

O IMPACTO DO SETOR AGROPECUÁRIO NA BIODIVERSIDADE BRASILEIRA

THE IMPACT OF THE AGRICULTURAL SECTOR ON BRAZILIAN BIODIVERSITY

Isabella Pereira Marques Dias¹

Patrícia Borges Silveira²

Carlos Fernando Campos³

Cássio Resende de Morais^{4*}

RESUMO: Este estudo analisa os impactos ambientais decorrentes da expansão histórica do setor agropecuário sobre a biodiversidade dos biomas brasileiros. A investigação percorre a trajetória de modernização do campo, desde a consolidação de políticas públicas nas décadas de 1960 e 1970, como a criação da Embrapa e a implementação do Sistema Nacional de Crédito Rural, até a intensificação tecnológica contemporânea, caracterizada pela mecanização em larga escala e pelo uso massivo de agrotóxicos. Esse modelo de desenvolvimento, embora tenha consolidado o Brasil como potência agroexportadora, gerou externalidades ambientais críticas, materializadas no desmatamento, na fragmentação de habitats, na degradação dos solos, na contaminação de recursos hídricos e na perda acelerada de biodiversidade nos biomas. Buscando compreender essas relações e analisar ações mitigadoras para reverter tais impactos causados.

Palavras-chave: Impacto Ambiental; Agropecuária ; Biodiversidade ; Desmatamento.

ABSTRACT: This study analyzes the environmental impacts resulting from the historical expansion of the agricultural sector on the biodiversity of Brazilian biomes. The investigation traces the trajectory of rural modernization, from the consolidation of public policies in the 1960s and 1970s, such as the creation of Embrapa and the implementation of the National Rural Credit System, to contemporary technological intensification, characterized by large-

-
1. Licenciada em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Mário Palmério – UNIFUCAMP.
 2. Licenciada e bacharelada em Geografia pela Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP. Mestra e doutora em Geografia pela UNESP.
 3. Licenciado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Mário Palmério – UNIFUCAMP. Mestre e Doutor em Genética e Bioquímica pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU.
 4. Licenciado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Mário Palmério – UNIFUCAMP. Especialista e Biotecnologia Ambiental pelo Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR. Especialista em Toxicologia e Bioquímica pela Faculdade Metropolitana do Estado de São Paulo – FAMEESP. Especialista em Biologia Celular e Molecular pelo Centro Universitário FAVENI - UNIFAVENI. Mestre e Doutor em Genética e Bioquímica pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Docente e Pesquisador pelo UNIFUCAMP.

*Autor de correspondência: cassio.1015@hotmail.com

scale mechanization and the massive use of pesticides. This development model, while having consolidated Brazil's position as an agro-exporting power, has generated critical environmental externalities, materialized in deforestation, habitat fragmentation, soil degradation, contamination of water resources, and accelerated biodiversity loss in the biomes. The work aims to understand this relationship and analyze mitigating actions to reverse the caused impacts.

Keywords: Environmental Impact; Agriculture; Biodiversity; Deforestation.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Barbosa e Viana (2014), a biodiversidade constitui um pilar fundamental para a manutenção da vida no planeta, funcionando como uma complexa rede de interações ecológicas que fornece recursos indispensáveis à existência humana, desde alimentos, medicamentos e vestimentas até matérias-primas para os mais diversos setores da economia. Sua importância, no entanto, transcende a utilidade instrumental para o ser humano, manifestando-se na estabilidade dos ecossistemas e na teia de interdependências onde a existência de uma espécie é condição para a sobrevivência e proliferação de inúmeras outras. Porém, esse patrimônio vital tem sido sistematicamente degradado por um modelo de desenvolvimento que, ao mesmo tempo que dele depende, o subestima e ignora suas limitações fundamentais.

Ainda segundo Barbosa e Viana (2014), a exploração dos recursos naturais no Brasil configura um processo histórico de longa duração, iniciado com a colonização e intensificado ao longo de sucessivos ciclos econômicos, os quais priorizaram a extração predatória sem a pensar na conservação. Diante desse cenário de crescente pressão sobre os ecossistemas, os autores defendem a necessidade de legislações ambientais mais efetivas e de mecanismos de fiscalização rigorosos e permanentes. Essa demanda por um sistema normativo mais sólido justifica-se pela alarmante continuidade do desmatamento em larga escala e pelo tráfico descontrolado de animais silvestres, atividades que não apenas fragmentam habitats, mas também provocam a erosão da base genética e o colapso de populações inteiras de espécies nativas, afetando de maneira significativa e, por vezes, irreversível, a biodiversidade nacional.

Vieira Filho (2016) sustenta que uma parcela expressiva da degradação na biodiversidade brasileira tem como principal vetor o setor agropecuário, cuja trajetória histórica revela uma notável transição. Na década de 1960, o Brasil configurava-se como um importador líquido de alimentos, essa condição esta atribuída à baixa capacidade produtiva e à

carência de um modelo tecnologicamente organizado para produzir. Este panorama, no entanto, sofreu uma drástica reversão a partir da criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em 1973, instituição que exerceu papel central na orquestração de um projeto nacional de modernização agrícola. Por meio da geração e adaptação de insumos, práticas e variedades vegetais, a Embrapa foi fundamental para a intensificação e a expansão da fronteira agrícola nacional. Porém o uso de defensivos agrícolas, advindo da expansão do setor agropecuário, contribuiu para a perda da biodiversidade nativa e, conseqüentemente, para a diminuição dos recursos naturais disponíveis.

O setor agropecuário é a integração das atividades: agrícola (cultivo de plantas) e a pecuária (criação de animais), que juntas desempenha um papel fundamental ao fornecer alimentos, matérias-primas têxteis e fonte de nutrientes para a população, além de gerar serviços. (Embrapa, 2023). Existe uma grande diversidade das práticas agropecuárias no Brasil, havendo um contraste significativo entre modernização tecnológica, práticas tradicionais e alternativas sustentáveis, visando impulsionar a produtividade, refletindo diferentes realidades econômicas, sociais e ambientais, principalmente os impactos ambientais, visto que a caminhos mais sustentáveis para produzir, dessa forma torna-se necessário o incentivo da adoção de uma produção consciente e responsável, garantido a manutenção de todas as formas de vida.

O processo de modernização do setor agrícola brasileiro, marcado pela intensa mecanização e pela crescente dependência de insumos químicos, evidencia um dilema entre desenvolvimento agrícola e conservação ambiental. Por um lado, a introdução de maquinários desde os primeiros tratores na década de 1960 até as tecnologias de precisão do século XXI, o que potencializou a capacidade produtiva nacional (Silva; Baricelo; Viana, 2015). Na mesma direção, a consolidação do modelo da "Revolução Verde" estabeleceu os agrotóxicos como pilares do controle fitossanitário, determinando o Brasil como um dos maiores consumidores globais desses produtos (Terra, 2008).

Contudo, essa trajetória de modernização, embora economicamente bem-sucedida, desencadeou impactos ambientais de larga escala, incluindo a substituição acelerada de ecossistemas nativos, a contaminação de solos e recursos hídricos (Carson, 1969), e a intensificação de processos degradatórios que ameaçam a integridade dos biomas brasileiros e a sustentabilidade do próprio setor a longo prazo (Costa; Pires, 2016).

Diante deste cenário, torna-se necessário promover uma conscientização ampla e urgente sobre o estado atual da biodiversidade. Reconhecida como alicerce da existência de

todos os seres vivos e parâmetro fundamental para a qualidade de vida, a crise ambiental demanda a implementação imediata de medidas efetivas. Tais ações devem visar não apenas a reparação dos danos já consolidados como a degradação de habitats, a erosão dos solos e os processos de desertificação, mas também a prevenção de impactos futuros, notadamente a extinção irreversível de espécies da fauna e flora e o colapso dos serviços ecossistêmicos.

2 METODOLOGIA

A metodologia empregada caracteriza-se pela abordagem mista, que integra métodos quantitativos e qualitativos para analisar os impactos da agropecuária nos biomas brasileiros. A abordagem qualitativa permite a compreensão aprofundada do fenômeno por meio da análise detalhada de estudos de caso e de observações específicas, com base na descrição interpretativa dos dados coletados, enquanto a abordagem quantitativa fornece suporte numérico mediante o tratamento estatístico de dados concretos (Rodrigues, 2007). A integração dessas perspectivas proporcionam uma visão abrangente do problema, conjugando a profundidade da análise interpretativa com a precisão dos dados mensuráveis.

A metodologia configura-se como elemento central na pesquisa científica, funcionando como um alicerce para a produção de conhecimento válido e confiável. De acordo com Marconi e Lakatos (2022), ela consiste em um conjunto de atividades sistemáticas e racionais que orientam o pesquisador durante a investigação, assegurando que o percurso seja realizado com segurança e clareza. Atua como um guia estruturado que conecta a observação da realidade à construção teórica, permitindo a verificação controlada de hipóteses, a identificação e correção de possíveis erros durante o processo e, por fim, a obtenção de resultados verdadeiro. Será realizada uma pesquisa de revisão, com análise de documentos bibliográficos de várias fontes, a fim de verificar os impactos causados pela agropecuária na biodiversidade dos biomas brasileiros. Entre as fontes consultadas, incluem-se artigos científicos, relatórios institucionais, publicações técnicas de instituições, livros, revistas, portais do governo, como exemplos temos a Embrapa, o IPAM (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia), o MapBiomas, o ISPN (Instituto Sociedade, População e Natureza), o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), além de outras fontes relevantes especializadas. O estudo tem como objetivo gerar uma sequência didática e lógica sobre o assunto, com vistas a conscientizar e fomentar a inovação em formas de reverter os impactos ambientais identificados.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Biodiversidade

O conceito de biodiversidade foi criado em 1985, durante uma discussão sobre diversidade biológica (Franco, 2013). A biodiversidade é a diversidade e a multiplicação de todas as formas de vida, englobando a variação genética de espécies e ecossistemas, evidenciando a riqueza e a complexidade da vida em toda a sua organização (Barbosa; Viana, 2014).

A importância da biodiversidade não se baseia apenas por setores financeiros ou sociais, “É por meio da biodiversidade que o homem provê suas já citadas necessidades mais básicas, como a alimentação, a produção de medicamentos, a produção industrial e a manutenção do padrão da qualidade de vida, com o usufruto da água, do solo e do ar.” (Barbosa; Viana; 2014. p 31.), e tem a função de esclarecer os papéis, os benefícios e os malefícios que cada ser vivo pode fornecer no momento da interação entre si ou com o meio em que vivem. A biodiversidade em sua importância não se limita ao fornecimento de recursos, mas também à estabilidade dos ecossistemas e à continuidade da vida em suas diversas formas, preservá-la é uma condição indispensável para o equilíbrio ambiental e o bem-estar das futuras gerações.

Cabe ressaltar que, embora um número considerável de espécies entre 170.000 e 210.000 já tenham sido catalogadas no Brasil, as evidências científicas indicam que este valor representa apenas uma fração da riqueza total do país, que pode chegar a aproximadamente 1,8 milhões de espécies, muitas das quais podem ser extintas antes mesmo de serem descobertas (Lewinsohn; Prado, 2005).

A biodiversidade sofre algumas ameaças que devem ser analisadas de fato, primeiro entender que a extinção natural é um fenômeno intrínseco à dinâmica evolutiva, decorrente da incapacidade de adaptação de espécies a mudanças graduais em seu ecossistema. Esse processo ocorre quando as transformações no ambiente superam a capacidade de resiliência dos organismos, como também existe a extinção provocada pelas ações antrópicas como as queimadas, o desmatamento, a agricultura, a pecuária, a introdução de espécies exóticas e as indústrias (Barbosa; Viana, 2014).

Além dessas ameaças diretas e previsíveis, é crucial considerar o papel da aleatoriedade inerente aos sistemas ecológicos. Eventos estocásticos são, por natureza, ocorrências incertas cuja realização depende de uma probabilidade. Diferentemente dos modelos determinísticos, onde os resultados são sempre previsíveis e o acaso não exerce

influência , nesses eventos o resultado pode ou não se concretizar. Na ecologia, exemplos de processos biológicos inerentemente estocásticos incluem: (1) a definição da abundância média das espécies, (2) as flutuações observadas em torno desse valor médio e (3) a influência que as interações entre espécies exercem na dinâmica populacional (Mandai, 2014).

