

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS

***Compliance* ambiental na indústria frigorífica dos estados de Rondônia e Pará:
caminhos para a conformidade ambiental na cadeia da carne**

Isabela Soster da Pont

DOURADOS - MS

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS

***Compliance* ambiental na indústria frigorífica dos estados de Rondônia e Pará:
caminhos para a conformidade ambiental na cadeia da carne**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal da Grande Dourados – Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia, para obtenção do Título de Mestre em Agronegócios.

Discente: Isabela Soster da Pont

Orientador: Prof. Dr. Jonathan Gonçalves da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Leandro Vinícios Carvalho

Coorientadora: Profa. Dra. Roselaine Bonfim de Almeida

DOURADOS- MS

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

P811c Pont, Isabela Soster Da

Compliance ambiental na indústria frigorífica dos estados de Rondônia e Pará: caminhos para a conformidade ambiental na cadeia da carne [recurso eletrônico] / Isabela Soster Da Pont. -- 2026.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Jonathan Gonçalves da Silva.

Coorientadores: Leandro Vinícios Carvalho, Roselaine Bonfim de Almeida.

Dissertação (Mestrado em Agronegócios)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2025.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Bioeconomia. 2. Compliance Ambiental. 3. Falhas de Mercado. 4. Modelo Logit. I. Silva, Jonathan Gonçalves Da. II. Carvalho, Leandro Vinícios. III. Almeida, Roselaine Bonfim De. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.



ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA POR ISABELA SOSTER DA PONT, ALUNA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO "AGRONEGÓCIOS E SUSTENTABILIDADE".

Aos quinze dias do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte e cinco, às quatorze horas, em sessão pública, realizou-se na Universidade Federal da Grande Dourados, a Defesa de Dissertação de Mestrado intitulada "**Compliance Ambiental na Indústria Frigorífica do estado de Rondônia: caminhos para a Conformidade Ambiental na Cadeia da Carne**".

", apresentada pela mestrandia Isabela Soster da Pont, do Programa de Pós-graduação em Agronegócios, à Banca Examinadora constituída pelos membros: Prof. Dr. Jonathan Goncalves da Silva/UFGD (presidente/orientador), Prof. Dr. Antonio Carlos Vaz Lopes/UFGD (membro titular interno), Prof.ª Dr.ª Kellen Rocha de Souza/UNIFAL-MG (membro titular externo). Iniciados os trabalhos, a presidência deu a conhecer à candidata e aos integrantes da banca as normas a serem observadas na apresentação da Dissertação. Após a candidata ter apresentado a sua Dissertação, os componentes da Banca Examinadora fizeram suas arguições. Terminada a Defesa, a Banca Examinadora, em sessão secreta, passou aos trabalhos de julgamento, tendo sido a candidata considerada aprovada. Nada mais havendo a tratar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Dourados/MS, 15 de dezembro de 2025.

Documento assinado digitalmente
gov.br JONATHAN GONCALVES DA SILVA
Data: 15/12/2025 17:34:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Jonathan Goncalves da Silva
Presidente/orientador

Documento assinado digitalmente
gov.br ANTONIO CARLOS VAZ LOPES
Data: 16/12/2025 10:19:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Antonio Carlos Vaz Lopes
Membro Titular Interno

Documento assinado digitalmente
gov.br KELLEN ROCHA DE SOUZA
Data: 15/12/2025 19:38:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.ª Dr.ª Kellen Rocha de Souza
Membro Titular Externo

(PARA USO EXCLUSIVO DA PROPP)

EPÍGRAFE

"O homem é parte da natureza e a sua guerra contra a natureza é, inevitavelmente, uma guerra contra si mesmo."

(Rachel Carson)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, que desde a minha infância incentivaram, apoiaram e acreditaram no meu potencial. Sou quem sou porque sou, também, um pouco vocês. À minha Mãe, Solange, por ser colo e carinho quando preciso, mas também coragem e inspiração para quando me faltam. Ao meu Pai, Silvano, por me apoiar em todas as dificuldades e por me lembrar, todos os dias, da importância de ser grata. E à minha Irmã, Sofia, pelo carinho e cumplicidade nesses anos, mesmo a distância.

Agradeço a minha Avó, Ivonete, minha segunda mãe e minha saudade diária, por todo amor e coragem que sempre me inspira, é impossível pôr em palavras o carinho que sinto. E ao meu Avô Moacir, por todo apoio e inspiração de uma vida. Foi ele quem despertou em mim uma das minhas maiores paixões: torcer pela Sociedade Esportiva Palmeiras.

Agradeço as minhas amigas de longa jornada, Maria Tereza e Isabele, por compartilhar entre saídas e em nosso grupo as dores e as delícias de ser pós-graduandas. Ao meu querido amigo, Lucas, por ser apoio e saudade, meu eterno companheiro cinéfilo e de Colorados.

Agradeço o Zebu, Draco e, agora, Odin, meus gatos por tornarem meus dias mais leves e silenciosamente me acompanharem em cada página escrita.

Agradeço aos meus orientadores, Professores Jonathan, Roselaine e Leandro, por cada instrução e pela dedicação de tempo durante esses anos para que essa pesquisa fosse realizada. Obrigada.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido por meio da bolsa, fundamental para a realização e continuidade desta pesquisa.

E, por fim, a todos que fizeram parte, de alguma forma, da minha rede de apoio, agradeço.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 Falhas de mercado	19
2.1.2 As externalidades	23
2.1.3 Informações assimétricas	26
2.1.4 Implicações dos conceitos	28
2.2 Revisão de Literatura	29
3. METODOLOGIA.....	35
3.1 Variáveis e Base de dados	35
3.2 Modelo Logit.....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1 Caracterização dos dados e da Pecuária nos estados de Rondônia e Pará	39
4.2 Aplicação do Modelo Logit	45
4.3 Incentivos para a sustentabilidade na cadeia produtiva da carne	47
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	51

***Compliance* ambiental na indústria frigorífica dos estados de Rondônia e Pará: caminhos para a conformidade ambiental na cadeia da carne**

RESUMO – A complexidade da cadeia produtiva da carne desafia o mercado que cada vez mais busca a conformidade para responder a demanda internacional de uma produção livre de desmatamento. Essa pesquisa tem como objetivo compreender como fatores econômicos e produtivos influenciam na inserção dos estados de Rondônia e Pará no mercado exportador da carne bovina. Além disso, analisa de que forma o *compliance* ambiental, considerando as exigências do mercado internacional, afeta a dinâmica produtiva nesses estados. Esses objetivos buscam responder à pergunta de pesquisa: quais fatores econômicos e produtivos influenciam na inserção dos estados de Rondônia e Pará no mercado exportador da carne bovina, e de que forma as falhas de mercado impactam no cumprimento dos requisitos ambientais dos mercados internacionais? Para isso, será utilizada uma metodologia de regressão logística, através do modelo econométrico *Logit*, para avaliar como as variáveis econômicas e produtivas influenciam na probabilidade de exportar, considerada nessa pesquisa uma *proxy* de *compliance* ambiental. Como resultado, o modelo demonstrou que os fatores produtivos exercem maior influência diante da probabilidade de exportar do que os fatores econômicos. Essa evidência permitirá aprimorar e alinhar as políticas públicas e as ações de empresas privadas em busca da conformidade ambiental como incentivo para acesso a novos mercados.

Palavras-chave: Bioeconomia, *Compliance* Ambiental, Falhas de Mercado, Modelo *Logit*.

Environmental compliance in the meat industry of the States of Rondônia and Pará: paths to environmental compliance in the meat supply chain

ABSTRACT – The complexity of the meat production chain challenges the market, which increasingly seeks compliance to meet international demand for deforestation-free production. This research aims to understand how economic and productive factors influence the role of the states of Rondônia and Pará in the beef export market. In addition, analyze how environmental compliance, considering international market requirements, affects production dynamics in this state. These main objectives aim to answer the research question: what economic and productive factors influence the role of the state of Rondônia and Pará in the beef export market, and how do market failures impact compliance with the environmental requirements of international markets? To achieve this, a logistic regression methodology will be applied, using the econometric model Logit, to assess how economic and productive variables influence the probability of exporting, considered in this study as a proxy for environmental compliance. As a result, the model showed that productive factors have a more significant influence on the probability of exporting than economic factors. This evidence will enable the improvement and alignment of public policies and private companies' actions in pursuit of environmental compliance as an incentive for access to new markets.

Keywords: Bioeconomy, Environmental Compliance, Market Failures, Logit Model.

