao crescimento econômico enfatizam a necessidade de um monitoramento minucioso da expansão das áreas destinadas à agropecuária (BECKER-RESHEF et al, 2010; REAY et al., 2012; HOANG et al., 2023). Esses debates são impulsionados por muitos estudos e relatórios ambientais, sobretudo aqueles de maior abrangência na mídia, como os provenientes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que realçam a importância da preservação de biomas naturais (CORNWELL et al., 2008; HOEKSTRA et al., 2005; KOUTSODENDRIS et al., 2023). O alvo não se limita à preservação da integridade dessas áreas singulares, mas estende-se à garantia da continuidade dos valiosos serviços ecossistêmicos que elas provêm (ZHANG et al., 2007). Entretanto, persistem indagações substanciais no tocante à consonância dos processos atuais de uso do solo e dos recursos produtivos com os imperativos da sustentabilidade.

É fundamental que as estratégias delineadas para ecossistemas gramíneos, como os encontrados no Bioma Pampa, bem como em outras regiões agriculturáveis e coberturas florestais, sejam direcionadas de modo a embasar políticas públicas que evidenciem sua

¹ Banco de dados público sobre negócios agrários globais (<https://landmatrix.org/>)

utilidade e eficácia. Tais políticas devem se concentrar na exploração cuidadosa das interconexões entre as medidas de mitigação ambiental, abrangendo tanto as mudanças climáticas quanto os impactos biofísicos decorrentes da utilização de recursos escassos. Torna-se manifesto que a maioria das dinâmicas relacionadas ao acesso à terra é predominantemente impulsionada por uma crescente demanda por produtos alimentícios e não alimentícios.

A literatura científica abrange o destaque para as estratégias de preservação e conservação, especialmente aquelas que incorporam o uso da terra para mitigar impactos ambientais causados pelo homem, ressaltando como podem inadvertidamente acionar efeitos colaterais indesejados (ADAMS e HUTTON., 2007; GERMAN., 2017; ZOOMERS., 2010). Tais efeitos secundários podem carregar consigo riscos e prejuízos socioeconômicos em múltiplos cenários prospectivos. Isso se torna particularmente evidente em nações de baixa renda, onde a agricultura desempenha um papel de extrema importância, tanto no Produto Interno Bruto (PIB) quanto na geração de empregos (PAWLAK e KOŁODZIEJCZAK., 2020). É imprescindível considerar com parcimônia o equilíbrio entre abordagens mais restritivas e o avanço contínuo na diminuição das emissões provenientes de combustíveis fósseis. Adicionalmente, é de extrema relevância incorporar nas análises o progresso na produtividade dos sistemas agrícolas, impulsionado por uma série de inovações científicas que buscam o baixo impacto ambiental e evitam o aumento da expansão de novas áreas agriculturáveis (MUELLER et al., 2012; SIMS e KIENZLE., 2015; THOMAS e VAZQUEZ., 2022).

No que diz respeito à demanda de alimentos, previsões demográficas indicam um aumento moderado nas décadas vindouras, fomentando a busca por alimentos e recursos agrícolas. As projeções das Nações Unidas sugerem que a população global atingirá a marca de 9,7 bilhões até 2050 e 10,4 bilhões até 2080. Este aumento será particularmente proeminente em nações em desenvolvimento, devido à estrutura etária jovem da sua população, o que propicia um incremento no número médio de descendentes (ONU, 2022). Além do crescimento populacional, a urbanização e o aumento da renda também servirão de impulso à procura por alimentos (HAKEEM et al., 2023; ALLEE; LYND e VAZE., 2021). No que concerne à oferta, a expansão de terras agrícolas enfrentará notáveis restrições. Segundo a FAO (2013), a disponibilidade de terras passíveis de expansão agrícola se concentra em algumas nações, com cerca de 90% delas situadas na América Latina e na África Subsaariana. Adicionalmente, tanto a China quanto os Estados Unidos possuem reservas de terras limitadas à agricultura.

No âmbito do desenvolvimento agrário, o Brasil se destaca como um dos maiores países em área (8.510.417,771 km²)². Esta vasta extensão territorial é beneficiada por condições climáticas favoráveis e solos férteis, conferindo-lhe um notável potencial agrícola. Diferentemente de muitos outros países, os agricultores brasileiros têm a capacidade de cultivar não apenas uma, mas por vezes até três safras no mesmo terreno, durante o mesmo ano, graças ao clima tropical e subtropical do país (COELHO., 2018; OSAKI e BATALHA., 2014). Este fenômeno chama a atenção do mundo, tanto pelo domínio na produção de alimentos quanto pelas preocupações ambientais, uma vez que o Brasil abriga uma impressionante variedade de espécies nativas, sendo amplamente reconhecido por eminentes cientistas como um "hotspot" de biodiversidade (MYERS et al., 2000; CARNAVAL et al., 2009).