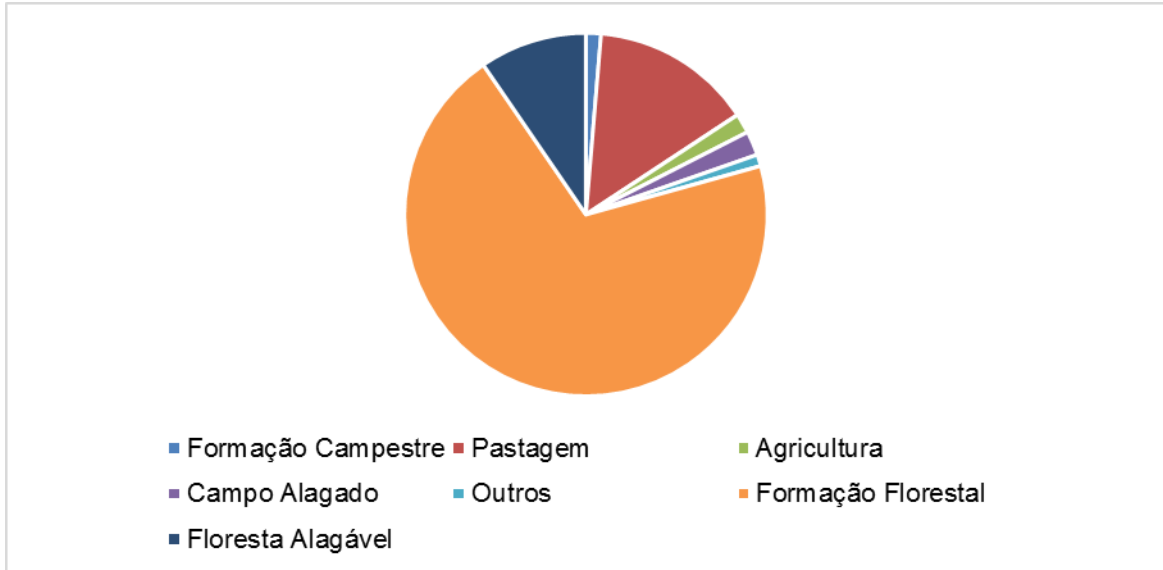
3.1.1 Biomas

Na forma de organização espacial, a biodiversidade pode ser dividida em biomas, os quais são definidos como unidades ecológicas de grande extensão, constituídas pelo agrupamento de formações vegetais interligadas e identificáveis em escala regional, sendo caracterizadas por condições geoclimáticas semelhantes e uma trajetória evolutiva comum, que, em conjunto, resultam em uma diversidade biológica singular e distintiva (BRASIL, 2011). O Brasil é composto por seis biomas que ocupam o território nacional com as seguintes percentagem: Amazônia 49,5%, Caatinga 10,1%, Cerrado 23,3%, Mata Atlântica 13 %, Pampa com 2,3% e o Pantanal 1,8%, com características distintas uns dos outros (MAPBIOMAS, 2025).

3.1.1.1 Amazônia

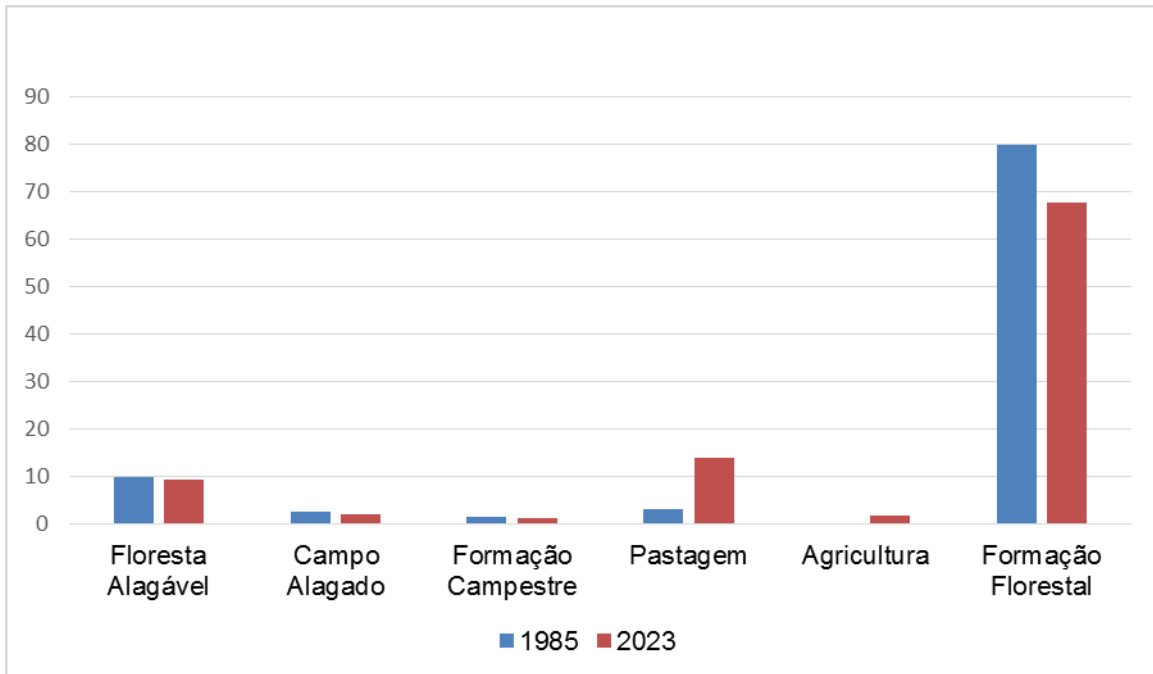
A Amazônia é conhecida como a floresta tropical mais extensa do mundo, concentrando uma fauna e flora extremamente rica, porém estima-se que a região possua milhões de espécies de animais e dezenas de milhares de plantas, muitas delas endêmicas e de grande importância ecológica, alimentar e medicinal, sendo que muitas delas não foram totalmente catalogadas ainda. A floresta impressiona pela grandiosidade de suas árvores, havendo uma variedade de ecossistemas e habitats, garante elevado grau de endemismo e complexidade ecológica, tornando o bioma essencial para o equilíbrio ambiental global, além de sustentar práticas culturais e modos de vida já que o bioma é habitado por povos indígenas, ribeirinhos e comunidades tradicionais que vivem de forma sustentável, segundo dados do Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN, 2025). O uso da terra no bioma estão descritas no gráfico 1 e a comparação do uso da terra está demonstrada no gráfico 2.

Gráfico 1: Uso da Terra na Amazônia em 2023.



Fonte: MAPBIOMAS. Coleção 9. 2024

Gráfico 2: Histórico de Cobertura e Uso da Terra na Amazônia de 1985 a 2023.

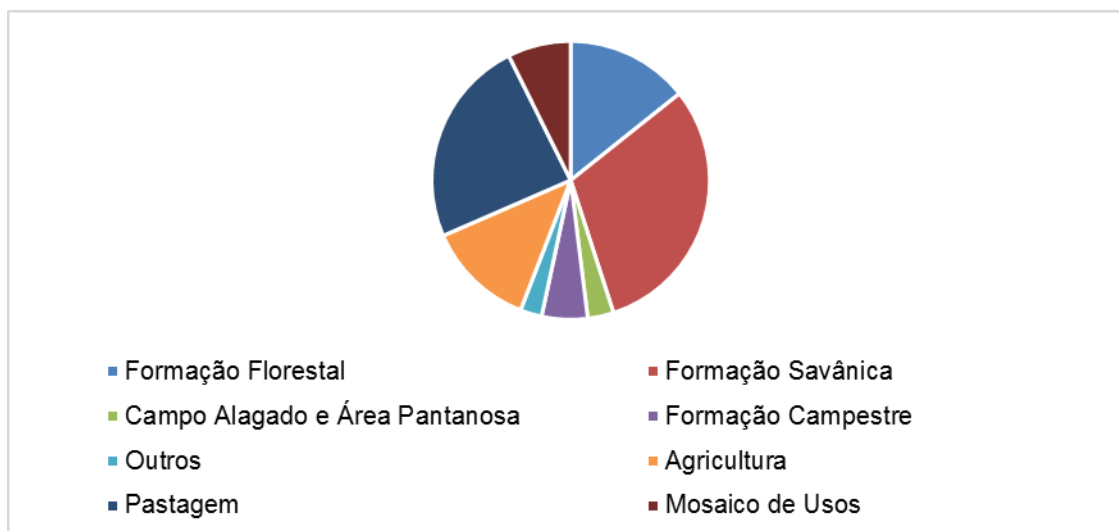


Fonte: MAPBIOMAS. Coleção 9. 2024

3.1.1.2 Bioma Cerrado

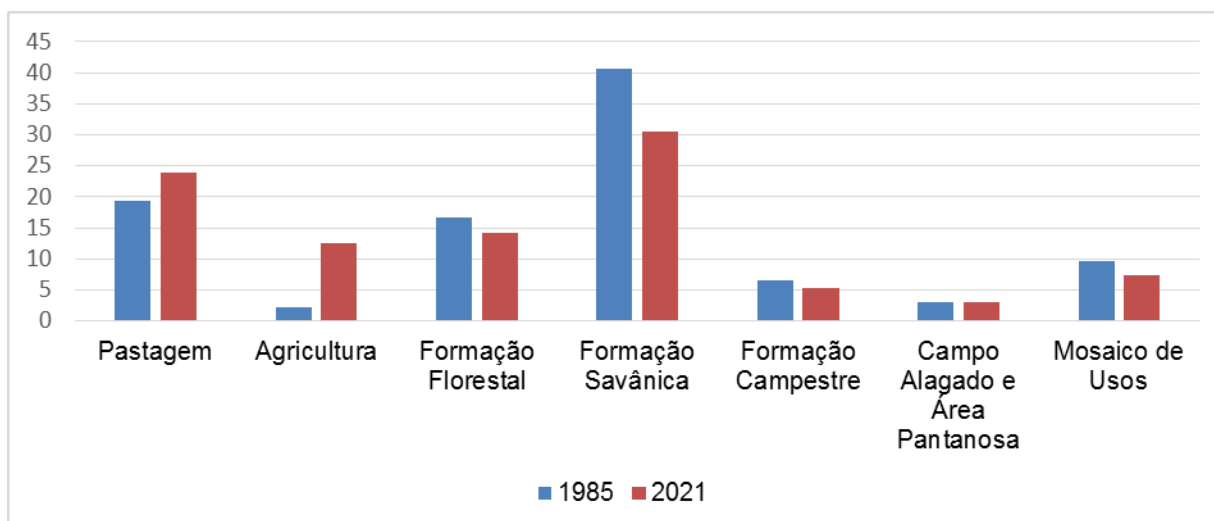
O Cerrado é considerado o coração do Brasil, abriga importantes nascentes e regiões de recarga de rios essenciais ao país, sendo reconhecido como o “berço das águas”. A savana mais rica em biodiversidade do mundo (mas em biodiversidade total o Cerrado fica depois da Mata Atlântica, sendo também considerado um *hotspot*). Sua flora é extremamente diversa e oferece múltiplas possibilidades de uso, muitas espécies podem ser aproveitadas para alimentação, produção de remédios, fitoterápicos, artesanato, fibras e cobertura de habitações, entre outros fins. Sua fauna extremamente diversa, com grande variedade de mamíferos, aves, répteis, anfíbios, peixes e invertebrados, está associada à heterogeneidade dos habitats e à sazonalidade do clima, que influenciam a distribuição e o comportamento dos animais, onde muitos permanecem refugiados em áreas conservadas, contribuindo para altos níveis de endemismo e para a manutenção dos processos ecológicos do bioma (ISPN, 2025). O uso das terras do bioma está descrito no gráfico 3, e a comparação do uso da terra, está descrita no gráfico 4.

Gráfico 3: Uso da Terra no Cerrado em 2021.



Fonte: MAPBIOMAS. Coleção 7. 2022.

Gráfico 4: Histórico da Cobertura e Uso da Terra no Cerrado de 1985 a 2021.

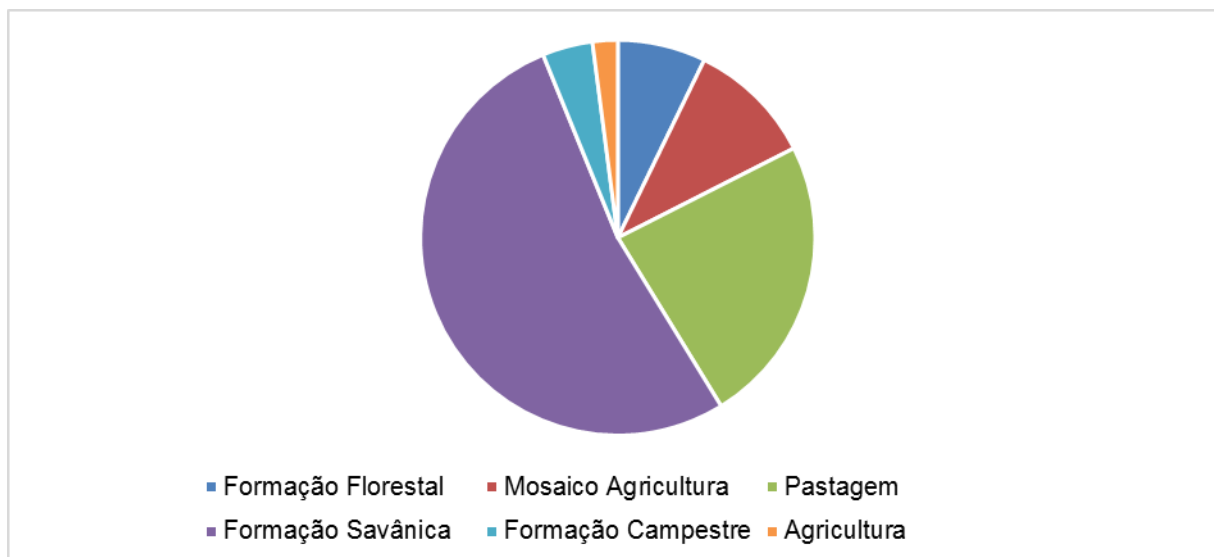


Fonte: MAPBIOMAS.Coleção 7. 2022.