LISTAS DE ABREVIATURAS

CAR	Cadastro Ambiental Rural
CBAM	<i>Carbon Border Adjustment Mechanism</i>
CPP	Compromisso Público da Pecuária
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
GEE	Gases de Efeito Estufa
GTA	Guia de Transporte Animal
MPF	Ministério Público Federal
ONGs	Organizações Não Governamentais
PIB	Produto Interno Bruto
SIF	Serviço de Inspeção Federal
SISBOV	Sistema Brasileiro de Identificação Individual de Bovinos e Búfalos
TAC	Termo de Ajustamento de Conduta
VBA	Valor Adicionado Bruto da Agropecuária
VBP	Valor Adicionado Bruto da Pecuária

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teste de Multicolinearidade VIF	44
Tabela 2 – Efeitos Marginais	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução da Exportação da Carne Bovina no estado de Rondônia ...	38
Figura 2 – Mapa de Calor da Distribuição de Frigoríficos em Rondônia	39
Figura 3 – Mapa de Uso e Cobertura da Terra em Rondônia	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Artigos utilizados na Revisão Bibliográfica, ano de Publicação, a Revista em que foram Publicados e seus Resultados	31
Quadro 2 – Descrição das Variáveis Utilizadas	33 - 34
Quadro 3 – Municípios com Maior Efetivo Bovino no Pará	41
Quadro 4 – Correlações das Variáveis em Relação a Exportação	42

1. INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), estima que cerca de 90% do desmatamento tropical ocorreu devido à expansão das atividades da agropecuária (FAO, 2021). Na Amazônia Legal, região que compreende os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, Mato Grosso e parte do Maranhão, a expansão da agropecuária tem avançado em direção à floresta, movimentando o chamado Arco do Desmatamento, onde são observadas as maiores taxas de desflorestamento no bioma Amazônia. O Arco do Desmatamento abrange os estados do Maranhão, Pará, Mato Grosso, Rondônia e Acre, além disso, o avanço da fronteira agrícola tem atingido o sul do Amazonas, ameaçando uma grande porção de floresta densa (ISA, 2019; IBGE, 2010).

O uso da terra na Amazônia Legal é frequentemente apontado como uma vantagem comparativa para o Brasil, em razão de sua ampla extensão territorial e do seu potencial econômico. Porém a falta de fiscalização eficaz e a má gestão no uso das terras públicas transformam essa vantagem em fonte de graves problemas ambientais, como o avanço do desmatamento; e essa combinação de fatores resulta nas altas taxas de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) (Silva; Gurgel, 2012). Diante disso, a pecuária no Bioma Amazônia cresceu nas últimas décadas impulsionada pela disponibilidade de terras a baixo custo e pela maior lucratividade da criação em larga escala, tornando o investimento no setor mais atrativo (Imazon, 2015).

O estado de Rondônia, localizado na Região Norte do Brasil, faz parte do Bioma Amazônico e possui, a partir de um arcabouço legal, obrigações de proteção ambiental para desenvolvimento econômico sustentável da região. Rondônia fez parte da ocupação fomentada pelo governo militar, na década de 1970, por meio de seus projetos de colonização com o lema “Ocupar para não entregar”, com objetivo de conter a pressão pela Reforma Agrária no país (Bevilaqua, 2020; Ângelo, de Sá, 2007).

Assim, migrantes de diversas regiões viram a oportunidade de possuir e explorar as terras desse bioma, inicialmente, extraindo madeiras que possuíam alto valor de mercado para venda, e que serviriam para o financiamento do desmatamento da área com o propósito de abertura de pastagens para a agricultura

e criação de gado (Veríssimo *et al.* 1995). O desflorestamento incentivado pelo governo através dos projetos de colonização, com propósito do desenvolvimento de cultivos agrícolas e da atividade pecuária, ancorou o crescimento das taxas de desmatamento em Rondônia até 2004. A partir desse período, fatores econômicos, como a redução de preços de produtos agropecuários e a implementação de políticas públicas pelo governo federal, como a intensificação da fiscalização, e a criação de programas de combate ao desmatamento, desencadearam uma queda de 40% dessa taxa (Soares Filho *et al.* 2009). No entanto, o desmatamento voltou a crescer a partir de 2010. Esse aumento se deu em grande parte por invasões de terras públicas, terras pertencentes aos povos originários e menor controle e fiscalização das unidades de conservação (IPAM, ISA, e Imazon, 2014; Alencar *et al.* 2022).

A ocupação de áreas protegidas em Rondônia já era uma questão discutida na literatura por Pedlowski *et al.* (2005), que apontavam que essas áreas acabariam se tornando novas fronteiras agrícolas. As unidades de conservação, historicamente, sofrem desmontes por meio de projetos de leis que visam reduzir as áreas dessas unidades, fato que ocorreu pela Lei nº 12.249, de 11 de junho de 2010 no Artigo 113 que altera os limites da Floresta Nacional do Bom Futuro e pelo Projeto de Lei Complementar nº 80 de 2020 que dispõe sobre a alteração dos limites da Reserva Extrativista Jaci-Paraná e do Parque Estadual de Guajará-Mirim. Por consequência disso, a grilagem de terras é uma prática recorrente no estado, onde a derrubada da vegetação nativa não apenas configura um crime ambiental, mas também evidencia a ocupação ilegal da terra por grileiros, visando a obtenção de títulos de posse por meio da exploração de brechas na legislação ambiental (Aguilar e Torres, 2021).

Em razão disso, a exploração e degradação dessas áreas são acompanhadas de práticas lucrativas, inicialmente, pela comercialização da madeira ilegal proveniente da área e, posteriormente, pela pecuária extensiva. Exemplo disso, a Reserva Extrativista Jaci-Paraná que tem 74% de sua área de reserva ocupada por atividades agropecuárias, são cerca de 216 mil cabeças de gado sem autorização ambiental (Santos, 2024), fato que impulsiona a redução da unidade de conservação pelo Projeto de Lei Complementar 80/2020.

Já a pecuária no estado do Pará se apresenta como um processo produtivo assimétrico, tanto em questão espacial quanto em produção no território do estado (Mattos *et al.*, 2010). A mesorregião que maior abrange a cadeia produtiva da carne

bovina no estado é a sudeste que, a partir de projetos de valorização econômico no bioma Amazônia, como a criação da Superintendência de Valorização Econômica da Amazônia (SPEVEA), e da abertura da rodovia Belém-Brasília, foi destino das ondas de expansão da agropecuária no estado durante a década de 1950 e a década de 1970 (Embrapa, 2006).

O estado concentra o maior rebanho bovino da Amazônia Legal, sendo assim, devido à preocupação internacional com a preservação da Floresta Amazônica foi pioneiro na adoção de instrumentos de regulação e controle socioambiental. Essa preocupação se deu, principalmente, de acordo com a expansão da cadeia produtiva da carne, em grande medida, sobre áreas legalmente protegidas, como unidades de preservação e terras indígenas, impulsionando o mercado agroexportador brasileiro, mas também perpetuando a contaminação das cadeias de suprimento (West *et al.* 2022). Mediante isso, a preocupação internacional com a maior floresta tropical do planeta e seu papel no ciclo do carbono manifestou-se principalmente pelas Organizações Não Governamentais (ONGs) transnacionais. O *Greenpeace*, por exemplo, deu início a um movimento de desmatamento zero no Bioma Amazônia, com o intuito de desincentivar a aquisição de carnes de áreas desmatadas, pressionando *players* da cadeia de carne, como frigoríficos e o mercado de varejo, para a adoção de medidas para a adequação de sua produção. Nesse sentido, na primeira década dos anos 2000, o Ministério Público Federal (MPF) do Pará já atuava investigando a correlação do aumento nas taxas de desmatamento com a pecuária. Assim, iniciam a construção de instrumentos que buscam solucionar o desmatamento na cadeia da carne e, posteriormente, empregar essa metodologia em toda Amazônia Legal.

A assinatura de compromissos, bem como a estruturação de um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), conhecido por TAC da Carne, em 2009, fomenta a transparência da cadeia de carne, visando a rastreabilidade do gado avaliada por meio de auditorias, além de tratar de compromissos sociais como a verificação de direitos trabalhistas na propriedade que foi realizada a aquisição de gado. Essa gestão na cadeia pode ser classificada como *compliance* ambiental no setor, visando além do cumprimento dos compromissos assinados, reagir às pressões internacionais feitas por ONGs ambientalistas e por importadores do produto, que exigem responsabilidade ambiental na cadeia (Pavão *et al.* 2020).

O desafio das empresas em colocar em prática esses compromissos se dá além da criação de procedimentos que utilizam dados públicos para avaliar suas aquisições, mas também pela complexidade da cadeia de produção da carne. As várias configurações da cadeia de produção, envolvendo propriedades de cria, recria, engorda e até propriedades destinadas à lavagem de gado (locais em que os animais provenientes de áreas desmatadas são transferidos para se adequarem às políticas de compras dos frigoríficos) fragmentam e dificultam o controle de origem da carne (Carvalho *et al.* 2021).

As metodologias que os frigoríficos utilizam para fazer o controle da carne na maioria das vezes monitoram somente a última propriedade em que esteve o animal, através da Guia de Transporte Animal (GTA) emitida pelas Agências Sanitárias e, por meio do Cadastro Ambiental Rural (CAR), verificam a conformidade ambiental da área, ou seja, se a propriedade cumpre a legislação ambiental vigente. Nessa perspectiva, as fraudes, como a lavagem de gado e a invisibilidade de fornecedores indiretos que criaram o gado em área ilegal, podem ser acobertadas no processo de aquisição do gado (Gibbs *et al.* 2016).