Dessa maneira, pesquisas exploram as diversas facetas envolvidas na dinâmica do uso da terra neste continente. Quando direcionamos nosso foco para os agroecossistemas dos biomas brasileiros, aprofundamos as discussões devido às suas condições singulares. Em conformidade com as pesquisas de Caballero et al. (2023), observa-se um notório e constante aumento na degradação da vegetação natural no Brasil. Paralelamente, ecossistemas como a Mata Atlântica, a Caatinga, o Pampa e várias regiões do Cerrado têm enfrentado um agravamento das pressões ambientais. Esses autores ressaltam que a expansão das áreas de pastagem atingiu seu auge em 2006 no país e, a partir desse ponto, tem ocorrido uma gradual substituição por cultivos de soja e outras culturas agrícolas. Apesar de o desmatamento associado às pastagens persistir em grande parte dos biomas, houve um aumento líquido somente nas regiões da Amazônia e do Pantanal, enquanto outras áreas vivenciaram a diminuição das pastagens devido à conversão para a agricultura intensiva em diferentes localidades.

No que diz respeito ao ponto anterior, é crucial ressaltar que as metodologias de avaliação do uso da terra e mudança na cobertura (LUCC) abrangem a expansão na utilização, o abandono relacionado à regeneração e a intensificação do uso (PRETTY et al., 2018). A expansão envolve a conversão de terras não destinadas à agricultura, como florestas e pastagens naturais, em pastagens e terras agrícolas, embora frequentemente sejam associadas ao desmatamento (KREIDENWEIS et al., 2018; PHALAN; GREEN e BALMFORD., 2014). Quanto à intensificação, conforme abordado no estudo de Caballero et al., (2023), refere-se à transformação da terra de usos de baixa intensidade, como pastagens, em usos de maior intensidade, como cultivo. Assim, particularmente no Bioma Pampa nota-se uma significativa

² <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial>

transformação das pastagens, que diminuíram de 53% em 1986 para 37% em 2020, sendo amplamente substituídas por outras culturas, principalmente a soja, acompanhada por um índice de desmatamento em torno de 14% (CABALLERO et al., 2023).

Ressalta-se que as paisagens do pampa só receberam o status oficial de bioma em 2004, pelo IBGE, tendo como característica principal ser o menor bioma brasileiro em extensão territorial (CHOMENKO e BENCKE., 2016). De acordo com especialistas, as pastagens nativas do pampa brasileiro são classificadas como um ecossistema gramíneo, caracterizado por sua composição de plantas que são intolerantes à sombra, apresentando uma predominância de plantas herbáceas, em particular gramíneas perenes. Essas plantas evoluíram e são sustentadas por uma série de fatores, como incêndios frequentes, herbívoros de grande porte, restrições edáficas³ e condições climáticas específicas, ou uma combinação desses elementos (OVERBECK et al., 2022)

Essas espécies desempenham um papel fundamental na preservação da biodiversidade brasileira e representam a maior parte da diversidade vegetal de gramíneas do país. De acordo com o estudo de Andrade et al., (2018), a metade sul do Rio Grande do Sul (RS) abriga aproximadamente 3.500 espécies pertencentes a esse gênero. Em uma área de um metro quadrado do bioma pampa, podem ser encontradas até 56 espécies de plantas vasculares. Outros autores identificaram números máximos de 31 espécies por metro quadrado no município de Alegrete, 40 espécies/m² em São Gabriel e 43 espécies/m² em Lavras do Sul (MENEZES et al., 2018).

Conforme compreendemos a importância ecológica do bioma, é fundamental compreender o impacto socioeconômico da expansão das fronteiras agrícolas na metade meridional do RS (MARTINELLI et al., 2017; DYNGLAND; OLDEKOP e EVANS, 2020; MATTE e WAQUIL., 2020). Isso ocorre mesmo diante das profundas transformações nas paisagens que, outrora, eram caracterizadas por vastas áreas de pastagens naturais, onde a pecuária era a atividade predominante (OVERBECK., 2007; NABINGER; MORAES; e MARASCHIN, 2000). Esses territórios, embora com uma intensidade menor, historicamente, também tiveram a presença da agricultura, com culturas como linho, trigo, cevada e, sobretudo, a cultura do arroz, que ocupava amplos domínios em certas localidades, mas que passa também por mudanças recentes (ZARTH., 2002; BRUM e HECK., 2005; IRGA., 2023).