3.1.1.3 Bioma Caatinga

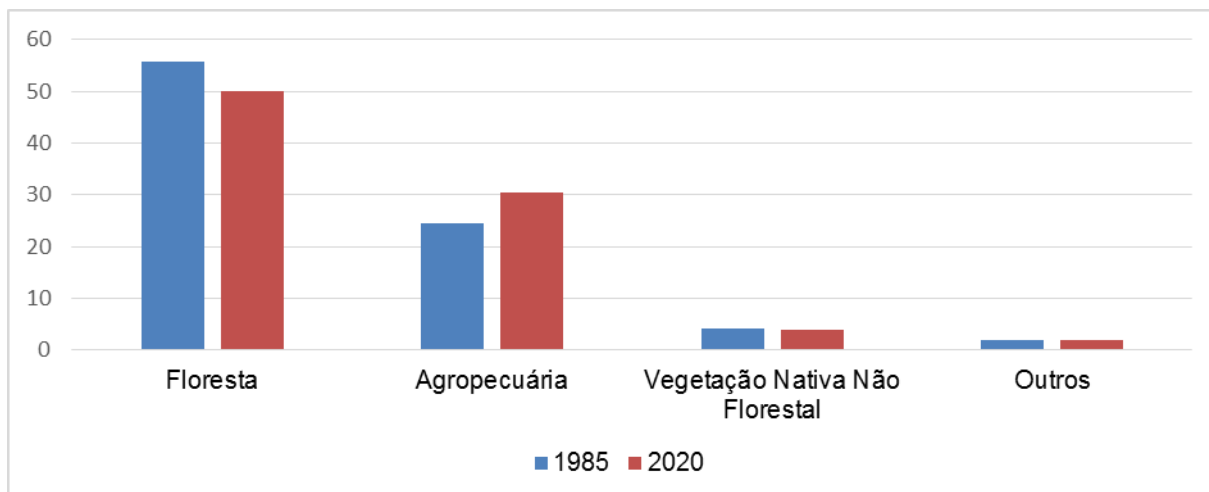
Composta por diferentes paisagens e lar de diversas comunidades, a Caatinga possui fauna e flora pouco exploradas, sendo que, aproximadamente 33% das plantas e 15% dos animais do bioma são endêmicos, declarando sua relevância ecológica global. A fauna da Caatinga é bastante diversificada e apresenta adaptações especiais ao clima semiárido, sobrevivendo às condições de escassez de água e altas temperaturas, esse fato se relaciona à variedade de paisagens e habitats do bioma ecológicos (pois possui áreas áridas e regiões mais úmidas), que oferecem diferentes nichos para a fauna. Sua flora é adaptada ao clima também, adotando estratégias que permitem a sobrevivência durante longos períodos de seca, como armazenamento de água em troncos, nas raízes e nas folhas, focando na redução da perda de água. Dessa forma, tanto a fauna quanto a flora da Caatinga demonstram uma notável resiliência, transformando as adversidades do semiárido em estratégias únicas de existência e perpetuação (ISPN, 2025). O uso das terras do bioma estão descritas no gráfico 5, e a comparação do uso da terra no gráfico 6.

Gráfico 5: Uso da Terra na Caatinga em 2020.



Fonte: MAPBIOMAS. Coleção 6. Outubro 2021.

Gráfico 6: Histórico da Cobertura e Uso da Terra na Caatinga de 1985 a 2020.



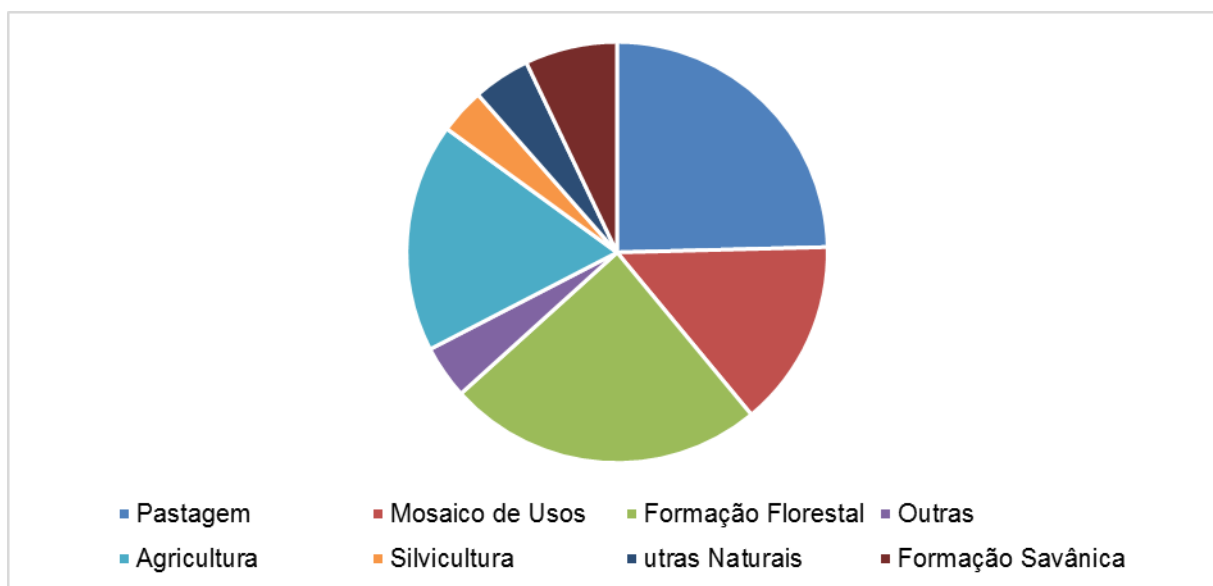
Fonte: MAPBIOMAS. Coleção 6. Outubro 2021.

3.1.1.4 Bioma Mata Atlântica

A Mata Atlântica é um bioma extremamente diverso marcado por uma vegetação exuberante adaptada à umidade, pela presença de ecossistemas variados e pela fauna endêmica, sendo considerada um hotspot, segundo o Instituto Brasileiro De Florestas (IBF, 2020) . Trata-se do bioma mais degradado do país, que é responsável por cerca de 70% dos serviços ecossistêmicos primordiais à população brasileira, incluindo áreas urbanas, além de

abrigar comunidades tradicionais e povos indígenas. Seus fragmentos preservados estão distribuídos de maneira desigual e sua degradação está vinculada aos ciclos agropecuários econômicos, iniciados na colonização, voltados à produção de alimentos para consumo interno e exportação. Cerca de 64% do território desse bioma é ocupado por atividades humanas (Pinto; Metzger; Sparovek, 2022). O uso da terra no bioma está representado no gráfico 7, para analisar o comparativo de uso da terra, segue o gráfico 8.

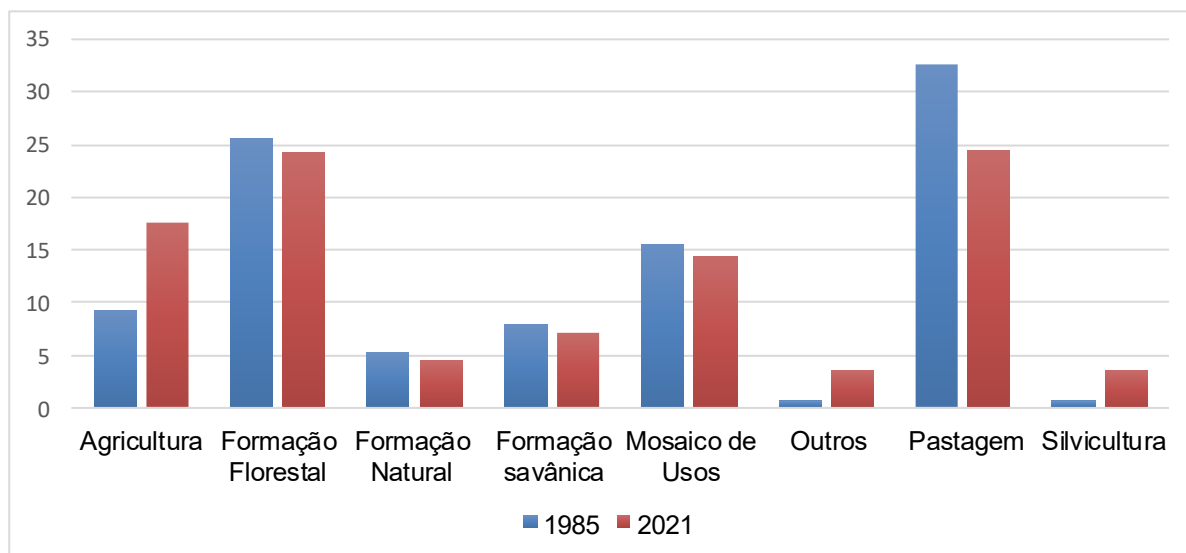
Gráfico 7: Uso da Terra na Mata Atlântica em 2021.



Fonte: MapBiomas - Coleção 7.0 (2022)

A agropecuária na Mata Atlântica é marcada por uma diversidade de cultivares e de atividades, com influência de pequenas propriedades rurais mesmo com a existência da desigualdade fundiária. É observado uma substituição de pastagens por agricultura, evidenciando que ainda existe o processo de desmatamento (Pinto; Metzger; Sparovek, 2022), o que explica a diminuição na formação de floresta seja ela natural ou não.

Gráfico 8: Histórico da Cobertura e Uso da Terra na Mata Atlântica de 1985 a 2021



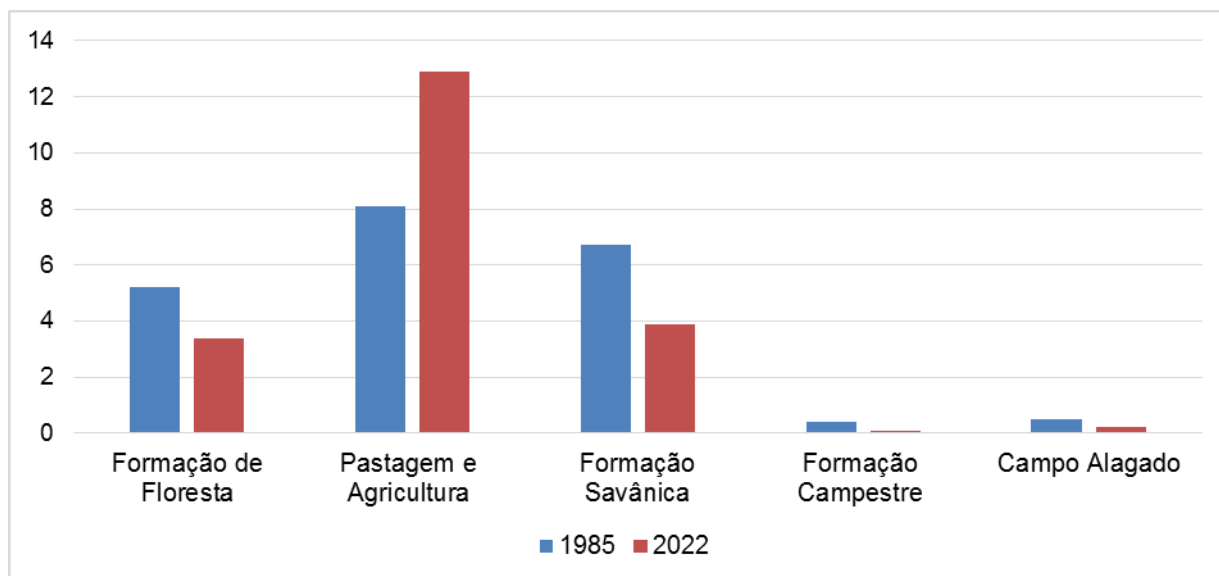
Fonte: MapBiomas - Coleção 7.0 (2022)

3.1.1.5 Bioma Pantanal

O bioma Pantanal constitui a maior planície de inundação contínua do planeta, e abriga grande parte da fauna brasileira. Quando em época de cheia, os animais migram para regiões mais altas e retornam após a vazante das águas. Sua vegetação é predominantemente formada por campos alagáveis e pastagens naturais, complementada por pequenas florestas de galeria e áreas de transição com características do Cerrado e muito pouco da Caatinga, segundo o Ministério do Meio Ambiente e Mudança Do Clima (MMA,2022).

Em 1985, 60% do bioma era natural, em 2022, somente 38% do bioma é natural (SOS Pantanal, 2025). O gráfico 9 apresenta um comparativo do uso da terra, onde é possível observar a perda de espaços naturais e o aumento de áreas com ações antrópicas, para a pastagem e para agricultura.

Gráfico 9: Histórico da Cobertura e Uso da Terra no Pantanal de 1985 a 2022.