Em consonância com as dificuldades enfrentadas, o relatório Radar Verde, 2023, indicou que 92% dos frigoríficos atuantes na Amazônia Legal possuem um controle da cadeia muito baixo. Além disso, 96% da capacidade de abate bovino da região está altamente exposta ao risco de aquisição de gado proveniente de desmatamento (Radar Verde, 2023).

Ainda nesse prisma, no estado de Rondônia o poder público, caracterizado pela atuação do MPF, possui baixa ratificação desses compromissos de cooperação quanto à auditoria da cadeia, em parte pelo seu caráter não obrigatório. Segundo o Monitac, ferramenta que monitora frigoríficos comprometidos com a questão ambiental via assinatura do TAC, somente a empresa JBS é signatária no estado, outras grandes empresas possuem auditoria interna, mas não possuem a obrigação de contribuir para o monitoramento do MPF (Monitac, 2020). Assim como as empresas, os órgãos públicos também dificultam o avanço do compromisso, visto que no Ciclo Unificado de Auditoria da Pecuária na Amazônia Legal agências sanitárias não disponibilizaram os dados necessários para a realização da auditoria, sendo que a justificativa se deve ao cumprimento da Lei Geral de Proteção de Dados (Prizibiszki, 2023).

Em contraponto, o estado do Pará possui maior ratificação de compromissos ambientais ligados a pecuária. Em seu 5º Ciclo de Auditoria do Termo de Ajustamento de Conduta da Carne, as empresas frigoríficas ligadas a esse mecanismo correspondem a um total de 78% dos animais comercializados no estado para abate ou exportação (Amigos da Terra, 2024). Esses números expressivos evidenciam um nível avançado de consolidação do mecanismo no Pará, cujo acompanhamento dos dados e do aperfeiçoamento institucional da cadeia produtiva pode servir como referência para a evolução de estados com menor grau de desenvolvimento em conformidade ambiental, como Rondônia.

Com isso, alguns pontos são relevantes para a discussão do estado atual e aperfeiçoamento da rastreabilidade nos estados de Rondônia e Pará. Em relação a percepção social do desmatamento, as empresas ligadas a essa cadeia produtiva têm sido pressionadas pela sociedade em geral para entrar em conformidade com o desenvolvimento sustentável. Isso ocorre porque os atuais sistemas econômicos consolidam a destruição do meio ambiente por meio do esgotamento dos recursos naturais e das mudanças climáticas. Além disso, o *compliance* ambiental pode se tornar elemento chave para o acesso das empresas ao comércio internacional e para atender as demandas de ONGs ambientalistas, especialmente porque o poder público enfrenta barreiras à adesão das empresas e para a realização de auditorias.

Diante dos desafios ambientais que impactam a sustentabilidade da cadeia produtiva, faz-se necessária a adoção de estratégias que promovam a conformidade ambiental no setor. Esses desafios evidenciam as limitações do mercado em lidar com impactos ambientais, uma vez que os custos gerados pela degradação não são totalmente incorporados ao preço dos produtos. Essa incapacidade de refletir os custos ambientais caracteriza uma falha de mercado. Conforme as observações de Zerbe Jr. (2001), as externalidades, incertezas e existência de bens públicos deixam claro os limites das atuações dos mercados na alocação eficiente de recursos escassos. Nesse sentido, a cadeia produtiva da carne apresenta um conjunto de externalidades negativas, especialmente ligadas as questões ambientais e sociais, essas se mostram obstáculos que os agentes econômicos são incapazes de internalizar ao longo do processo produtivo. O desmatamento, destruição de ecossistemas, emissão de gases de efeito estufa, condições de trabalho análogo a escravidão e conflito de terra são algumas dessas externalidades que recaem sobre a sociedade como um todo. Nessa lógica, a presença dessas externalidades

evidenciam a necessidade de instrumentos capazes de promover a internalização desses custos ambientais e sociais.

Nesse sentido, essa pesquisa busca responder a seguinte questão: quais fatores econômicos e produtivos influenciam na inserção dos estados de Rondônia e Pará no mercado exportador da carne bovina, e de que forma as falhas de mercado impactam no cumprimento dos requisitos ambientais dos mercados internacionais?

Dessa forma, o objetivo dessa pesquisa é compreender como fatores econômicos e produtivos influenciam na inserção dos estados no mercado exportador da carne bovina. Ademais, visa analisar de que forma o *compliance* ambiental, considerando as exigências do mercado internacional, afeta a dinâmica produtiva nesses estados. Isso permitirá aprimorar e alinhar as políticas públicas e as ações de empresas privadas em busca da conformidade ambiental como incentivo para acesso a novos mercados.

Para atingir o objetivo proposto será realizada uma revisão teórica explorando os entraves mercadológicos e os debates acerca de suas possíveis resoluções. E, posteriormente, uma revisão de literatura buscando encontrar os principais instrumentos e entraves para o *compliance* ambiental na cadeia da carne através da produção científica disponível.

Para entender quais fatores podem impactar o acesso da carne aos mercados, será utilizado o modelo econométrico *Logit*, adotando a variável dependente de exportação como *proxy* para o *compliance* ambiental. A escolha dessa variável advém do entendimento de que o mercado internacional impõe padrões rigorosos de rastreabilidade e conformidade socioambiental, assim municípios que conseguem se inserir nesse mercado estão vinculados a características produtivas mais alinhadas a conformidade ambiental. Por fim, a partir dos resultados obtidos por esse modelo, serão propostas estratégias para superar os entraves mercadológicos e promover a conformidade ambiental na cadeia produtiva da carne nos estados de Rondônia e Pará.

A estrutura desse trabalho se organiza em quatro seções, além dessa introdução. A segunda seção apresenta a Revisão bibliográfica, iniciada pela revisão teórica acerca das falhas de mercado, que discorre sobre o problema da gestão de recursos comuns, externalidades e informações assimétricas. Além disso, a revisão de literatura que debate os artigos que tratam do *compliance* ambiental aplicado à cadeia da carne. A seção seguinte corresponde a metodologia, onde é descrito o

funcionamento do Modelo *Logit* e as variáveis que foram utilizadas nessa pesquisa. Seguindo, a seção de Resultados e Discussões aborda os principais resultados obtidos nessa pesquisa. Inicialmente é feita uma caracterização da cadeia da carne e análise descritiva dos dados coletados. Posteriormente, são debatidos os resultados da aplicação do Modelo *Logit*. E, por fim, são expostas possíveis estratégias de alinhar a conformidade ambiental na cadeia da carne. A última seção apresenta as considerações finais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção serão tratados dois assuntos para compreensão do tema proposto, na primeira seção serão discutidos os principais conceitos relacionados as falhas de mercado que afetam a formação dos preços; e na segunda seção serão discutidos trabalhos aplicados na área de *compliance* ambiental e seus impactos sobre as cadeias produtivas.

2.1 Falhas de mercado

Idealmente, o funcionamento do mercado deve ser eficiente quando a alocação de recursos ocorre de forma ótima, promovendo a maximização do bem-estar social e, assim, convergindo para o equilíbrio eficiente do mercado. Contudo, há circunstâncias que comprometem a eficiência do mercado, como o poder de mercado, externalidades, informações assimétricas e bens públicos impede que os preços reflitam os custos e benefícios sociais das atividades econômicas. Essas situações, nas quais o mercado falha em alocar recursos de maneira eficiente, são definidas como falhas de mercado (Perman et al., 2003; Zerbe Jr., 2001). (Perman *et al.* 2003; Zerbe Jr., 2001).

A economia ambiental, por sua vez, constitui um campo da economia que, inserido no arcabouço da economia neoclássica, dedica-se à análise das interações entre o sistema econômico e o meio ambiente, especialmente no que se refere às falhas de mercado associadas ao uso de recursos naturais e à geração de externalidades ambientais (Mueller, 1998). Historicamente, o debate sobre o crescimento populacional e o esgotamento dos recursos naturais intensificou a preocupação com os limites ambientais ao crescimento econômico, reforçando a necessidade de instrumentos analíticos e institucionais capazes de corrigir essas falhas. O pensamento neomalthusiano expresso por Garret Hardin (1968) em *The Tragedy of the Commons* é exemplo do início de um movimento crítico à gestão de bens coletivos. Posterior a isso, destaca-se a obra *The Limits to Growth* (1972), também conhecida como Relatório de Meadows, originário do Clube de Roma, que denunciava a escassez de recursos naturais a partir do crescimento populacional.

Decorrente desses debates, a pauta ambiental passa a ganhar alguma visibilidade na agenda internacional, contudo, ela ainda não se consolida como prioridade entre os países. Esses documentos, apesar de não serem bem aceitos

pelos economistas do *mainstream*, iniciam um movimento em direção a um regime climático mundial, construído a partir de conferências internacionais e acordos que tratam de objetivos para a mitigação da crise climática (Oliveira, 2012). Diante desses encontros, comissões foram organizadas para tratar dos problemas ambientais e do desenvolvimento. A partir da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento surge o relatório *Our Common Future* (1987), ou Relatório Brundtland, responsável pela introdução do conceito de desenvolvimento sustentável na agenda internacional (Bursztyn e Bursztyn, 2012). O relatório aposta na questão ambiental como prioridade internacional, além disso, debate o papel dos países ricos no financiamento climático.