Neste contexto, o cultivo da soja está ganhando cada vez mais espaço, acompanhado por manejos com sucessão e rotação de culturas tanto no inverno quanto no verão (OLIVEIRA.,

³ Relativo ao solo, especialmente às suas características físicas e químicas.

2017; SILVEIRA; GONZÁLEZ e FONSECA., 2017; QUEVEDO et al., 2023). Essa capacidade de inserção é notável em regiões com baixa precipitação pluviométrica, e isso se deve, em grande parte, à introdução de novas variedades de culturas com genótipos geneticamente adaptados, frequentemente combinadas com sistemas de irrigação. Essas medidas viabilizam novas lavouras em regiões onde, anteriormente, a atividade agrícola era economicamente inviável (ZANON et al., 2015; SARTORI et al., 2015; ALMEIDA et al., 2019; RODRIGUES et al., 2023). Além disso, é importante destacar a segurança econômica e benefícios ambientais ocorridos em áreas com integração lavoura-pecuária (OLIVEIRA., 2014; SZYMCZAK, 2020). Em suma, verifica-se nessas regionalidades, principalmente em algumas áreas específicas, um o aumento do Valor da Produção Agrícola (VPA) para o PIB do estado (SEGER et al., 2023). Essa diversidade de atividades agrícolas nas zonas do Pampa demonstra a versatilidade e a resiliência da agricultura, impulsionando a economia local e preocupando-se com a sustentabilidade a longo prazo, mesmo em meio a mudanças significativas na paisagem.

Diante de toda essa complexidade apresentada, há inúmeras abordagens que fornecem evidências e sustentam argumentos em favor do desenvolvimento econômico e da preservação ambiental. Os cultivos e as criações, especialmente aqueles de maior representatividade, desempenham um papel fundamental na vida do ser humano moderno, sendo a segurança alimentar um dos principais aspectos que nos leva a refletir sobre a importância dos diferentes produtos resultantes da exploração econômica do solo (RAMANKUTTY., 2018). Especificadamente, percebemos que a nossa evolução como seres humanos está intimamente ligada à disponibilidade de proteína e energia (CORDAIN et al., 2005; JAMES et al., 2019). É a partir da proteína que construímos e mantemos nossos tecidos, músculos e órgãos vitais. Além disso, a proteína desempenha um papel importante na regulação de processos bioquímicos no corpo. A energia, por sua vez, é o catalizador que impulsiona todas as nossas atividades diárias. É fundamental para a realização de tarefas físicas e mentais (ALT; AL-AHMAD & WOELBER, 2022).

Nesse contexto, as atividades economicamente representativas do Bioma Pampa desempenham um papel fundamental na garantia atual e futura da disponibilidade de alimentos, proporcionando diferentes resultados em termos de proteína e energia, tanto para consumo direto quanto indireto. A produção de proteína proveniente da pecuária, assim como das culturas de arroz e soja, inegavelmente contribui para atender às necessidades alimentares das populações locais e externas, desempenhando um papel crucial na segurança alimentar.

Assim, esta tese tem como objetivo analisar o desenvolvimento das atividades agrícolas em relação à distribuição geográfica, ao longo do tempo e à alocação de recursos produtivos

para obter proteínas e energia. Compreender esses aspectos nos permite avaliar os equilíbrios necessários entre o passado e o presente, bem como orientar nossos esforços para garantir a produção sustentável, culminando na abordagem do problema de pesquisa.

1.3 Problema de Pesquisa

Como a dinâmica espaço-temporal do uso da terra influencia a produção de proteínas e energia e afeta o consumo de recursos produtivos no Bioma Pampa, considerando as variações nas mesorregiões ao longo de três décadas?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Investigar a relação entre a dinâmica espaço-temporal do uso da terra, a produção de proteínas e energia, e o consumo de recursos produtivos no Bioma Pampa, visando compreender os fatores que impactam a sustentabilidade e eficiência desses sistemas.

1.4.2 Objetivos específicos

- A. Investigar a dinâmica espaço temporal do uso da terra no Bioma Pampa ao longo de 30 anos, dividindo a amostra temporalmente em 5 grupos de 6 anos e espacialmente em 6 mesorregiões.
- B. Avaliar a relação entre a dinâmica do uso da terra e a produção de proteínas e energia nas diferentes mesorregiões do Bioma Pampa
- C. Analisar os sistemas agrícolas representativos no Bioma Pampa, considerando a produção de proteínas e energia, o consumo de recursos e as práticas utilizadas pelos produtores rurais.