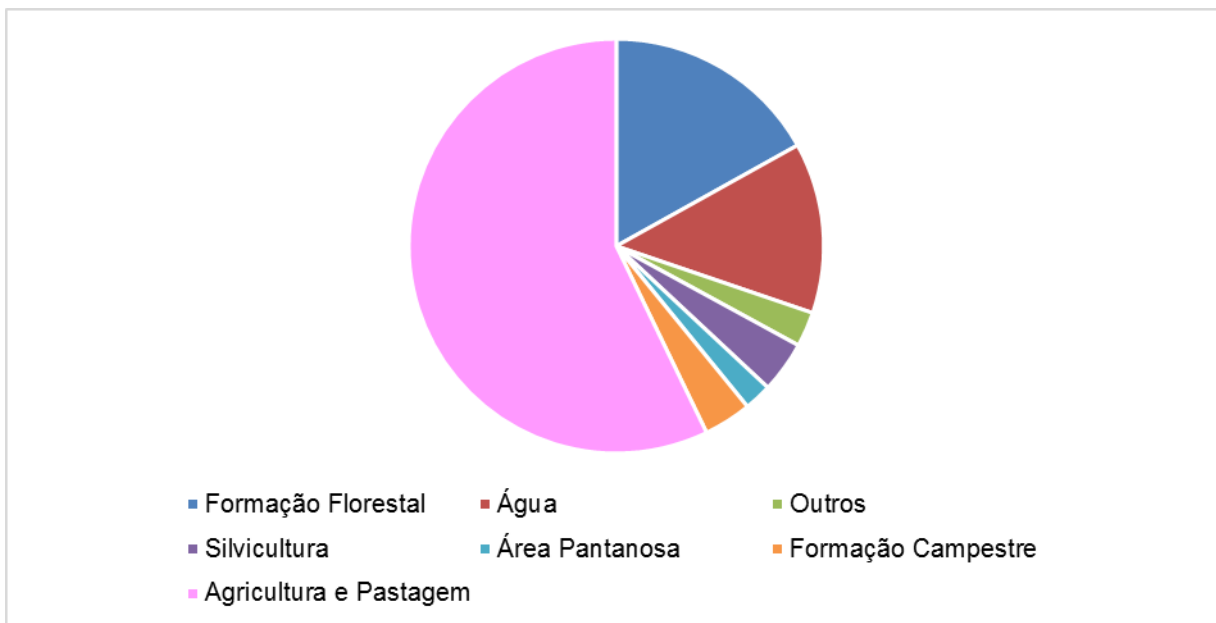
Fonte: SOS PANTANAL. Ameaças ao Pantanal

3.1.1.6 Bioma Pampa

O bioma Pampa abriga um expressivo patrimônio cultural associado à biodiversidade. Apesar de campos nativos predominarem na paisagem, o bioma também apresenta matas ciliares, de pau-ferro, de encosta, além de formações butiazais, arbustivas e afloramentos rochosos. A fauna e a flora do Pampa são exclusivas, com grande diversidade parcialmente registrada pela ciência, destacando-se a variedade de gramíneas devido a intensa criação de gado (MMA,2022).

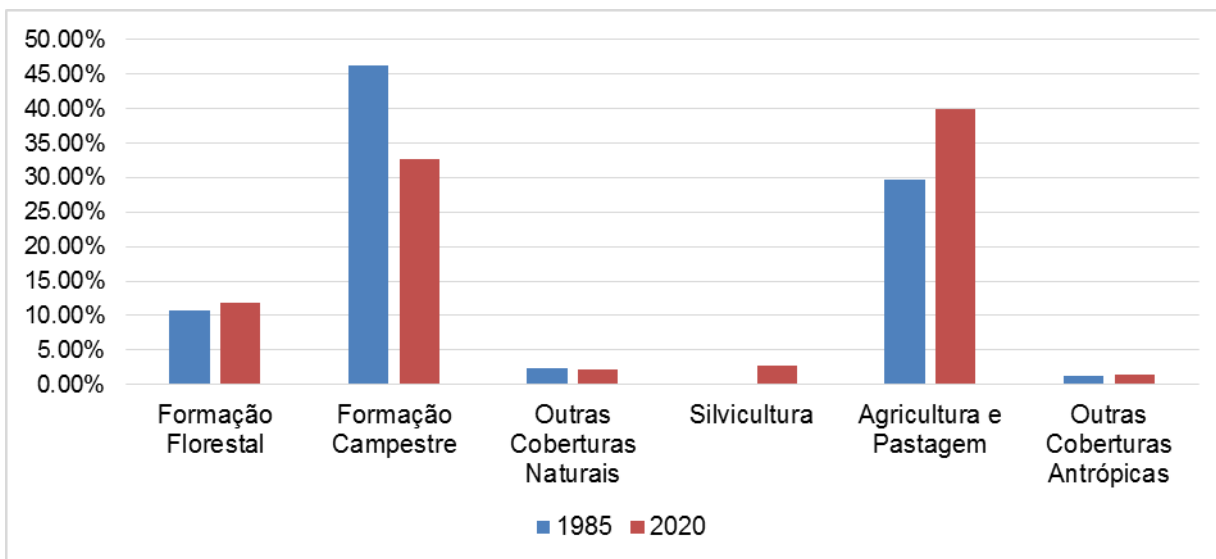
O uso de terras do bioma no ano de 2020 está representado no gráfico 10. Fazendo uma comparação do uso da terra nesse bioma, é visto que mais uma vez que, há ou ocorreu aumento significativo no setor de pastagem e da agricultura como mostra o gráfico 11.

Gráfico 10: Uso da Terra no Pampa em 2020.



Fonte: MAPBIOMAS. Coleção 6,2021.

Gráfico 11: Histórico da Cobertura e Uso da Terra no Pampa de 1985 a 2020.



Fonte: MAPBIOMAS. Coleção 6,2021.

A partir desses gráficos observa-se que, apesar das individualidades de cada bioma, todos enfrentam pressões antrópicas crescentes, especialmente na expansão agropecuária, que redefine suas paisagens ameaçando sua integridade ecológica.

3.2 Expansão agrícola

Na década de 1950 o setor agrícola era utilizado para subsistência e para abastecer centros urbanos, ou seja, a prioridade era o abastecimento do mercado interno. Dessa forma, a exportação era vista de forma positiva somente no café. Na década de 1960 a produtividade teve uma melhora significativa, o que proporcionou a implementação do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) em 1965, no qual oferecia e organizava créditos adequados para os produtores incentivando o desenvolvimento e a modernização, visando uma produtividade agrícola maior e a integração do setor financeiro (Lucena; Souza, 2001).

Durante o avanço na década de 1970 tem-se a chegada da Revolução Verde no Brasil, marcada principalmente pela integração de insumos químicos, recursos mecânicos e avanços biológicos, concentrando seu estudo em proporções químicas e biológicas, combinando técnica e economia, destacando assim o melhoramento genético vegetal (Albergoni;Pelaez,2007). Conseqüentemente, “o agronegócio intensivo em conhecimento foi organizado com a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em 1973.” (Vieira Filho, 2016, p. 12), que ocupou um papel significativo, marcado de esforços em universidades, utilizando o método estocástico onde os fatores aleatórios como: clima, doenças, pragas, problemas com logísticas e variação genética, são levados em consideração para comparar a produção com e sem tecnologia, tornando a agricultura mais produtiva e eficiente no Brasil (BRASIL, 2013). Sendo assim a Revolução Verde criou um modelo tecnológico global e a EMBRAPA, foi criada para adaptá-la e expandir essas inovações em larga escala no país.

Na década de 1980, mesmo durante a crise econômica conhecida como "década perdida" na América Latina, o setor agrícola brasileiro continuou a expandir. Esse crescimento foi sustentado com a Política de Garantia de Preços, que reduzia o risco da atividade agrícola aos proprietários, isolando o setor da crise geral, , incentivando e asseguraram sua produtividade. (Lucena; Souza ,2001).

A partir das inovações tecnológicas foi possível realizar a recuperação de solos, adaptar culturas para o clima da região e mudanças na forma de realizar a plantação, como o plantio direto que diminui a utilização de adubos químicos melhorando a qualidade e a

fertilização do solo, como observado “em 1960, o Brasil era, inacreditavelmente, um país importador de alimentos” (Vieira Filho. 2016. p 12.). Isso mudou após a criação da EMBRAPA devido as “inovações induzidas institucionalmente foram decisivas para tornar o Brasil um grande exportador líquido de alimentos de 1990 em diante.” (Vieira Filho. 2016. p 12.), evidenciando que o intuito foi aumentar a produtividade das áreas, promover a modernização tecnológica e ocupar de forma racional novos espaços.

No decorrer da década de 1990 foi preciso adotar novas formas de organização, buscar novas formas na produtividade, utilizando mecanismos para efetivar a rentabilidade e a competitividade, com a intenção de continuar garantindo um bom lugar no mercado comercial (Perobelli; *et al*, 2007). O setor externo é o foco, porém com uma lógica radical, onde não é mais uma inserção internacional controlada e com a economia protegida, mas sim uma abertura comercial desregulamentada (Delgado, 2001).

A seguir na década 2000 a expansão segue trabalhando intensamente gerando produtividade e lucros ótimos, a mudança que ocorre é uma menor dependência do estado para realizar a produção, começam a estimular a iniciativa privada para organizar e produzir, gerando um modelo mais descentralizado e moderno (Lucena; Souza, 2001).

No ano de 2010 foi necessário tomar algumas atitudes como estimular o desenvolvimento sustentável no setor agrícola, com destaque na agricultura de baixo carbono e nas boas práticas agrícolas, aprimorar formas de armazenamentos, criar um fortalecimento com cooperativas, fomentar a produção de biocombustíveis e a redução de custos financeiros para o produtor seja ele de pequeno, médio ou de grande porte (Brasil, 2010). Mudanças essas que permanecem nos dias atuais, com a diferença da tecnologia, que antes era um diferencial e agora se tornou um padrão obrigatório.

Ao analisar esse avanço, percebe-se que o Estado Brasileiro, a partir de 1965, usou o Sistema Nacional de Crédito Rural e a Política de Garantia de Preços como suas principais ferramentas para modernizar a agricultura, transformando-a em uma atividade capitalista. Foram adotadas estratégias de planejamento induzido, nas quais o Estado assumiu os riscos da produção privada com três ações principais: I) Redução de riscos, para proteger os produtores de perdas na produção e da queda nos preços das *commodities*; II) Promoção tecnológica, por meio da adoção de insumos químicos, sementes melhoradas, maquinário etc e III) Crédito e Seguro, fornecendo crédito subsidiado e pacotes de seguro que transformaram a agricultura (Delgado, 2012).

Porém no final da década de 1980 e início de 1990 o estado começou a diminuir a sua parcela de responsabilidade e apoio com o setor agrícola, o que incentivou o autofinanciamento (onde o próprio produtor custeava todo processo de produção), e a criação de um sistema de empréstimo por empresas privadas, como bancos comerciais ou cooperativas, que sofrem mudanças na forma de financiar, emprestar e cobrar diariamente, assim como os valores de juros, taxas e terras apresentam alterações significativas com o passar dos anos (Delgado, 2012).

Com o avanços tecnológicos em meados de 1970, que se perpetuam até os dias atuais, tem-se a ascensão da agropecuária que representa um sistema econômico complexo, formado por setores interdependentes. Estes incluem a produção de insumos, o cultivo (tornando terras pobres em áreas cultiváveis), a criação de animais, o processamento industrial e a logística de distribuição até o mercado, mantendo o Brasil em uma boa posição no mercado de exportações (Lourenço; Lima, 2009).

Continuando essa análise, é possível perceber que além do envolvimento e transformação do setor financeiro, a preocupação é aumentar a produtividade, consequentemente, houve aumento da área plantada, utilizando o solo de forma intensa, não considerando as reações que tais atitudes causam para o meio. Não obstante, somente a partir do ano de 2010 foi implementado uma nova conduta para tentar reverter ou diminuir essas reações.

3.2.1 Formas de plantio

O plantio convencional é utilizado desde a agricultura colonial e consiste no preparo do solo através de aração e gradagem antes do plantio, com o objetivo de reduzir plantas daninhas e incorporar nutrientes. No entanto, a utilização desse método intensifica a erosão, a compactação e a infertilidade do solo (Bergamin, 2013).

O plantio direto, realiza a semeadura sobre a palha ou restos da cultura anterior, ajudando a conservar a umidade e a fertilidade do solo, sem a necessidade de arar, sendo considerado um modelo conservacionista (Scheffer, 2024). Esse método de plantio foi implementado no Brasil em meados de 1970, como uma alternativa ao plantio convencional, visando reduzir a erosão. Para que o plantio direto seja eficaz, ele deve ser visto como um sistema agrícola complexo, que envolve a sistematização da lavoura; manejo da fertilidade do solo; planejamento de um sistema de rotação de culturas; manejo de restos culturais e de

culturas de cobertura de solo; estrutura de máquinas e implementos; e assistência técnica e atualização do usuário (Kochhann; Denardin, 2000, p. 9).

A monocultura por sua vez, consolidou-se no Brasil durante o processo colonial, a partir da instalação do sistema *plantations* pelas potências europeias. Esse modelo era caracterizado por grandes propriedades rurais (latifúndios), o cultivo de uma única espécie (a monocultura) e uso intensivo de mão de obra escravizada. No início, houve a exploração extrativista do pau-brasil, mas foi a cana-de-açúcar introduzida no século XVI (Silva,2012), que estruturou a base econômica colonial, inicialmente voltada à exportação e, posteriormente, também destinada à produção alcooleira (açúcar e álcool) (Vilas Boas,2017). Já na segunda metade do século XX, o modelo monocultor da cana priorizou a produção de agrobiocombustíveis, o que contribuiu para a redução da diversidade de cultivos voltados à alimentação (Vilas Boas, 2017). Posterior a cana, vieram outros ciclos, como o do café, a soja, o algodão.

Com a consolidação desse modelo, os agricultores passaram a não utilizar práticas tradicionais, tornando-se dependentes de insumos modernos, como agrotóxicos e fertilizantes, já que a área plantada é mais extensa. Esse processo enfraqueceu a policultura e fortaleceu a monocultura, impulsionada pela demanda do mercado externo para uma superprodução (Souza; Araújo,2019), sendo ainda a principal forma de plantio atualmente.

A partir dessas formas de plantio, existem diferentes modelos de agricultura, como a agricultura moderna que pode ser analisada por duas perspectivas. A primeira enfatiza a adoção exclusiva de novas tecnologias no campo, como maquinários e insumos modernos, que visam o aumento na produtividade, tornando o campo mais mecanizado e tecnológico. A segunda perspectiva defende que a modernização não se limita ao uso de equipamentos, envolvendo também todo o processo de transformação das relações dentro do processo produtivo. A inovação nesse setor acompanha a lógica do capitalismo, dando vantagem a determinados produtores e produtos e incentivando a expansão da monocultura (Teixeira, 2005).