Para tanto, a economia do meio ambiente é composta por diferentes correntes de pensamento, que podem ser, de forma sintética, agrupadas em duas abordagens principais: a da sustentabilidade fraca e a da sustentabilidade forte. A primeira, associada à economia ambiental neoclássica, parte do pressuposto de que o capital natural pode ser, em certa medida, substituído por outras formas de capital, desde que o nível de bem-estar seja mantido. Já a segunda, vinculada a perspectivas mais críticas, como a economia ecológica e abordagens socioambientais, enfatiza a existência de limites ecológicos e a não substituíbilidade de determinados recursos naturais. Nesse contexto, a economia ambiental neoclássica atua como um instrumento de mensuração dos impactos negativos que o sistema econômico exerce sobre o meio ambiente e, além disso, busca o desenvolvimento de mecanismos voltados à internalização desses impactos. Essa corrente, no entanto, tende a concentrar sua análise em economias de mercado, sobretudo em países desenvolvidos, diferentemente de outras vertentes, como a abordagem cepalina ambiental ou o fundamentalismo socioambiental, que direcionam suas análises aos contextos dos países em desenvolvimento (Mueller, 2012).

Ainda na perspectiva ambiental neoclássica, tanto Arthur C. Pigou (1920)¹ tiveram papel fundamental na mensuração desses impactos na sociedade, sendo responsáveis pelo desenvolvimento de instrumentos capazes de internalizar custos antes atribuídos à sociedade.

Por outro lado, diante do paradigma da insustentabilidade do crescimento econômico surge a economia ecológica na década de 1970. Fundamentado em um

¹ Em seu trabalho *The Economics of Welfare*, o qual o autor propõe o imposto pigouviano sobre atividades que geram externalidades negativas.

conceito de sustentabilidade forte, reconhece a existência de limites biofísicos ao crescimento econômico e a não substituíbilidade de determinados componentes do capital natural. Assim, essa corrente demonstra que somente a eficiência econômica é insuficiente para garantir a sustentabilidade ambiental, incorporando a necessidade de considerar os limites ecológicos e padrões sustentáveis de produção e consumo (Muller, 2012).

Diante dessas correntes teóricas, observa-se que, embora partam de pressupostos distintos, as diferentes correntes da economia do meio ambiente reconhecem que o funcionamento dos mercados, de maneira isolada, é insuficiente para lidar com os impactos ambientais decorrentes das atividades econômicas. Nesse contexto, a presença de externalidades, bens públicos e assimetrias de informação são elementos que impedem a alocação eficiente de recursos e evidencia a centralidade das falhas de mercado na análise das questões ambientais, assim, a seção seguinte dedica-se à discussão dessas falhas.

2.1.1 O problema da gestão de recursos

O dilema da gestão de recursos na economia do meio ambiente foi centro de debate entre diversos teóricos. A condição de potencial escassez dos chamados “bens comuns” protagonizou a busca por soluções descritas em diferentes teorias. Os denominados bens comuns são aqueles que possuem características de rivalidade no consumo, quando o uso de uma pessoa reduz a possibilidade de outra pessoa utilizá-lo, e de não exclusão, o qual não é possível impedir as pessoas de utilizá-lo (Perman *et al.* 2003). A partir dessa definição, as florestas, rios, pesca em mares e o ar limpo são exemplos de bens comuns.

O uso irresponsável desses bens, de maneira a buscar maximizar lucros individuais, corresponde, em grande parte, aos problemas ambientais vivenciados atualmente. Nesse sentido, a governança ambiental trata de desafios que possuem altos custos, impactos devastadores e a necessidade de ações colaborativas em um contexto que apresenta barreiras aos incentivos para a cooperação (Viola; Franchini, 2022).

Elinor Ostrom, economista e autora de *Governing the Commons* (1990), contrapõe teorias importantes na economia do meio ambiente, como a apresentada por Garret Hardin (1968), elaborando formas de gerir recursos comuns de maneira

coletiva. A autora realizou uma importante colaboração no campo através da compilação de princípios que orientam a gestão de recursos comuns. Ostrom (1990) contribuiu com a teoria a partir do resultado de seus estudos de casos práticos sobre comunidades auto-organizadas gerindo recursos comuns de maneira sustentável. Dessa maneira, a autora aposta no sucesso da autogovernança das partes interessadas como alternativa às previsões pessimistas de Hardin.

Garret Hardin, conforme já apresentado, foi um importante difusor dos estudos de gestão de recursos comuns, seguindo a lógica neomalthusiana para explicar parte da tragédia dos recursos naturais. O biólogo argumentava que a escassez de bens comuns seria inevitável devido ao crescimento populacional, maior demanda de consumo desses bens, e a partir do comportamento irracional e abusivo dos usuários de determinado bem. Hardin via solução para a tragédia dos comuns somente através da privatização dos recursos, ou pela imposição de leis coercitivas (Hardin, 1968).

Contudo, Ostrom, adota a abordagem de escolha racional dentro da corrente neoinstitucionalista para analisar a situação dos bens comuns, sendo que a própria a define como:

Por abordagem, tradição ou *framework* de escolha racional, refiro-me a todo trabalho que se baseia no individualismo metodológico e pressupõe que indivíduos comparam benefícios e custos de ações antes de adotar estratégias de ação (Ostrom, 1991, p.243).

Sendo assim, a autora trabalha com a relação de custo-benefício para compreender como os indivíduos tomam decisões em relação ao uso de recursos comuns. À vista disso, Elinor Ostrom (1991) observou que os casos de gestão coletiva de sucesso se dão pela administração por pequenos grupos que se organizam por meio de normas compartilhadas e acordadas coletivamente, moldando os custos e os benefícios percebidos, como são as cooperativas.

Essa característica relacionada ao tamanho do grupo dirigente é discutida por Mancur Olson em *The Logic of Collective Action* (1965). Segundo o autor, à medida que os grupos se tornam maiores, os indivíduos tendem a adotar comportamentos orientados ao benefício próprio e a evitar contribuições coletivas em prol do grupo. Esse apontamento ficou conhecido como o Problema do Carona, o qual descreve que se tratando de bens comuns os benefícios gerados pela ação coletiva são não-exclusivos, portanto, mesmo quem não tenha contribuído, deve usufruir. Assim como

Hardin, Olson discute a gestão de bens comuns a partir de uma teoria não cooperativista, considerando soluções que partem de instituições via incentivo ou coerção (Cesar, 2017).

É nesse contexto que Ostrom contesta essas teorias, visto que, a autora acredita que a cooperação é possível dado os princípios e padrões observados em comunidades que obtiveram sucesso na gestão desses recursos. Desta forma, a autora elenca princípios para o estabelecimento de uma governança coletiva de recursos, sendo esses: limites claramente definidos; regras de apropriação e provisão coerentes em cada localidade; arranjos de escolha coletiva; supervisão; sanções graduais; mecanismos para a resolução de conflitos; reconhecimento mínimo de direitos de organização e rede de instituições (Ostrom, 1990).

O estudo de Elinor Ostrom deve servir de base para a gestão de recursos, contudo, a autora deixa claro a importância do ajuste para a realidade de cada comunidade. Dentro dessas perspectivas a governança se estrutura, seja através de deliberação, negociação ou autorregulação (Kemp *et al.* 2005). Essas modalidades de governança enfrentam desafios significativos, como elevados custos, assimetria de informações e conflitos de interesses. No contexto ambiental, esses desafios tendem a se intensificar devido ao esgotamento de recursos e às catástrofes ambientais. Além disso, há a dificuldade em alcançar consenso nas deliberações e a fragilidade das estruturas de autorregulação.

Essas adversidades estão intrinsecamente ligadas às externalidades e à dificuldade de integrá-las às estruturas de governança. Com isso, o debate acerca das externalidades negativas é fundamental para o desenvolvimento de mecanismos que as internalizem e fortaleçam a gestão de recursos na forma de uma governança ambiental eficaz.

2.1.2 As externalidades

A existência de externalidades se deve ao efeito das atividades de produção e consumo, logo, das ações econômicas de consumidores e produtores, que não são absorvidas no preço final dos produtos. As externalidades podem ser negativas, quando a ação de uma parte acarreta custos para outra, ou positivas, quando a ação de uma das partes beneficia a outra (Soares e Porto, 2007). Nessa seção serão discutidas as externalidades negativas sobre o meio ambiente.

O desmatamento, considerando os impactos gerados por essa atividade, como a emissão de carbono, a contaminação de rios e nascentes, além dos entraves nas exportações e parcerias internacionais, configura-se como uma externalidade negativa a ser corrigida. Os produtores da carne bovina proveniente de áreas desmatadas não pagam pela externalidade gerada. Esse ônus, a ser pago pela sociedade no geral, manifesta-se nos impactos das mudanças climáticas, afetando a produção agrícola, a disponibilidade de recursos e a saúde humana (Soares e Porto, 2007).