A agricultura tradicional, familiar ou de subsistência é praticada em pequenas propriedades rurais, comumente com o cultivo de diversos produtos ao mesmo tempo e no mesmo local (policultura). Nesse modelo, são utilizadas técnicas rudimentares, artesanais e transmitidas entre gerações, devido a essas características, apresenta baixa produtividade (Silva; Sebek; Lima, 2024). Caracteriza-se ainda pela utilização limitada de insumos químicos

e maquinário, focando no sustento da família e na possível comercialização de produtos excedentes (Picolotto, 2014).

Na agricultura industrial, há uso intensivo de máquinas e insumos químicos com o intuito de acelerar os processos produtivos, aumentar a fertilidade do solo, controlar pragas e doenças e otimizar a produtividade. No entanto, muitas vezes não são considerados os impactos ambientais, como erosão e compactação do solo, nem os efeitos sociais (Fonseca, 2009). Por fim, a agricultura orgânica adota métodos naturais e sustentáveis, sem o uso de agrotóxicos, estabelecendo um compromisso com a saúde dos consumidores e com o meio ambiente (BRASIL, 2005).

Diante disso as formas de plantio evoluíram conforme as demandas da produtividade em larga escala, se adequando as restrições ambientais de cada bioma e as oportunidades específicas, refletindo a complexa inserção do Brasil no mercado.

3.3 Utilização de maquinário

A modernização no setor agrícola conta com o surgimento de maquinários que criaram uma revolução no campo e ajudaram a aumentar a produtividade já que os métodos de trabalho foram aprimorados. Entretanto, o lado negativo desse avanço é a substituição da mão de obra necessária para produção. Ao final do século XVIII as máquinas utilizadas para auxiliar no serviço eram feitas de madeira ou ferro (artesanalmente), a população estava em crescimento, o que demandava uma quantidade maior de alimentos, então o desenvolvimento tecnológico das máquinas era uma necessidade para conseguir atender a nova solicitação (Vian *et al* 2013).

A primeira linha de montagem de maquinário no Brasil foi a Ford no ano de 1919, as peças eram todas importadas, sendo realizado somente a montagem em território nacional (Baricelo, 2015), após esse evento a mecanização agrícola no Brasil teve início

“[...]com a instalação da indústria de tratores no ano de 1959, quando foi instituído o Plano Nacional da Indústria de Tratores de Rodas, sendo que as primeiras unidades começaram a ser produzidas em 1960. [...]” (Amato Neto, 1985.p 59).

Naquele momento existia o desejo de buscar a autossuficiência produtiva. Entretanto, as máquinas eram importadas de diferentes nacionalidades, o que impedia a padronização do processo, além de problemas como a falta de peças, de manutenção adequada e até mesmo de mão de obra local para serem utilizadas. A indústria de tratores no Brasil conseguiu se

GETEC, v.28, mar.; p. 66- 106/2026 ISSN:2238-4405

consolidar com o apoio da indústria automobilística que decorreu nos anos 50, e a crescente evolução do setor de autopeças que conseguiram suprir a nova necessidade (Amato Neto,1985).

No ano de 1960, já haviam sido produzidos 37 tratores, 32 pela Ford e cinco pela Valmet. Para esse projeto acontecer, cerca de 20 modelos foram criados, sendo que deses, 10 foram aceitos, porém apenas seis concretizados. Tanto que em 1961, cerca de 1.679 unidades estavam no mercado nacional à venda. Não obstante, um problema ocorreu na comercialização desses maquinários, pois os produtores não tinham condições financeiras de adquirir tal inovação. Com esse fato, em meados de 1965 foi produzido metade do que se esperava e, em 1966, houve uma queda ainda maior. A produção só voltou a se estabilizar e a alcançar novas metas entre 1970 e 1977, recuperando-se de forma mais consistente a partir de 1980 (AMATO NETO, 1985).

Ainda nessa década, o Brasil enfrentou uma crise macroeconômica caracterizada por um desajuste fiscal, inflação elevada e redução drástica do crédito agrícola. A crise se estendeu à década de 1990, com demanda reprimida e comercialização de apenas 11 mil máquinas em 1996 (Silva; Baricelo; Viana, 2015).

As vendas domésticas de tratores, que haviam alcançados 62.700 unidades em 1976, só foram ultrapassadas em 2013, quando atingiram 65.089 unidades. Entretanto, durante os anos de 1950 a 2014, houve algumas oscilações e quedas significativas no setor de vendas, embora o estoque total de tratores agrícolas tenha mantido trajetória crescente ao longo de todo o período (Silva; Baricelo; Viana, 2015).

Até a década de 1990, o setor de máquinas agrícolas caracterizou-se principalmente por inovações incrementais, conservando fielmente seus padrões técnicos e de *design* previamente estabelecidos, sem rupturas ou transformações radicais em seus modelos de produção. Após essa década, novos *designs* começaram a serem produzidos, pensando na adaptação a solos e climas variados, visando potencializar a expansão agrícola (Vian *et al*, 2013).

O endividamento dos agricultores nas décadas anteriores, e a escassez de crédito impediram a renovação tecnológica do campo. Em resposta, o governo lançou o programa MODERFROTA em 2000, visando financiar a aquisição de tratores, colheitadeiras e outros implementos para reativar a modernização da frota nacional (Silva; Baricelo; Viana, 2015). Paralelamente, a popularização do GPS (Global Positioning System - Sistema de Posicionamento Global), e de tecnologias para coleta de dados georreferenciados impulsionou

novas aplicações na agricultura, integrando precisão e gestão digital aos processos mecanizados (Resende; *et al*, 2011). Essas inovações vêm deslanchando no mercado, ocupando espaços em grandes fazendas e substituindo parte significativa da mão de obra.

3.4 Utilização de Agrotóxico

O período pós-guerra consagrou os agrotóxicos como uma solução tecnológica revolucionária para o controle de patógenos e pragas agrícolas (Geremia, 2011). Durante a segunda guerra mundial, o setor agrícola passou por uma transformação significativa no controle de pragas com a introdução do inseticida diclorodifeniltricloroetano (DDT), que foi considerado de baixo custo e de alta eficiência. Por conseguinte, o produto rendeu a seu descobridor, Paul Mueller, o Prêmio Nobel de Medicina em 1948. Esses fatores contribuíram para sua adoção em larga escala na agricultura, antes que seus efeitos negativos fossem devidamente estudados e divulgados. O sucesso do DDT estimulou a síntese de novos compostos organossintéticos, consolidando as bases da indústria moderna de agroquímicos até os dias atuais. Essa expansão no uso de insumos químicos, integrada a outras inovações tecnológicas, tornou-se conhecida como "Revolução Verde" (Bull; Hathaway, 1986).

A criação dos inseticidas sintéticos foi um desdobramento intencional de pesquisas com agentes químicos de guerra. Esses novos compostos, fabricados em laboratório, representaram uma ruptura em relação às formulações anteriores à guerra, que eram baseadas em minerais naturais como arsênio, chumbo, manganês, zinco e cobre, ou extratos de plantas como a nicotina. A característica distintiva dos inseticidas sintéticos reside na sua potência, capaz não apenas de intoxicar, mas de alterar de maneira radical e frequentemente letal os processos biológicos mais essenciais dos seres vivos (Carson, 1969).

A introdução dos pesticidas sintéticos marcou um ponto de virada sem precedentes, expondo toda a humanidade, da concepção à morte, ao contato com esses compostos. Em apenas duas décadas, sua disseminação tornou-se tão ampla que eles podem ser detectados virtualmente em todos os ecossistemas: desde sistemas fluviais, águas subterrâneas e até em solos doze anos após sua aplicação. Essa contaminação impregnou a cadeia alimentar, alojando-se em ovos e tecidos de peixes, aves, répteis e mamíferos, domésticos ou selvagens, de forma tão universal que se tornou difícil encontrar organismos totalmente livres deles. O impacto é igualmente direto no ser humano, com essas substâncias sendo encontradas e armazenadas na maioria da população, independentemente da idade, presentes também no leite materno e, muito provavelmente, nos tecidos de fetos durante a gestação (Carson, 1969).

No Brasil, a partir da década de 1940, a modernização da agricultura tornou-se um instrumento para a industrialização da economia. A estratégia adotada pelo Estado para facilitar essa transição foi precisamente a industrialização do próprio setor agrícola. Para isso, o governo exerceu um papel central, implementando uma série de políticas públicas destinadas a incentivar e subsidiar a compra e o uso de agrotóxicos pelo produtor rural, tornando-se um agente decisivo na disseminação desses insumos químicos (Costa; Pires, 2016).

Embora o setor industrial tenha sido iniciado nos anos 1940, ele só se constituiu de maneira efetiva a partir da segunda metade dos anos 1970. A partir de então, experimentou um crescimento notável entre 1975 e 2007, registrando aumentos anuais nas vendas de 13,1% (1988-1999) e de aproximadamente 21% (2001-2005). Esse expansionismo culminou na posição de terceiro maior mercado mundial em 2004, quando o país foi responsável por 13,5% do faturamento global do setor, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e do Japão. Ao longo de todo o período de 1975 a 2007, o Brasil manteve-se consistentemente entre os seis maiores consumidores globais de agrotóxicos (Terra, 2008).

Desde então a utilização desses insumos não parou de aumentar, a dimensão atual desse mercado é muito expressiva, o Brasil consome anualmente mais de 300 mil toneladas de produtos comerciais de agrotóxicos, o que equivale a aproximadamente 130 mil toneladas de ingrediente ativo. Embora a área agrícola tenha expandido 78% nos últimos 40 anos, verificou-se que o uso desses produtos químicos cresceu em proporção ainda maior. Além disso, sua aplicação reflete claramente as disparidades regionais do modelo agrícola, enquanto as regiões Sudeste (38%), Sul (31%) e Centro-Oeste (23%) concentram o seu uso intensivo, no Norte prevalece um uso residual, e no Nordeste a aplicação intensa se restringe principalmente aos polos de agricultura irrigada, adotando-se em outras áreas práticas tradicionais com menor dependência química (Brasil, 2021).

A ocupação do Cerrado foi o motor inicial do aumento no uso de agrotóxicos no Centro-Oeste entre os anos 70 e 80, crescimento que hoje é alimentado pela expansão da monocultura como a soja e o algodão. No panorama agrícola brasileiro, a soja, o milho, os citros e a cana-de-açúcar lideram a demanda por esses produtos (Brasil, 2021).

3.5 Expansão Pecuária

Existem alternativas para exercer a pecuária, as mais comuns são a suinocultura, a avicultura, os equinos e a aquicultura. A suinocultura, que é a criação de porcos, que passou

por uma grande evolução refletindo uma melhora significativa na genética dos rebanhos, na adoção de tecnologias avançadas e em melhores práticas de manejo nutricional e sanitário, esses pilares foram desenvolvidos visando um duplo objetivo: aumentar a produtividade da criação e assegurar padrões superiores na qualidade e na segurança da carne que chega ao consumidor (Cabral *et al*,2011).

A avicultura é uma atividade pautada na criação de aves, como as galinhas. Dessa maneira, apresentam elevado controle sobre o processo biológico, que ocorre em ambientes quase que totalmente artificiais, podendo ser de corte para a produção de carne, ou de postura, para a produção de ovos (Sorj; Pompermayer; Coradini, 2008). Ainda no setor da avicultura podemos citar os perus para corte e as codornas principalmente para postura. A criação de equinos geralmente é para esportes, mas também pode ser direcionada para o setor de corte. A aquicultura, que é a criação de animais aquáticos como peixes, camarão, lagosta para comércio.

Esse trabalho, no entanto, tem ênfase na bovinocultura, que é a criação de gado. A atividade divide-se em duas finalidades principais: a produção de corte, voltada para a obtenção de carne e derivados como couro e sebo (Carvalho; Zen, 2017), e a produção leiteira, destinada ao fornecimento de leite e derivados como queijo, iogurte, manteiga e requeijão (Langoni et al., 2011).

A pecuária brasileira passou a ter importância no final do século XVI, tanto para exportações quanto para com o consumo interno, impulsionada pela expulsão do gado do litoral nordestino devido à concorrência com a cana-de-açúcar. Dessa forma, migrou-se para o interior, ocupando o sertão e o vale do São Francisco, viabilizando a exploração de novas áreas, segundo o Centro De Sensoriamento Remoto (CSR, 2023).

Nos séculos XVII e XIX, verificou-se expressiva expansão do rebanho bovino nacional, com a introdução de bovinos europeus da raça taurina, melhor adaptados às condições das regiões sulistas. No século XVIII, consolidou-se a pecuária no bioma pampa, utilizando o gado das missões jesuíticas. A região adotou a criação extensiva em pastagens nativas, fornecendo charque para abastecer o Sudeste. Assim, a cidade de Pelotas, no Rio Grande do Sul, tornou-se polo dominante devido à decadência nordestina, complementando sua economia com a exportação de couro e animais. (CSR, 2023).

Na década de 1970, o regime militar brasileiro promoveu a ocupação da Amazônia, utilizando a pecuária bovina como instrumento de expansão territorial. Enquanto o rebanho nacional cresceu 60% entre 1987 e 2013, os estados da Amazônia Legal mostram um aumento

de 280% no mesmo período, demonstrando o papel central da atividade pecuária como mecanismo de baixo custo para ocupação da região (CSR, 2023).

No século XX, o estado de Goiás liderou a expansão inicial da pecuária sendo o principal produtor de carne bovina e derivados. Dessa forma, a atividade disseminou-se para outras regiões, em especial para o bioma Pantanal, irradiando-se posteriormente por toda a área. Esse movimento comprovou a pecuária como um vetor de expansão territorial e econômica, a qual, desde a década de 1960, é baseada na criação do animal solto no pasto, técnica que, mesmo com algumas melhorias, permanece prioritária até os dias atuais. Ao final desse século, a bovinocultura leiteira expandiu-se consideravelmente, concentrando-se majoritariamente no Sudeste, mas com expressiva ampliação da produção na região Centro-Oeste, pelo fato da região possuir vastas extensões de planaltos, com clima tropical e altitudes moderadas, tendo condições ideais para a prática da pecuária (Teixeira;Hespanhol,2014).

Devido essas condições positivas da pecuária extensiva na região Centro-Oeste, marcou-se a modernização dos sistemas de criação, e o fator decisivo à expansão, foi a introdução de pastagens cultivadas, em especial o capim braquiária, o qual revolucionou a produtividade e a sustentação da bovinocultura regional. Acredita-se que o setor leiteiro concentra-se em propriedades de médio e pequeno porte, enquanto o setor de corte em áreas mais extensas (Teixeira;Hespanhol,2014).

Presente no Brasil desde a era colonial, a pecuária de corte modernizou-se em duas etapas. Entre as décadas de 1970 e 1990, o crescimento se deu pela expansão territorial em áreas de fronteira com solos degradados e baixa infraestrutura, mantendo o sistema extensivo. A partir da década de 2000, o setor direcionou seus investimentos para a intensificação, incorporando tecnologia e adotando modelos como confinamento e o semiconfinamento para aumentar a produtividade dentro da mesma área (Carvalho; Zen, 2017).

O confinamento bovino é um sistema de criação intensiva no qual os animais são mantidos em piquetes ou currais com área restrita, recebendo alimentação e água em cochos. Embora aplicável a diversas categorias do rebanho, é predominantemente utilizado na fase de terminação, período final de engorda que precede o abate, responsável pelo acabamento da carcaça. A qualidade do animal confinado depende diretamente das fases anteriores da produção. Um bom produto resulta em animais saudáveis, com estrutura óssea robusta, adequado desenvolvimento muscular e deposição de gordura suficiente para conferir sabor à carne (Cardozo, 1996).

A adoção do confinamento no Brasil foi impulsionada por fortes motivações econômicas e logísticas. O sistema consolidou-se como uma alternativa estratégica para garantir a oferta de animais para abate durante a entressafra, período de escassez de pastagens, além de representar uma oportunidade de investimento devido aos preços mais atrativos nesse período. Desenvolvido principalmente por pecuaristas de médio e grande porte, o sistema depende de tecnologia e planejamento abrangente, que inclui seleção genética dos animais, nutrição de baixo custo, infraestrutura adequada e definição do momento ideal de comercialização (Wedekin; Bueno; Amaral,1994).

3.3 Impacto Ambiental

A expansão histórica do setor agropecuário consolidou o Brasil como uma potência em exportação. Entretanto, esse processo custou significativamente a biodiversidade do país. Na maioria dos casos em que o termo “impacto ambiental” é utilizado, se refere a algum dano ou prejuízo à natureza, seja a morte da fauna silvestre, a degradação de habitats naturais, poluição ou causando uma comoção populacional (Sánchez, 2020). Não obstante, pode se referir também a intervenção humana, surtindo um efeito negativo ou positivo no ambiente (Meneguzzo, Chaicouski, 2010). Esses impactos negativos se materializam de forma particular em cada bioma brasileiro, como evidenciam os dados a seguir.

Na Amazônia entre 1985 e 2024, o uso antrópico expandiu-se drasticamente, com as áreas de pastagem avançando de 43,8 milhões para 56,1 milhões de hectares, enquanto a agricultura registrou o crescimento mais expressivo de 180 mil para 7,9 milhões de hectares, tornando-se a atividade que mais se expandiu no período (MAPBIOMAS, 2025). O desmatamento na Amazônia intensifica o efeito estufa ao liberar gases como dióxido de carbono, metano e óxido nitroso, provenientes de queimadas e da decomposição. Consequentemente, a conversão da floresta em pastagem diminui a evapotranspiração, reduzindo o transporte de umidade para a atmosfera e alterando o regime de chuvas, especialmente no período seco (Fearnside, 2022).

Se na Amazônia os impactos se relacionam com o clima global, no Cerrado considerado a ‘caixa d’água do Brasil’, as consequências diretas recaem sobre os recursos hídricos. Entre 2003 e 2022, o Cerrado perdeu 12% de sua vegetação nativa tornando-se assim, o bioma mais devastado do Brasil, com uma participação de mais de 40% no desmatamento total registrado entre 2019 e 2022 (Brasil,2025). Embora os dados mais recentes apontem que em 2024 houve uma desaceleração de 33%, frente a 2023. A área total

desmatada no período segue ainda em patamar elevado, impondo riscos constantes ao bioma e a seus moradores (Guaraldo, 2025).

A degradação do solo, por exemplo, intensificada pela compactação resultante do pisoteio animal em pastagens, reduz significativamente a infiltração de água e acentua os processos erosivos. Esse quadro desencadeia sérios problemas hídricos, uma vez que pastagens degradadas apresentam elevado escoamento superficial, contribuindo ativamente para a erosão do solo e o assoreamento de nascentes e cursos d'água. Trata-se de um risco ambiental grave, particularmente para as principais bacias hidrográficas que se originam no Cerrado, comprometendo a quantidade e a qualidade da água (Vilela *et al*, 2011).

Esse problema é amplificado pela redução dos teores de matéria orgânica do solo em sistemas de cultivo contínuo e de monocultura, como a soja, que diminui a fertilidade e a estrutura do solo. A este cenário, soma-se a baixa eficiência no uso de insumos, como fertilizantes, que elevam os custos, os riscos de contaminação ambiental e os problemas fitossanitários, como o aumento de pragas e de plantas daninhas. Por fim, completando esse quadro preocupante, a pecuária extensiva e as pastagens degradadas destacam-se como expressivas emissoras de gases de efeito estufa, como o metano (Vilela *et al*, 2011).

Enquanto o Cerrado sofre com a degradação de suas nascentes, a Caatinga, enfrenta uma crise ainda mais extrema, a desertificação. Resultado de séculos de atividades humanas insustentáveis desde a colonização, agravou-se o processo contínuo de degradação ambiental,. Devido a conversão de suas áreas mais férteis em pastagens e lavouras, esse cenário complicou-se ainda mais com a expansão de cultivos irrigados, como fruticultura e soja, que embora modernos, frequentemente aceleram a desertificação em virtude do manejo inadequado (Leal *et al*, 2005).

Ainda caracterizada por irregularidades pluviométricas, com temperaturas elevadas e alta taxa de evaporação, possuindo solos naturalmente frágeis, o bioma tornou-se o terceiro mais degradado do Brasil, com mais de 45% de sua área alterada e cerca de 80% de sua cobertura vegetal modificada. Entre as consequências mais visíveis dessa crise está o esgotamento sazonal de rios outrora perenes, refletindo a intensidade do desmatamento, motivado sobretudo pela agropecuária e pelo extrativismo, cuja dinâmica varia conforme pressões econômicas e políticas (Pereira;Gonçalves,2025).

Assim como a Caatinga sofre com a escassez hídrica, a Mata Atlântica enfrenta perdas irreparáveis. A expansão histórica do agronegócio, iniciada com o cultivo do café após o ciclo da mineração, promoveu a conversão acelerada da Mata Atlântica em áreas produtivas. Essa

dinâmica incluiu a supressão da vegetação nativa para a implantação de pastagens, o que fragmentou habitats e intensificou a perda de biodiversidade (Meireles, 2021).

Como resultado desse processo, o bioma já perdeu aproximadamente 71% de sua cobertura original desde 1500, impulsionado por sucessivos ciclos econômicos. A forte presença da agropecuária no território é evidenciada por dados ao apontarem que, em 2017 cerca de 40% dos estabelecimentos rurais do país estavam concentrados nesse bioma, mas em 2021 essas atividades passaram a ocupar 60,1% de sua área. Estima-se que entre os anos de 2018 a 2023 cerca de 98% do desmatamento registrado ocorreu sem autorização (Brasil,2025). Evidenciando a pressão contínua de atividades agrícolas e pecuárias, somada a outros fatores antrópicos, o que mantém o bioma fragilizado, com suas interações ecológicas profundamente afetadas (Meireles, 2021).

Se a Mata Atlântica simboliza séculos de transformação antrópica, o Pampa representa a fronteira atual da expansão agropecuária em ritmo alarmante. O bioma apresenta um índice perturbador na perda de vegetação nativa entre todos os biomas brasileiros nas últimas quatro décadas. Dados de 2024 revelam que 45,6% de seu território encontra-se sob uso antrópico, totalizando 8,8 milhões de hectares , gerando crescimento de 76% desde 1985. Esse avanço consumiu 3,8 milhões de hectares de cobertura vegetal nativa, reduzindo os campos pampeanos de 9,8 milhões para 5,9 milhões de hectares, o que representa uma perda de 30,3% em relação a 1985 o equivale a 19,4% de todo o bioma (MAPBIOMAS, 2025).

A substituição progressiva da vegetação nativa do Pampa por monoculturas e pastagens com espécies exóticas tem acelerado a degradação ambiental e modificado suas paisagens naturais, resultando em uma alarmante perda de biodiversidade, comprometendo o desenvolvimento sustentável, ficando então comprometidas espécies de relevância forrageira, alimentícia, ornamental e medicinal, mas principalmente os serviços ecossistêmicos essenciais prestados por essa vegetação, como a proteção do solo contra erosão e a capacidade de sequestro de carbono, fundamental para a mitigação das mudanças climáticas (BRASIL, 2021).

Essa transformação incide diretamente sobre a dinâmica municipal, evidenciando a intensa transformação da paisagem. Em 1985, 45% dos municípios utilizavam a agricultura como maior atividade do uso de solo, tendo um aumento para 64%, em 2024. Pela primeira vez, na última década, a área agrícola (7,9 milhões de hectares) superou a de campos nativos com a pecuária (5,8 milhões de hectares), atividade esta considerada sustentável, por

aproveitar a vegetação natural sem substituí-la, indicando uma mudança estrutural no padrão de ocupação do território pampeano (MAPBIOMAS, 2025).

A mesma lógica de substituição da vegetação nativa por atividades agropecuárias vista no Pampa, ameaça a sustentabilidade do Pantanal, cuja conservação depende integralmente da integridade de seu entorno. A sustentabilidade hídrica do Pantanal está ligada à conservação do planalto em seu entorno, região que vem passando por intensa transformação devido à expansão da agropecuária, afinal nas últimas três décadas, 5,4 milhões de hectares de vegetação nativa foram convertidas em pastagem e uso na agricultura (SOS PANTANAL, 2025).

A alteração da vegetação nativa por monoculturas e pastagens, frequentemente realizadas sem o adequado respeito às áreas de proteção permanente (APP), desencadeiam uma série de problemas, como a remoção da cobertura vegetal natural expondo o solo aos elementos naturais, acelerando processos erosivos que resultam no assoreamento dos corpos d'água, geralmente pelo fato de não terem matas ciliares ao seu redor, o que influencia na capacidade de armazenamento dos rios e reduz significativamente a disponibilidade hídrica no bioma durante os períodos de estiagem (SOS PANTANAL, 2025).

Dessa forma, o Pantanal vem experimentando secas progressivamente mais severas e prolongadas, configurando um cenário preocupante de desertificação em desenvolvimento, devido às alterações antrópicas no uso do solo, somadas aos efeitos das mudanças climáticas globais e à degradação de biomas vizinhos como o Cerrado e a Amazônia, que têm alterado o regime pluviométrico regional. Este processo coloca em risco os serviços ecossistêmicos essenciais prestados pelo bioma, afetando tanto a biodiversidade única da região, quanto as atividades econômicas tradicionais que dependem da integridade ambiental do sistema (SOS PANTANAL, 2025).

Paralelamente, o fogo atua como dupla faceta da agropecuária na Amazônia, no Cerrado e no Pantanal, sendo utilizado como uma ferramenta de manejo intencional e surge como consequência indireta da expansão das atividades no campo. Os incêndios florestais no Pantanal resultam da combinação de fatores naturais como a estiagem prolongada e acúmulo de material inflamável, com a ação humana responsável por mais de 95% das ignições. Embora o fogo faça parte da dinâmica natural do bioma, a frequência e intensidade atuais desses eventos vêm causando danos ambientais, sociais e econômicos sem precedentes. Em 2020, aproximadamente 3,6 milhões de hectares foram consumidos pelas chamas, e as

projeções climáticas indicam cenários ainda mais críticos no futuro (SOS PANTANAL, 2025).

A incapacidade de gerir o uso do fogo no campo repete-se com contornos próprios no Cerrado, que se destaca pela sua extensão e frequência. Dados do ano de 2000, revelam que este bioma concentrou sozinho 67% de toda a área queimada no Brasil. As queimadas, majoritariamente para limpeza de terrenos, formam uma paisagem de duplo dano: I) impedem o estabelecimento da vegetação nativa e; II) liberam para a atmosfera grandes quantidades de dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa (Klink; Machado, 2005).