Na perspectiva econômica, para melhor entender as externalidades como falhas de mercado, é importante avaliar a relação entre o Custo Marginal Privado e o Custo Marginal Social nas curvas de oferta e demanda. O denominado Custo Marginal Privado refere-se aos custos do produtor para ofertar algum bem ou serviço, como a aquisição de matéria-prima e a mão de obra. O Custo Marginal Social é o custo imposto à sociedade como resultado da produção de determinado bem ou serviço, obtida pela soma do Custo Marginal Privado com o Custo Marginal Externo, ou o custo da externalidade. A existência de externalidades negativas significa que o Custo Marginal Social excede o Custo Marginal Privado, levando o mercado a alocar recursos de maneira ineficiente (Pindyck e Rubinfeld, 2009).

Mas-Colell *et al.* (1995) analisam o problema das externalidades a partir do direito de propriedade. Seguindo a lógica dos autores, uma indústria frigorífica pode acreditar ter o direito de comercializar carne proveniente de áreas desmatadas, assim como consumidores podem acreditar ter o direito de não arcar com os custos ambientais dessa prática, como o agravamento das mudanças climáticas e escassez de recursos. Direitos de propriedade mal definidos são empecilhos para a internalização do problema de externalidades negativas.

Ronald Coase (1960) iniciou a discussão acerca dos direitos de propriedade. O Teorema de Coase deu luz à visão de que agentes privados são capazes de internalizar externalidades se os direitos de propriedade forem bem definidos e se houver baixos custos de transação em negociações. Essa ideia exige a participação do Estado para a resolução das externalidades. No entanto, a intervenção do Estado ainda é necessária, pois o Teorema não é viável quando as partes possuem dificuldade de negociar, custos de transações elevados e, principalmente, quando se trata de externalidades relacionadas aos bens comuns (Stiglitz, 1999).

A inviabilidade do Teorema sob a problemática de negociações custosas se dá a partir de conflitos de poder, quando muitas partes estão envolvidas e diante da presença de informações assimétricas. O conflito de poder, ou seja, a desigualdade de poder entre as partes que negociam, torna o processo injusto e ineficiente. A quantidade de partes envolvidas na transação é um fator que também foi explorado por Ostrom (1990), sendo que em uma condição que envolve muitas partes mais complexas serão a negociação e concordância geral, elevando o custo. Por fim, a assimetria de informações sobre os custos e os benefícios envolvidos na transação pode tornar o procedimento ineficiente e custoso.

Em relação aos bens comuns, sabe-se que são recursos de acesso coletivo, portanto, não possuem direitos de propriedade definidos. Além disso, por terem como característica a não exclusividade, muitas partes utilizam e estão interessadas, conduzindo a negociações altamente custosas. Por fim, ninguém é dono dos recursos comuns, com isso, não há incentivos para colaborar ou pagar pela utilização sustentável conduzindo a um comportamento de carona (*free-rider*), onde poucos colaboram e muitos vão usufruir do benefício (Steinsson, 2025).

Com isso, a intervenção do Estado para internalizar externalidades se torna necessária para corrigir essas falhas inalcançáveis para a iniciativa privada. Stiglitz (1999), em seu livro “Economia do Setor Público”, debate soluções das externalidades a partir do setor público, considerando duas perspectivas: Soluções Baseadas no Mercado e Regulação Direta. Os mecanismos de Soluções Baseadas no Mercado se dividem em três categorias: multas e taxas, subsídios para a redução da poluição e licenças de poluição, sendo essa última representada por sistemas como o crédito de carbono, estabelecidas em um mercado de emissões negociáveis.

As multas e taxas, ou impostos corretivos, são como uma correção do Estado utilizando políticas de mercado como incentivos econômicos para reduzir a emissão de poluentes. Esses impostos também são conhecidos por Impostos de Pigou, um dos idealizadores dessa solução. Essa correção deve considerar os custos sociais, ou seja, converte em valores os danos causados por aquela externalidade negativa para a sociedade. Assim, empresas são incentivadas a reduzir a poluição, buscando o desenvolvimento de tecnologias de produção com menor emissão ou produzindo menos (Stiglitz, 1999).

A segunda categoria diz respeito à provisão de subsídio por parte do Estado para empresas que reduzirem a emissão de poluentes. Assim, o subsídio deve ser

igual a diferença entre o benefício marginal social de reduzir a poluição e o benefício marginal privado, estabelecendo, dessa forma, a métrica de provisão (Stiglitz, 1999).

Por fim, as licenças de poluição negociáveis constituem um sistema de crédito para a emissão de poluentes. Suponha que, por meio de regulamentação, seja estabelecido um limite anual de toneladas de emissão. A empresa X deseja exceder esse limite em 50 toneladas, enquanto a empresa Y pretende reduzir essa mesma quantidade. Nesse sistema a empresa Y pode realizar a venda de sua licença de poluição equivalente a 50 toneladas para a empresa X ampliar a sua emissão. Dessa forma, o Estado utiliza de mecanismos do mercado para mediar a internalização das externalidades, alcançando a correção das falhas.

Na perspectiva pública, para a internalização das externalidades, o Estado adota políticas de comando e controle, regularizando o comportamento das empresas e produtores. Instituições públicas definem o nível máximo de emissão e desmatamento, fomentando a busca por novas tecnologias de produção que reduzam os impactos. Contudo, essa perspectiva enfrenta a limitação de não incentivar a redução da poluição e do desmatamento abaixo do nível estabelecido, os produtores perseguirão a maximização do lucro dentro dos limites de emissão. Além disso, o Estado lida com informações assimétricas referentes aos custos reais da redução de poluição e do desmatamento e a omissão de empresas dos níveis reais de emissões.

Sendo assim, um dos desafios para a internalização das externalidades é a garantia de que as partes envolvidas lidam com as mesmas informações. Dessa forma, será abordada no último subtópico dessa revisão teórica a assimetria de informações como falha de mercado.

2.1.3 Informações assimétricas

Um dos pilares do mercado é a informação, desde a origem até a qualidade dos bens oferecidos. No entanto, por vezes, pode ser considerada uma falha de mercado, seja devido ao alto custo de obtenção ou à incerteza associada à sua disponibilidade. George Akerlof (1970) trata de explicar a assimetria de informação a partir do mercado automobilístico onde compradores e vendedores possuem informações diferentes acerca do produto.

O autor discute a adversidade enfrentada pelos compradores nesse mercado, onde a incerteza sobre a qualidade do bem ofertado impede os consumidores de

diferenciar os de alta qualidade dos de baixa qualidade antes da compra. Assim, pagam um preço médio. No entanto, se esse preço for baixo para compensar os custos dos produtos bons, os produtores saem do mercado. Com isso, produtos de baixa qualidade acabam expulsando os de alta qualidade do mercado. Essa condição tem o nome de seleção adversa, ou informação oculta.

Outro fator ligado à assimetria de informação é o perigo moral, ou problema da ação oculta, onde os contratantes têm menos incentivos para evitar riscos. Portanto, trata-se de incapacidade de um agente de monitorar as ações de outra parte envolvida. A maneira que as seguradoras encontraram para contornar a situação é dividir o risco com o consumidor, assim, estipulam uma franquia, uma parte a ser paga caso o pagamento do seguro seja necessário, nessa relação há um incentivo para o consumidor ter mais cuidado com seu bem (Varian, 1992).

Nessa mesma lógica, agentes adotam maneiras de operar em ambientes de informação assimétrica, como a sinalização. Michael Spence (1973) desenvolveu a teoria econômica da sinalização a partir de uma análise da assimetria de informações no mercado de trabalho. Nessa condição, a educação serve como um sinal, uma informação, para distinguir trabalhadores mais produtivos dos menos produtivos, nesse sentido, as decisões salariais vão de acordo com a escolaridade dos funcionários. Todavia, a sinalização nem sempre deve melhorar o funcionamento do mercado, como no caso do mercado de trabalho, o investimento em diploma nem sempre significa aumento de produtividade.

Varian (1992), por sua vez, propõe dentro do estudo da assimetria de informação uma avaliação sobre sistemas de incentivo. A existência de assimetria de informação tem impacto direto na forma em que os sistemas de incentivo são estruturados. Dada a reflexão, estas são ferramentas utilizadas para motivar, comumente utilizadas em empresas visando o aumento de produtividade de funcionários e gestores. Esses incentivos assumem a forma de recompensas salariais pelo aumento da produtividade.

No entanto, um esquema de incentivo é ineficaz em um cenário de informação imperfeita. Como exemplo, o Estado não é capaz de observar o comprometimento dos criadores de gado com o desmatamento zero, somente o resultado. A incapacidade de monitoramento obriga alteração na forma em que os esquemas de incentivo devem ser estruturados.

Portanto, o problema da assimetria de informações é sempre levado em conta no mercado, pois, a informação possui um papel estratégico para a tomada de decisões. O custo do alcance de informações costuma ser muito alto para os agentes econômicos, e sua disponibilidade é comumente limitada. Quando considerada a assimetria de informações no problema da gestão de recursos comuns essas mesmas dificuldades são encontradas. Obter soluções para essas falhas requer uma atuação conjunta e estratégica dos agentes envolvidos.