A dimensão do problema, no entanto, atinge seu ápice no bioma Amazônico, que em 2024 atingiu um patamar crítico de queimadas, registrando a maior área consumida pelo fogo em seis anos, com aumento de 67% em relação a 2023. Pela primeira vez, a floresta primária tornou-se a principal vítima das chamas, superando as áreas agropecuárias e representando 44% de toda a área incendiada no bioma (G1 AMAZÔNIA,2024).

A pressão antrópica exercida pela agropecuária consolida um cenário de perda da vegetação nativa, gerando uma grande contaminação ambiental e alterando os ciclos hidrológicos e climáticos em todos os biomas analisados. Seus efeitos mais perversos se revelam na biodiversidade, minando a base que sustenta a vida nestes ecossistemas devido aos acontecimentos a seguir.

. O uso frequente e incorreto de agrotóxicos no solo pode ser levado pela enxurrada da chuva ou pelo material erodido, acumulando-se nas áreas mais baixas como os lençóis freáticos e conseqüentemente a água dos rios, açudes, lagos e córregos. Podendo contaminar também o ar e os alimentos, afetando negativamente a fauna, a flora e a saúde humana por meio da ingestão de substâncias tóxicas (Spadotto, 2006).

A introdução progressiva de monoculturas, pastagens e espécies não nativas, tem promovido uma acelerada degradação e descaracterização dos ambientes naturais. Como consequência, a biodiversidade é severamente afetada, o que limita as possibilidades de desenvolvimento sustentável. São perdidas não apenas espécies de relevância econômica seja ela forrageira, alimentícia, ornamental ou medicinal, mas também se prejudicam serviços ambientais essenciais, como o controle erosivo e o sequestro de carbono, fundamental no combate às mudanças climáticas (MMA,2022).

A erosão do solo é um processo natural de desgaste e transporte de partículas pela ação da água e do vento e é drasticamente intensificada pela intervenção humana. A compactação do solo é a degradação física, que consiste na redução dos espaços porosos que

armazenam ar e água. Esse fenômeno é desencadeado por atividades antrópicas, como o manejo inadequado de máquinas e insumos agrícolas, juntamente com o pisoteio excessivo do gado em pastagens, que resultam no comprometimento das propriedades fundamentais do solo, incluindo sua aeração, capacidade de infiltração hídrica e o crescimento de raízes, aumentando conseqüentemente o seu potencial à erosão (Sá; Santos Junior, 2005), influenciando na extinção das plantas.

As mesmas atividades humanas acabam aumentando o fluxo de sedimentos para rios, lagos e outros sistemas aquáticos. Por se tratar de uma fonte difusa de poluição, seus impactos podem manifestar-se a quilômetros de distância da área originalmente erodida. Ao atingir os corpos d'água, grande quantidade de detritos desencadeiam um processo de alterações, como a turbidez da água que aumenta drasticamente, os processos químicos naturais são alterados, os poluentes agregados às partículas são liberados e o valor nutricional do ambiente é reduzido. Essas transformações no habitat aquático afetam diretamente a dinâmica das comunidades biológicas, prejudicando a biodiversidade e comprometendo os serviços ecossistêmicos por elas proporcionados (Couceiro; Fonseca, 2010).

A fragmentação de habitats é um processo de divisão de ambientes naturais contínuos em fragmentos isolados, separados por cidades, estradas ou áreas agrícolas. Entre os biomas brasileiros, a Mata Atlântica destaca-se como o mais afetado por esse processo, constituindo um verdadeiro arquipélago de fragmentos isolados. Mesmo que menos visível que o desmatamento, esse fenômeno é profundamente danoso à biodiversidade por romper a conectividade ecológica. Suas conseqüências manifestam-se principalmente no isolamento de populações animais e na interrupção de processos naturais. Espécies que necessitam de grandes territórios tornam-se confinadas em fragmentos isolados, dificultando o acasalamento que, quando ocorre, pode ser oriundo de endrocruzamento, o que conduz a perda de variabilidade ou erosão genética, criando uma maior vulnerabilidade a doenças (Gimenes; Anjos, 2003).

Além disso, a fragmentação desestrutura interações ecológicas fundamentais, a dispersão de sementes e a polinização por exemplo ficam prejudicadas, já que aves, primatas e outros agentes dispersores encontram barreiras para cruzar entre um fragmento e outro, comprometendo a eficácia de seu papel ecológico (Gimenes; Anjos, 2003). Por conseguinte, gerando extinções de animais como mostram os quadros de 1 a 6, de acordo com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

Quadro 1: Fauna ameaçada de extinção na Mata Atlântica

Categorias Avaliadas	Número de espécies	Em porcentagem
Extinta (EX)	6	0,1%
Extinta na Natureza (EW)	1	0,0%
Regionalmente Extinta (RE)	2	0,0%
Criticamente em Perigo (CR)	156	2,5%
Em Perigo (EN)	216	3,4%
Vulnerável (VU)	202	3,2%
Quase ameaçada (NT)	239	3,8%
Menos Preocupante (LC)	4990	78,9%
Dados Insuficientes (DD)	450	7,1%
Não Aplicável (NA)	64	1,0%

Fonte: ICMBio, 2025.

Quadro 2: Fauna ameaçada de extinção na Amazônia

Categorias Avaliadas	Número de espécies	Em porcentagem
Regionalmente Extinta (RE)	1	0,0%
Criticamente em Perigo (CR)	22	0,3%
Em Perigo (EN)	64	0,9%
Vulnerável (VU)	138	2,0%
Quase ameaçada (NT)	84	1,2%
Menos Preocupante (LC)	6179	90,7%
Dados Insuficientes (DD)	281	4,1%
Não Aplicável (NA)	46	0,7%

Fonte: ICMBio, 2025.

Quadro 3: Fauna ameaçada de extinção na Caatinga.

Categorias Avaliadas	Número de espécies	Em porcentagem
Criticamente em Perigo (CR)	36	1,6%
Em Perigo (EN)	100	4,5%
Vulnerável (VU)	98	4,4%
Quase ameaçada (NT)	41	1,9%
Menos Preocupante (LC)	1834	83,3%
Dados Insuficientes (DD)	81	3,7%
Não Aplicável (NA)	13	0,6%

Fonte: ICMBio, 2025.

Quadro 4: Fauna ameaçada de extinção no Cerrado.

Categorias Avaliadas	Número de espécies	Em porcentagem
Criticamente em Perigo (CR)	64	1,2%
Em Perigo (EN)	129	2,5%
Vulnerável (VU)	174	3,4%
Quase ameaçada (NT)	118	2,3%
Menos Preocupante (LC)	4456	85,9%
Dados Insuficientes (DD)	234	4,5%
Não Aplicável (NA)	14	0,3%

Fonte: ICMBio, 2025.

Quadro 5: Fauna ameaçada de extinção no Pantanal.

Categorias Avaliadas	Número de espécies	Em porcentagem
Regionalmente Extinta (RE)	1	0,1%
Criticamente em Perigo (CR)	1	0,1%
Em Perigo (EN)	9	0,6%
Vulnerável (VU)	33	2,3%
Quase ameaçada (NT)	19	1,3%
Menos Preocupante (LC)	1330	92,9%
Dados Insuficientes (DD)	23	1,6%
Não Aplicável (NA)	16	1,1%

Fonte: ICMBio, 2025.

Quadro 6: Fauna ameaçada de extinção no Pampa.

Categorias Avaliadas	Número de espécies	Em porcentagem
Regionalmente Extinta (RE)	2	0,1%
Criticamente em Perigo (CR)	16	0,9%
Em Perigo (EN)	45	2,7%
Vulnerável (VU)	44	2,6%
Quase ameaçada (NT)	43	2,5%
Menos Preocupante (LC)	1439	85,2%
Dados Insuficientes (DD)	41	2,4%
Não Aplicável (NA)	58	3,4%

Fonte: ICMBio, 2025.

A agropecuária influencia ainda nas mudanças climáticas, por meio de um círculo vicioso perante um modelo extrativista. O setor é responsável por liberar vultosas quantidades de dióxido de carbono na atmosfera por meio de queimadas e decomposição de biomassa, especialmente na Amazônia e no Cerrado. Além disso, emite gases de efeito estufa diretamente, como o metano da fermentação entérica do gado e o óxido nitroso do uso de fertilizantes. Dessa forma, a agropecuária atua não apenas como vítima, mas como vetor central da crise climática, demandando a superação urgente do modelo produtivista atual (Sauer,2024).

A crise climática representa uma das maiores ameaças, reconfigurando a distribuição geográfica de espécies e reduzindo sua capacidade de adaptação e sobrevivência, em uma velocidade sem precedentes, inviabilizando o processo de adaptação . Tais impactos manifestam-se em múltiplos níveis hierárquicos, afetando desde indivíduos até comunidades inteiras (Lemes; Loyola,2015).

Esse processo evidencia que a ação humana nos últimos 250 anos acelerou drasticamente o processo de extinção de espécies e a perda de cobertura vegetal, superando em impacto todos os fenômenos naturais de seleção que atuam sobre a biodiversidade ao longo da história (Barbosa; Viana, 2014).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio de uma abordagem mista e de uma extensa revisão bibliográfica, demonstrou-se que o impacto do setor agropecuário na biodiversidade brasileira é profundo, sistêmico e manifesta-se de forma diferente em cada bioma, conforme os padrões de expansão e as práticas predominantes. A análise permitiu concluir que a conversão de habitats naturais em áreas produtivas é o vetor primário de perda da diversidade biológica, agravado pela contaminação por agrotóxicos, pela compactação do solo por maquinário, animais e pela fragmentação dos ecossistemas.

Os dados e trabalhos analisados revelaram dois padrões principais de impacto nos biomas: I) a expansão de fronteiras sobre a vegetação nativa, que é a principal ameaça na Amazônia, no Cerrado e, mais recentemente, no Pampa e; II) a intensificação da fragmentação na fitofisionomia remanescentes e natural de cada bioma, caracterizam a pressão sobre a Mata Atlântica, na Caatinga e no Pantanal. Particularmente, constatou-se que a dinâmica hídrica do Pantanal e a resiliência da Caatinga são extremamente vulneráveis às alterações antrópicas em seus entornos, enquanto o Cerrado, como berço das águas, tem sua função hidrológica ameaçada pela degradação do solo. Os quadros de espécies ameaçadas disponibilizados pelo ICMBio, apresentados neste trabalho, demonstram o péssimo resultado do atual modelo empregado pelo setor agropecuário e, por conseguinte, quantifica essa pressão generalizada.

Diante do exposto, fica evidente uma dualidade no setor, afinal a agropecuária é considerada o modelo de expansão predominante no Brasil, que embora economicamente poderoso, impõe um pesado custo socioambiental, colocando em risco a integridade dos biomas, o abastecimento dos próprios recursos naturais dos quais o setor depende e na qualidade de vida. A fragmentação de habitats, a degradação do solo e a contaminação hídrica constituem uma crise interligada que demanda uma mudança urgente no paradigma de produção.

Portanto, é crucial um redirecionamento do modelo produtivo, no qual deve conciliar a produtividade com a conservação dos recursos naturais, a fim de manter o equilíbrio ecossistêmico. Este caminho exige a implementação de políticas públicas mais robustas que incentivem a intensificação e implantação da agropecuária sustentável e a adoção em larga escala de tecnologias de baixo impacto. Simultaneamente é fundamental estabelecer mecanismos de preservação e de valorização dos serviços ecossistêmicos, ou seja, encontrando maneiras de criar mercados para os benefícios que a floresta conservada fornece, de modo que seja mais vantajoso mantê-la de pé do que derrubá-la.

Para que esta transição seja efetiva e duradoura, a educação ambiental deve ser mais valorizada e implementada em todas as esferas do conhecimento e na tomada de decisões, sendo um fundamento indispensável na formação de cidadãos e profissionais conscientes da interdependência entre economia e ecologia.

Neste contexto, o apoio institucional em pesquisas ecológicas e taxonômicas é um investimento visionário. Afinal iniciativas como programas de incentivo fiscal que viabilizem

expedições de campo para alunos de graduação pode revelar-se um investimento estratégico de alto retorno. Tal incentivo além de qualificar a formação profissional, também abre portas para descobertas de impacto incalculável, como a identificação de novas espécies, que hoje desconhecidas pela ciência, pode abrigar princípios ativos para medicamentos futuros ou genes resistentes a pragas, gerando não só valor econômico, mas aprimoramento da ciência e tecnologia nacional e também soluções para crises globais.

Aliar a inovação tecnológica no campo, ao desenvolvimento do conhecimento científico de forma equilibrada, constitui uma base sólida para o desenvolvimento verdadeiramente sustentável, onde a conservação da biodiversidade se revela não um custo, mas o capital natural que sustenta toda riqueza presente e futura.

REFERÊNCIAS

ALBERGONI, L; PELAEZ, V. Da Revolução Verde à agrobiotecnologia: ruptura ou continuidade de paradigmas? **Revista de Economia**, v. 33, n. 1, p. 31-53. 2007.

AMATO NETO, J. A indústria de máquinas agrícolas no Brasil: origens e evolução. **Revista de Administração de Empresas**, v. 25, n. 3, p. 57-69, 1985.

BARBOSA, R. P.; VIANA, V. J. **Biodiversidade: Situação e Perspectivas. Recursos Naturais e Biodiversidade: Preservação e Conservação dos Ecossistemas**, p. 77-98, 2014.

BARICELO, L. G. **A evolução diferenciada da indústria de máquinas agrícolas: um estudo sobre os casos norte-americano e brasileiro**. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 143 p, 2015.

BERGAMIN, A. C. Manejo convencional do solo e semeadura direta com diferentes intervalos de dessecação do milheto. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 167-177, 2013.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). **Agricultura Orgânica e Agroecologia: Questões Conceituais e Processo de Conversão**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 35 p, 2005. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/628360/agricultura-organica-e-agroecologia-questoes-conceituais-e-processo-de-conversao>. Acesso em: 11 de ago.2025.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). **Agrotóxicos no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agricultura-e-meio-ambiente/qualidade/dinamica/agrotoxicos-no-brasil>. Acesso em: 30 out. 2025.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). **Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura no Brasil**. 8 p. 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1039755/contribuicao-da-embrapa-para-o-desenvolvimento-da-agricultura-no-brasil>. Acesso em: 08 de ago.2025.

BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). **Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade - SALVE**. 2025. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br/#/>. Acesso em: 15 set. 2025.

O impacto do setor agropecuário...

BRASIL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). **O estado da biodiversidade** – Parte 2: biomas brasileiros. Ipea. p. 17-52, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Agrícola e Pecuário 2010-2011**. 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/plano-agricola-pecuario/plano-agricola-e-pecuario-2010-2011.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Bioma Pampa**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/pampa>. Acesso em: 09 set. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Cerrado: Um dos mais importantes hotspots de biodiversidade no planeta**. 2025 Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/controle-ao-desmatamento-queimadas-e-ordenamento-ambiental-territorial/controle-do-desmatamento-1/ppcerrado>. Acesso em: 04 nov. 2025.

BULL, D.; HATHAWAY, D. **Pragas e venenos: agrotóxicos no Brasil e no terceiro mundo**. 242 p. 1986.

CABRAL, J. R.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; MUNIZ, A. S.; BERTONHA, A. Impacto da água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim-elefante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 823-831, 2011.

CARDOZO, E. G. **Engorda de bovinos em confinamento: aspectos gerais**. 37 p. 1996.

CARSON, R. **Primavera silenciosa**. 2. ed. Tradução de Raul de Polillo. Melhoramentos, 305 p. E-book .1969.

CARVALHO, T. B; ZEN, S. A cadeia da pecuária de corte no Brasil: evolução e tendências. **Revista Ipecege**, v. 3, n. 1, p. 85-99, 2017.

CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (CSR-UFGM). **Histórico da Pecuária no Brasil**. 2023. Disponível em: <https://csr.ufmg.br/pecuaria/portfolio-item/historico-3/>. Acesso em: 10 set. 2024.

COSTA, L. F; PIRES, G. L. P. **Análise histórica sobre a agricultura e o advento do uso de agrotóxicos no Brasil**. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (ETIC). Anais eletrônicos. Prudente Centro Universitário, 17 p. 2016.

COUCEIRO, S. R. M.; FONSECA, C. P. Sedimentos reduzem biodiversidade. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 262, p. 60, 2010.

DELGADO, G. C. Expansão e modernização do setor agropecuário no pós-guerra: um estudo da reflexão agrária. **Estudos Avançados**, v. 15, n. 43, p. 157-172, 2001.

DELGADO, G.C. **Do Capital Financeiro Na Agricultura À Economia Do Agronegócio: mudanças cíclicas em meio século (1965-2012)**. 1. ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 144 p. 2012.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **A importância da pesquisa científica para a agropecuária**. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/52266708/artigo---a-importancia-da-pesquisa-cientifica-para-a-agropecuaria>. Acesso em: 8 maio 2025.

FEARNSIDE, P. M. **Destrução e conservação da Floresta Amazônica**. Uso da terra na Amazônia e as mudanças climáticas globais. 1. ed. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, p. 21-38. 2022.

FONSECA, M. F. A. C. **Agricultura Orgânica**: regulamentos técnicos e acesso aos mercados dos produtos orgânicos no Brasil. 121 p. 2009.

FRANCO, J. L.A. O conceito de biodiversidade e a história da biologia da conservação: da preservação da wilderness à conservação da biodiversidade. **História**, v. 32, n. 2, p. 21-48, 2013.

G1 AMAZÔNIA. **Em 2024, Amazônia tem maior área queimada dos últimos 6 anos e concentra 58% das queimadas do país**. Globo, 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2024/09/10/em-2024-amazonia-tem-maior-area-queimada-dos-ultimos-6-anos-e-concentra-58-das-queimadas-do-pais.ghtml>. Acesso em: 08 nov. 2025.

GEREMIA, B. **Agrotóxicos: O emprego indiscriminado de produtos químicos no ambiente de trabalho rural e a responsabilização por danos à saúde**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Caxias do Sul, 147 p. 2011.

GIMENES, M. R.; ANJOS, L. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 25, n. 2, p. 391-402, 2003.

GUARALDO, L. **Desmatamento no Cerrado cai 33% em 2024, mas área total preocupa pesquisadores**. IPAM, 2025.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas). **BIOMAS BRASILEIROS**. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS (IBF). **Mata Atlântica**. 2020. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/bioma-mata-atlantica>. Acesso em: 1 out. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM). **Bioma**. Disponível em: <https://ipam.org.br/como-atuamos/biomas/amazonia/>. Acesso em: 01 out. 2025.

INSTITUTO SOCIEDADE, POPULAÇÃO E NATUREZA (ISPN). **Fauna e flora do Cerrado**. ISPN. 2025 c. Disponível em: <https://ispn.org.br/biomas/cerrado/fauna-e-flora-do-cerrado/>. Acesso em: 01 out. 2025.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. **A conservação do Cerrado brasileiro**. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 147-155, jul. 2005.

KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, J. E. **Implantação e manejo do sistema plantio direto**. Embrapa Trigo, 36 p. 2000.

LANGONI, H.; PENACHIO, D.S.; CITADELLA, J.C.C.; LAURINO, F.; FACCIOLI-MARTINS, P.Y.; LUCHEIS, S.B.; MENOZZI, B.D.; SILVA, A.V. Aspectos microbiológicos e de qualidade do leite bovino. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n. 12, p. 1059-1065, 2011.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER, T. E. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 139-145, 2005.

LEMES, P.; LOYOLA, R. D. Mudanças climáticas e prioridades para a conservação da biodiversidade. **Revista de Biologia Neotropical / Journal of Neotropical Biology**, v. 11, n. 1, p. 47–57, 2015.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. Quantas espécies há no Brasil?. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 36-42, 2005.

LOURENÇO, J. C.; LIMA, C. E. B. Evolução do agronegócio brasileiro, desafios e perspectivas. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, n. 118, 2009.

LUCENA, R. B; SOUZA, N.J. Políticas agrícolas e desempenho da agricultura brasileira: 1950-2000. **Indicadores Econômicos FEE**, v. 29, n. 2, p. 180-200, 2001.

MANDAI, C. Y. **Abordagem teórica na ecologia: uma visão do mundo através de modelos**. Revista da Biologia, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 1-5, 2014.

MAPBIOMAS. **AMAZÔNIA perdeu quase 50 milhões de hectares de florestas nos últimos 40 anos**. 2025. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2025/09/15/amazonia-perdeu-quase-50-milhoes-de-hectares-de-florestas-nos-ultimos-40-anos/>. Acesso em: 16 out. 2025.

MAPBIOMAS. **Brasil: evolução anual da cobertura e uso da terra (1985-2024)**. MapBiomas. 2025.

MAPBIOMAS. **Destaques do mapeamento anual da cobertura e uso da terra no Brasil de 1985 a 2021: Mata Atlântica**. MapBiomas, 2022.

MAPBIOMAS. **Destaques do Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra (1985 a 2023): Bioma Amazônia**. Coleção 9. 2024.

MAPBIOMAS. **Destaques do Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra entre 1985 a 2021: Cerrado**. Coleção 7. 2022.

MAPBIOMAS. **Mapeamento Anual da Cobertura e Uso da Terra no Brasil (1985-2020): destaques Caatinga**. Coleção 6. 2021.

MAPBIOMAS. **Mapeamento anual da cobertura e uso da terra no Brasil (1985–2020): destaques Pampa**. Coleção 6. MapBiomas, 2021.

MAPBIOMAS. **Áreas ocupadas por atividades humanas ultrapassam a cobertura de vegetação nativa do Pampa**. 2025.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 8. ed. Atlas, 31 p. 2022.

MEIRELES, G.B. **Relações entre a abordagem da ecologia da restauração e o ODS 15: um estudo sobre os impactos antrópicos na Mata Atlântica**. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 111 p, 2021.

MENEGUZZO, I. S.; CHAICOUSKI, A. Reflexões acerca dos conceitos de degradação ambiental, impacto ambiental e conservação da natureza. **Geografia**, v. 19, n. 1, p. 181-185, 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA (MMA). **Pampa**. 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA (MMA). **Pantanal**. 2022.

PEREIRA, I. G. S.; GONÇALVES, I. P. S. Quadro socioambiental e mudanças climáticas no cerrado brasileiro: uma análise bibliográfica. **PhD Scientific Review**, v. 5, n. 6, p. 22-37, 2025.

PEROBELLI, F. S; ALMEIDA, E. S; ALVIM, M. I. S. A.; FERREIRA, P. G. C. Produtividade do setor agrícola brasileiro (1991-2003): uma análise espacial. **Nova Economia**, v. 17, n. 1, p. 65-91, 2007.

PICOLOTTO, E. L. Os atores da construção da categoria agricultura familiar no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 52, n. 1, p. 63-84, 2014.

PINTO, L. F.G; METZGER, J.P; SPAROVEK, G. **Produção de alimentos na Mata Atlântica: desafios para uma agropecuária sustentável, saudável e com neutralização de carbono no bioma que é o maior produtor de alimentos no Brasil.** SOS Mata Atlântica, 2022.

RESENDE, A. V.; SHIRATSUCHI, L. S.; COELHO, A. M.; CORAZZA, E. J.; VILELA, M. F.; INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. C.; BASSOL, L. H.; NAIME, J. M. **Agricultura de Precisão no Brasil: Avanços, Dificuldades e Impactos no Manejo e Conservação do Solo, Segurança Alimentar e Sustentabilidade.** In: Xviii Reunião Brasileira De Manejo E Conservação Do Solo E Da Água. Anais. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 1-10,2011.

RODRIGUES, W. C. **Metodologia científica.** FAETEC/IST, v. 2, 2007.

SÁ, M.A. C; SANTOS JUNIOR, J. D.G. **Compactação do solo:** Consequências para o crescimento vegetal. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 24 p, 2005.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** 3. ed. atual. e aprimorada. Oficina de Textos, 241 p. 2020.

SAUER, S. Questão eco-agrária: extrativismo agrário, mudanças climáticas e desmatamento no Brasil. **Revista NERA**, Presidente Prudente, v. 27, n. 2, p. 1-30, 2024.

SCHEFFER. **Plantio Direto: caminho para uma agricultura mais sustentável.** 2024.

SILVA, C.E. M. **Monocultura e conflito socioambiental.** Universidade Federal de Minas Gerais, 13 p. 2012.

SILVA, E; SEBEK, S; LIMA, J. A influência da tecnologia no agronegócio brasileiro, frente a agricultura tradicional. **Revista Tópicos**, v. 2, n. 8, p. 1-30, 2024.

SILVA, R. P; BARICELO, L. G; VIANA, C .E .F. Estoque brasileiro de tratores agrícolas: evolução e estimativas de 1960 a 2016. **Revista de Economia Agrícola**, v. 62, n. 2, p. 21-35, 2015.

SORJ, B.; POMPERMAYER, M. J.; CORADINI, O. L. **Camponeses e agroindústria: transformação social e representação política na avicultura brasileira.** Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 102 p. 2008.

SOS PANTANAL. **Ameaças ao Pantanal,** 2025.

SOUZA, A. S; ARAÚJO, L. E. B. **Revolução Verde: o cenário de uma monocultura e a busca de um verdejar na agroecologia.** In: Congresso Internacional De Direito E Contemporaneidade, 5. Anais. Universidade Federal de Santa Maria, p. 1-16, 2019.

SPADOTTO, C. A. **Abordagem interdisciplinar na avaliação ambiental de agrotóxicos.** In: Encontro Do Núcleo De Pesquisa Interdisciplinar. Anais. Núcleo de Pesquisa Interdisciplinar, p. 1-9, 2006.

TEIXEIRA, J. C. **Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais.** **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, v. 2, n. 2, p. 22-42, 2005.

TEIXEIRA, J. C; HESPANHOL, A .N. A trajetória da pecuária bovina brasileira. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 36, p. 26-38, 2014.

TERRA, F. H. B. **A indústria de agrotóxicos no Brasil**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Economia, Universidade Federal do Paraná, 157 p. 2008.

VIAN, C. E. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. M.; BARICELO, L. G.; SILVA, R. P. Origens, evolução e tendências da indústria de máquinas agrícolas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 4, p. 719-744, 2013.

VIEIRA FILHO, J. E. R. Expansão Da Fronteira Agrícola No Brasil: Desafios E Perspectivas. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**, p. 1-36, 2016.

VILAS BOAS, L. G. Notas sobre a migração campo-cidade e a monocultura no Brasil. **Ateliê Geográfico**, v. 11, n. 1, p. 207-226, 2017.

VILELA, L. MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JUNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011.

WEDEKIN, V. S. P.; BUENO, C. R. F.; AMARAL, A. M. P. Análise econômica do confinamento de bovinos. **Informações Econômicas**, v. 24, n. 9, p. 124-131, 1994.