2.1.4 Implicações dos conceitos

Essa revisão teórica teve como objetivo descrever as principais falhas de mercado na questão da sustentabilidade, visto que, implicam em vulnerabilidades no desenvolvimento do *compliance* ambiental na cadeia da carne. A teoria microeconômica discute amplamente os conceitos de recursos comuns, externalidades e assimetria de informações, os teóricos abordados na revisão possuem papel fundamental na discussão dos conceitos e na busca por suas resoluções.

Debates teóricos acerca da gestão de recursos comuns conduzem ao entendimento de que para evitar a tragédia dos bens comuns, cenário no qual os indivíduos agem de modo a maximizar benefícios individuais, gerando a degradação ou exaustão de bens comuns, são necessárias políticas regulatórias. Elinor Ostrom (1990) contribuiu com princípios que enfatizam a necessidade de participação de instituições públicas, privadas e coletivas para a estruturação de uma gestão sustentável dos recursos comuns.

Do modo semelhante, discutem-se as externalidades negativas, entendidas como os impactos decorrentes da produção e do consumo com custos sociais. A internalização das externalidades é discutida a partir de medidas na perspectiva do setor privado, à luz do Teorema de Coase, e, de forma complementar, pela intervenção estatal, no desenho de políticas de comando e controle e em soluções baseadas no mercado.

Por fim, a assimetria de informações, quando uma das partes envolvidas em uma transação detém melhores informações do que a outra, pode afetar o alcance da sustentabilidade. Ademais, informações relevantes tendem a ser onerosas e pouco disponíveis para agentes que buscam práticas sustentáveis. O enfrentamento do problema das informações imperfeitas tem como potenciais resoluções a

sinalização e a estruturação de sistemas de incentivo que levem em conta a assimetria de informações.

Sendo assim, as falhas de mercado são vistas como entraves para a sustentabilidade, no entanto, a discussão teórica fornece elementos para a resolução delas. As abordagens apontadas incluem a participação do setor público a partir do desenvolvimento de políticas públicas, além da inclusão do setor privado na discussão/solução. Assim, a estruturação de incentivos com a adesão dos principais agentes da cadeia desponta como uma das possibilidades para lidar com entraves identificados na cadeia da carne.

2.2 Revisão de Literatura

A pecuária no bioma Amazônia cresceu nas últimas décadas impulsionada pela disponibilidade de terras a baixo custo e pela maior lucratividade da criação em larga escala, tornando o investimento no setor mais atrativo (Imazon, 2015).

Diante do avanço dessa indústria ao bioma Amazônia, cresce a pressão externa para ajuste de conformidades nessa cadeia, com o objetivo de obter controle das altas taxas de desmatamento. Em resposta a essa pressão, foram necessários esforços para o controle da cadeia, envolvendo políticas públicas, organizações internacionais e a iniciativa privada, como acordos de desmatamento zero na pecuária e a elaboração do Sistema Brasileiro de Identificação Individual de Bovinos e Búfalos (SISBOV)².

O TAC da Carne, que teve início em 2009 a partir da pressão internacional para conter o desmatamento na Amazônia, fomenta a transparência da cadeia de carne, visando a rastreabilidade do gado avaliada por meio de auditorias, além de tratar de compromissos sociais como a verificação de direitos trabalhistas na propriedade que foi realizada a aquisição de gado. O TAC da carne, desenvolvido pelo próprio MPF possui uma metodologia de auditoria robusta e de maior confiabilidade em seu processo, se tratando da revisão e acompanhamento pelo Órgão Federal (Armelin *et al.* 2020).

A partir disso, surge a necessidade de seguir normas e estabelecer procedimentos para garantir a integridade da cadeia, esse processo é conhecido

² O SISBOV, Sistema Brasileiro de Identificação Individual de Bovinos e Búfalos, é um sistema de identificação individual de bovinos e búfalos que tem como objetivo registrar e identificar esses rebanhos, os rastreando do nascimento até o abate (MAPA, 2017).

como *compliance*. A literatura explorada trata do cenário de interesse de mercado, que visa o lucro baseado em sua produção, e a urgência acerca da proteção ambiental. Constantemente, esses interesses se contrapõem, uma vez que as empresas perseguem a maximização de lucro e contribuem com o esgotamento de recursos de bem comum. O conceito de *compliance* ambiental surge da necessidade das instituições de agirem em conformidade com as leis através da sua responsabilidade socioambiental (Castro, 2024).

Nesse sentido, Neto (2015) analisa a aplicação do mecanismo de *compliance* em tratados ambientais internacionais, definindo como um procedimento flexível e cooperativo em comparação à aplicação do direito internacional. Visto que, em suas aplicações os mecanismos de *compliance*, como ferramentas de gestão, auditorias, monitoramento, regularização, licenciamento e certificação, possuem uma estrutura que não criminaliza e não tem caráter conflituoso. Portanto, tratados ambientais internacionais poderiam se beneficiar com a adesão de mais nações através da implementação desses mecanismos de *compliance*.

Dessa forma, o *compliance* ambiental tem sido tratado pela literatura como uma solução a impasses e inações de Estados, organizações e empresas quanto às leis e responsabilidades socioambientais. Na esfera privada, tratando das indústrias frigoríficas, o *compliance* regula a cadeia da carne em alinhamento com acordos públicos e leis ambientais. As próprias empresas têm adotado mecanismos em sua gestão interna de modo a identificar fragilidades e criar procedimentos que garantam a integridade da gestão, isso é visto nos relatórios de sustentabilidade das grandes empresas do setor de capital aberto.

Em virtude disso, a literatura majoritariamente explora a aplicação desses procedimentos de *compliance* ambiental na gestão das empresas, em resposta aos desafios das mudanças climáticas e exigência dos consumidores por responsabilidade socioambiental. Com isso, foi realizado um levantamento da literatura visando compreender como esses procedimentos nas indústrias frigoríficas têm sido tratados.

Skidmore *et al.* (2020), tratam dos avanços no monitoramento de fornecedores diretos de gado para as indústrias como resultado de esforços relacionados a procedimentos de *compliance* e à redução nas taxas de desmatamento no bioma Amazônia, decorrente de Acordos Públicos. Os autores compilam dados da Guia de Transporte Animal (GTA) e registros de propriedades,

delimitando áreas de fornecedores diretos e indiretos, para compreender o desmatamento no bioma e o impacto dos mecanismos de *compliance* após os Acordos Públicos da Pecuária. Com isso, os autores indicam que o avanço rumo às metas de desmatamento zero pode estar associado à maior adesão de frigoríficos aos acordos existentes, bem como à ampliação do monitoramento da cadeia, dado que propriedades não monitoradas tendem a apresentar maior probabilidade de desmatamento.

O monitoramento da cadeia de carne é um procedimento de *compliance* que busca reduzir os riscos de os frigoríficos adquirirem carne proveniente de áreas desmatadas. Além disso, os acordos públicos são fundamentais para a implementação dessas ações. Dessa forma, Gibbs *et al.* (2016) evidenciam como esses acordos contribuíram na construção de arcabouços e o aumento de registros de áreas rurais produtoras de gado. Eles sinalizam que a ação dos frigoríficos de excluir fornecedores de gado com propriedades desmatadas serve como um indicativo de redução de mercado para pecuaristas ambientalmente irregulares. No entanto, esse processo, bem como já citado, falha ao desprezar fornecedores indiretos ou a possível lavagem de gado.

Pereira *et al.* (2020), identificaram padrões de vendas de pecuaristas que não estão em conformidade ambiental no estado do Pará. Esses padrões incluem a venda para o mercado de exportação de gado vivo e venda para estados vizinhos com menos indústrias que realizam o monitoramento. Além disso, envolvem a transferência de gado para propriedades em conformidade ambiental, o arrendamento de propriedade para realização da engorda ou simplesmente para lavagem do gado e, por fim, venda para conhecidos que cumprem as exigências ambientais.

Além dessas alternativas adotadas por pecuaristas que não se adequam às medidas de *compliance* das indústrias frigoríficas, a literatura destaca a necessidade de monitoramento das unidades de conservação e das florestas públicas não destinadas, estas últimas correspondem a terras sob domínio estatal ainda não alocadas a uma categoria fundiária específica (West *et al.*, 2022; Azevedo-Ramos e Moutinho, 2018). Essa necessidade decorre do fato de que essas áreas têm se tornado, de forma crescente, fontes de contaminação da cadeia de carne por meio de produção realizada em território ilegais. Ao mesmo tempo que essas florestas são essenciais para o impedimento do desmatamento, têm sido exploradas de modo a contribuir exponencialmente com o aumento nas taxas de desmatamento no bioma

Amazônia. E, outra vez, as indústrias falham ao monitorar fornecedores indiretos e, por vezes, fornecedores diretos adquirem gado proveniente dessas áreas. Apesar disso, West *et al.* (2022) sinalizam esforços tanto do Estado, através do Programa Selo Verde que certifica produtos e serviços brasileiros sustentáveis, quanto das indústrias, desenvolvendo manuais de boas práticas robustos para monitoramento de fornecedores indiretos.

Essas condições representam alguns dos entraves que os procedimentos de *compliance* podem contribuir para mitigar, caso sejam implementados de forma eficaz. Entretanto, a literatura sugere que esse processo dificilmente se estrutura por meio da atuação isolada de uma única instituição, seja ela estatal ou privada. Dessa maneira, Gardner *et al.* (2018) discutem sobre a necessidade da responsabilidade compartilhada entre os atores das cadeias de suprimento. Para fortalecer essa governança destacam a transparência como um instrumento de *compliance* fundamental para a redução das assimetrias de informação e aplicação de medidas regulatórias e incentivos. No entanto, essa transparência deve ser um meio eficaz para influenciar e transformar a governança das cadeias, baseando-se no conceito de Transparência Transformadora. Isso ocorre quando ela é capaz de reconhecer a cooperação em prol da resolução dos dilemas da ação coletiva e, ao mesmo tempo, servir como um meio de conformidade, responsabilizando práticas inadequadas.

Garrett *et al.* 2018 destacam os desafios na adoção de políticas de conformidade. Ao abordar as políticas de conservação da América do Sul, os autores discutem a prática de desincentivo ao desmatamento por meio de medidas onerosas para os infratores, como multas e embargos. No entanto, seguir as regulamentações antidesmatamento também acarreta altos custos para os produtores. Os autores classificam esses custos em três categorias: custos decorrentes de oportunidades de produção perdidas; custos associados à manutenção e à verificação da conformidade; e custos relacionados ao aumento do preço das propriedades em função da menor disponibilidade de terras. O Quadro 1 apresenta os principais resultados dos artigos examinados:

Quadro 1 – Artigos utilizados na revisão bibliográfica, ano de publicação, a revista em que foram publicados e seus resultados

Autoria	Título	Revista	Resultados
Azevedo-Ramos e Moutinho (2018)	No man's land in the Brazilian Amazon: Could undesignated public forests slow Amazon deforestation?	Land Use Policy	O aumento nas taxas de desmatamento em florestas públicas não destinadas podem ser solucionados através da alocação dessas terras para a conservação ou uso social pelo Estado. Essas ações impactariam positivamente a imagem internacional do país, demonstrando <i>compliance</i> em sua governança do bioma Amazônia.
Ernesto Roessing Neto (2015)	Meios alternativos para a efetivação do direito internacional: os mecanismos de <i>compliance</i> em tratados multilaterais ambientais	Revista Jurídica da Presidência	Os mecanismos tradicionais do Direito Internacional se mostram limitados para lidar com as complexidades dos tratados ambientais, os procedimentos de <i>compliance</i> oferecem uma alternativa mais flexível e cooperativa. Apesar de suas limitações, esses mecanismos são vistos como complementares aos meios tradicionais de cumprimento, ajudando a superar a ausência de uma autoridade central no sistema internacional.
Gardner et al. (2018)	<i>Transparency and sustainability in global commodity supply chains.</i>	<i>World Development</i>	A transparência se mostra fundamental para uma governança sustentável nas cadeias de suprimentos. No entanto, esse instrumento deve ser estipulado como um meio capaz de transformar a cadeia de suprimento. Dessa forma, contribui com o conceito de transparência transformadora, aquela que incentiva a cooperação e responsabiliza práticas inadequadas.
Garrett et al. (2018)	<i>Intensification in agriculture-forest frontiers: Land use responses to development and</i>		Investimentos direcionados em infraestrutura de cadeias de suprimento na fronteira amazônica poderiam promover a intensificação e reduzir a pressão pelo desmatamento. Contudo, isso deve ser somado a robustez de incentivos negativos e de longo

	<i>conservation policies in Brazil.</i>	<i>Global Environmental Change</i>	prazo para o desmatamento, incluindo uma governança pública mais eficaz sobre as florestas e compromissos privados de desmatamento zero.
Autoria	Título	Revista	Resultados
Gibbs et al. (2016)	<i>Did Ranchers and Slaughterhouses Respond to Zero-Deforestation Agreements in the Brazilian Amazon?</i>	<i>Conservation Letters</i>	Acordos na cadeia de carne incentivaram ações de conformidade dos frigoríficos e de pecuaristas, visto no aumento de registros de Cadastro Ambiental Rural e na queda do desmatamento na Amazônia. No entanto, esses acordos não cobrem totalmente a cadeia.
Pereira et al. (2020)	<i>Extensive Production Practices and Incomplete Implementation Hinder Brazil's Zero-Deforestation Cattle Agreements in Para</i>	<i>Tropical Conservation Science</i>	Os esforços para a redução do desmatamento na Amazônia só acontecerão quando houver maior eficiência de produção e meios para solucionar os padrões de venda que contornam as conformidades ambientais.
Skidmore et al. (2020)	<i>Characterizing compliance in cattle supply chains: What factors encourage deforestation-free production in the Brazilian Amazon?</i>	<i>Conservation Letters</i>	A ampliação do monitoramento da cadeia de carne possui potencial para reduzir o desmatamento, visto que desencoraja essa prática. E, é uma importante ferramenta para o cumprimento das responsabilidades ambientais de empresas do setor.
West et al. (2022)	<i>Protected areas still used to produce Brazil's cattle</i>	<i>Conservation Letters</i>	A eficiência produtiva, buscando substituir a lógica da produção extensiva que adentra áreas produtivas para a intensiva, e o aprimoramento de procedimentos de monitoramento, devem contribuir para a redução do desmatamento no bioma Amazônia.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Com base no Quadro 1, é possível compreender que a literatura acerca da adoção de *compliance* ambiental evidencia a limitação das iniciativas públicas e privadas quando atuam de maneira isolada na resolução de falhas. Por exemplo, essas esferas enfrentam o impedimento de custos elevados de transação, dificultando a correção de falhas de mercado. Além disso, aborda principalmente as falhas de mercado recorrentes na questão da sustentabilidade, como a ineficiência

na gestão de recursos, a existência de externalidades e a assimetria de informações. Dessa forma, para atingir o objetivo central desta pesquisa, é necessária a implementação de mecanismos eficientes que incentivem a proteção ambiental nessas cadeias.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa adota abordagem descritiva e quantitativa. Nesta etapa, quantitativa, busca-se analisar de que modo fatores econômicos e produtivos influenciam a probabilidade de exportação, compreendida neste estudo como uma *proxy* de *compliance* ambiental. Para tanto, como metodologia emprega-se um modelo de regressão logística, modelo *Logit*, para avaliar o comportamento dessas variáveis.

3.1 Variáveis e Base de dados

A base de dados foi construída a partir de dados secundários coletados em fontes oficiais, considerando um recorte municipal para os estados de Rondônia e Pará. Inicialmente, essa pesquisa foi desenhada para analisar somente os municípios do estado de Rondônia, entretanto, o estado do Pará é relevante para a análise por ter sido pioneiro na implementação dos TACs da carne, sendo referência nessa área, o que permite uma comparação entre os estados, avaliando os contextos de aplicação dos instrumentos de *compliance* ambiental.

Os dados utilizados referem-se, em grande parte, ao ano de 2021, por se tratar do ano mais recente com informações completas e disponíveis. Para fins comparativos e de contextualização temporal, foram coletados dados referentes ao desmatamento e ao número de rebanho bovino do ano de 2020, tornando possível observar variações entre os anos dessas variáveis.

As variáveis utilizadas estão descritas no Quadro 2.

Quadro 2 – Descrição das variáveis utilizadas

Variável	Descrição	Fonte
desmatamento2020 e desmatamento2021	Área desmatada (em hectares) nos anos de 2020 e 2021	MapBiomas
Indesmatamento	Log da variável desmatamento	Stata
PIB	Produto Interno Bruto municipal, a preços correntes (R\$)	IBGE
lnpib2021	Log da variável PIB de 2021	Stata
vbaprecos	Valor adicionado bruto da agropecuária (R\$ mil)	IBGE
lnvba	Log da variável VBA	Stata
efetiv_bov	Número total de cabeças de gado bovino	IBGE
lnrebanho	Log da variável efetivo bovino	Stata
export_valor (US\$ FOB)	Valor total das exportações municipais de carne bovina	Comex Stat
export_kg (kg líquido)	Volume exportado em quilogramas	Comex Stat
export_valor_bin export_kg_bin	<i>Dummy</i> da variável exportação	Stata
credito	Valor total de crédito rural destinado ao custeio (R\$)	Banco Central do Brasil
credito_bin	<i>Dummy</i> da variável crédito	Stata
lncredito	Log da variável crédito	Stata
estab_sigsif	Número de estabelecimentos frigoríficos registrados no Sistema de Inspeção Federal	MAPA
estab_sigsif_bin	<i>Dummy</i> da variável estabelecimento com sigsif	Stata
lnSIF	Log da variável SIGIF	Stata
pastagens2020 e pastagens2021	Área total de pastagens (hectares)	MapBiomas
lnpastagem	Log da variável pastagens	Stata
dummy_estado1	<i>Dummy</i> para o estado de RO	Stata
dummy_estado2	<i>Dummy</i> para o estado do PA	Stata
estado_id	Identificação do estado	Stata
est_logit1	Predição do modelo Logit	Stata

Fonte: Elaboração própria com base em dados secundários (MapBiomas, IBGE, MAPA, Comex Stat e Banco Central do Brasil).

As análises serão realizadas a partir do *software* Stata. Inicialmente será realizada uma análise descritiva dos dados para a caracterização das variáveis e identificação de padrões. Em seguida, será aplicado o modelo *Logit*, para identificar efeitos de causalidade entre as variáveis.

3.2 Modelo *Logit*

Para esse trabalho foi utilizado o modelo de regressão logística, *Logit*, no qual a variável dependente assume somente dois valores possíveis, sendo 1 quando o atributo é verdadeiro e 0, caso contrário. Esse modelo é comumente aplicado com o objetivo de estimar a probabilidade de ocorrência de um evento a partir de um conjunto de variáveis contínuas e/ou binárias (Wooldridge, 2019).

Com isso, nesse trabalho a variável dependente é a exportação em 2021, a qual assume valor 1 se o município exportou carne bovina durante o ano e 0 caso contrário. A escolha dessa variável como *proxy* para o *compliance* ambiental decorre do entendimento que o mercado internacional estabelece requisitos mais rígidos para a rastreabilidade e conformidade ambiental. Portanto, os municípios que exportam tendem a estar inseridos em cadeias produtivas mais rigorosas, o que influencia diretamente na condição ambiental local.

Para além da variável dependente, o trabalho dispõe de variáveis independentes que incluem indicadores socioeconômicos coletadas a partir dos municípios dos estados de Rondônia e Pará, com recorte temporal de 2021, assim foram consideradas:

- Produto Interno Bruto: essa variável econômica contém dados de produção de cada município dos estados analisados;
- Valor Adicionado Bruto da Agropecuária (VBA): o VBA também representa uma variável econômica, dessa vez com enfoque na cadeia produtiva investigada nesse trabalho;
- Desmatamento: o desmatamento é a única variável que foi considerada em dois anos como recorte temporal, 2020 e 2021, visando avaliar a progressão desse fenômeno entre esses anos;
- Efetivo bovino: essa variável representa o tamanho do rebanho bovino de cada município, atuando como um medidor de intensidade da atividade pecuária;

- Valor de Custeio de Crédito Rural: o crédito rural é uma variável econômica fundamental para apontar os recursos financeiros disponibilizados aos produtores para a manutenção da atividade pecuária;
- Estabelecimentos com Serviço de Inspeção Federal (SIF): a presença de estabelecimentos com SIF indica uma estrutura industrial habilitada para comercializar produção para o exterior;
- Exportação: a variável dependente que indica o desempenho comercial da cadeia produtiva analisada.

O cálculo a partir desse modelo foi baseado em Greene (2003), o qual define que o modelo *Logit* estime a probabilidade de exportar, aplicado ao caso dessa pesquisa, a partir da função:

$$Prob (Y = 1 | X) = F (X \beta) \quad (1)$$

Nessa função o modelo *Logit* estrutura uma função logística cumulativa, aqui a probabilidade estimada varia de 0 a 1. A relação entre os valores e a probabilidade não é linear, à medida que um regressor aumenta a probabilidade condicional do evento pode aumentar ou diminuir, dependendo do sinal e do coeficiente associado. A função logística a partir dessa concepção é pela Equação 2:

$$F(X) = \frac{1}{1 + e^{-x'\beta}} = \Lambda x'\beta \quad (2)$$

Aqui $x'\beta$ representa as variáveis explicativas, que são ponderadas por seus coeficientes, capazes de determinar a relação entre cada variável e a soma da razão de chances de exportação. Os coeficientes demonstram se as variáveis aumentam ou diminuem a probabilidade do evento, mas não mostram o quanto elas alteram essa probabilidade. Para que isso seja possível foi necessário calcular os efeitos marginais, obtidos a partir da Equação 3:

$$\frac{\partial \text{Pr o b} (X)}{\partial X_j} = \Lambda (X' \beta) [1 - \Lambda (X' \beta)] \beta_j$$

(3)

Utilizando essa função foi possível interpretar como os fatores socioeconômicos e produtivos influenciam a probabilidade de os municípios exportarem carne bovina.

Por fim, o modelo *Logit* foi escolhido para a aplicação neste trabalho devido a capacidade de analisar de maneira probabilística a contribuição de cada variável para a probabilidade de exportação, de maneira binária, descrevendo relações não lineares entre a dinâmica socioeconômica, produtiva e os padrões de conformidade ambiental associados aos requisitos do mercado internacional.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

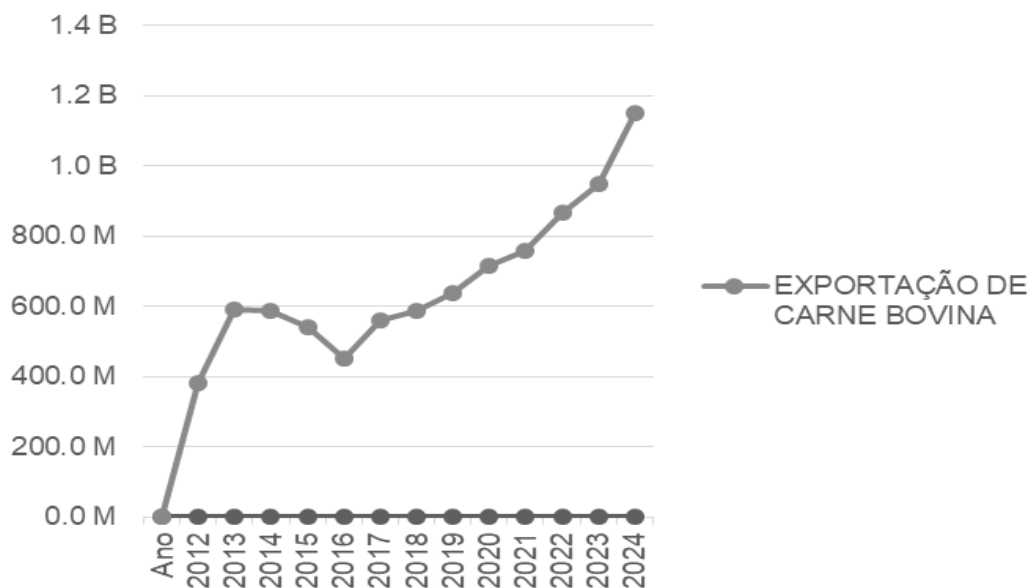
Nessa seção serão apresentados os resultados obtidos através da aplicação do modelo econométrico *Logit*. Inicialmente, será caracterizada a pecuária nos estados de Rondônia e Pará, integrando uma análise descritiva dos dados utilizados no modelo de regressão logística.

4.1 Caracterização dos dados e da Pecuária nos estados de Rondônia e Pará

As atividades agropecuárias se tornaram centrais para a economia do estado de Rondônia devido ao projeto de colonização agrícola, sendo que o Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP) de Rondônia em 2021 atingiu 20,9 bilhões de reais, sendo que, somente a pecuária representa 10,7 bilhões de reais desse montante (Seagri, 2023). Em 2021, a exportação de carne realizada no estado alcançou um valor de mais de US\$714 milhões (Comex Stat, 2021). Nesse mesmo ano, o estado registrou um rebanho bovino de 15,1 milhões de cabeças (IBGE, 2021), esse número expressivo pode ser interpretado como resultado da certificação internacional do estado como Área Livre de Febre Aftosa com vacinação em 2013, que posteriormente possibilitou a suspensão da vacinação, a qual acabou atraindo empresas frigoríficas e aumentando a capacidade de abate no estado (Pfeifer *et al.* 2021).

A partir da Figura 1 é possível observar a evolução das exportações de carne bovina de gado proveniente do estado de Rondônia, para se ter uma ideia de quanto a carne bovina da região tem crescido em relação ao seu acesso aos mercados internacionais.

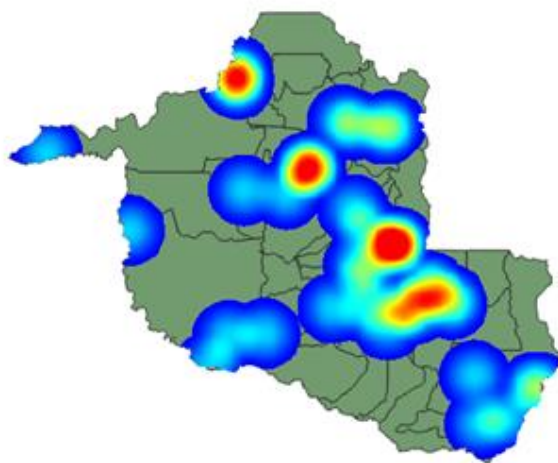
Figura 1 – Evolução da exportação de carne bovina no estado de Rondônia em US\$ entre os anos de 2012 e 2024



Fonte: Dados do Agrostat (2025).

A evolução da exportação de carne bovina no estado de Rondônia acompanha essa tendência de aumento na capacidade de abate apontada pela literatura. Além disso, o reconhecimento internacional e a fiscalização eficiente da Agência Sanitária do estado conduziram ao aumento do volume de exportação no estado a partir de 2017. Para investigar a formação de *clusters* frigoríficos foi realizado um estudo para identificar a distribuição dessas empresas no estado, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Mapa de calor da distribuição de frigoríficos em Rondônia

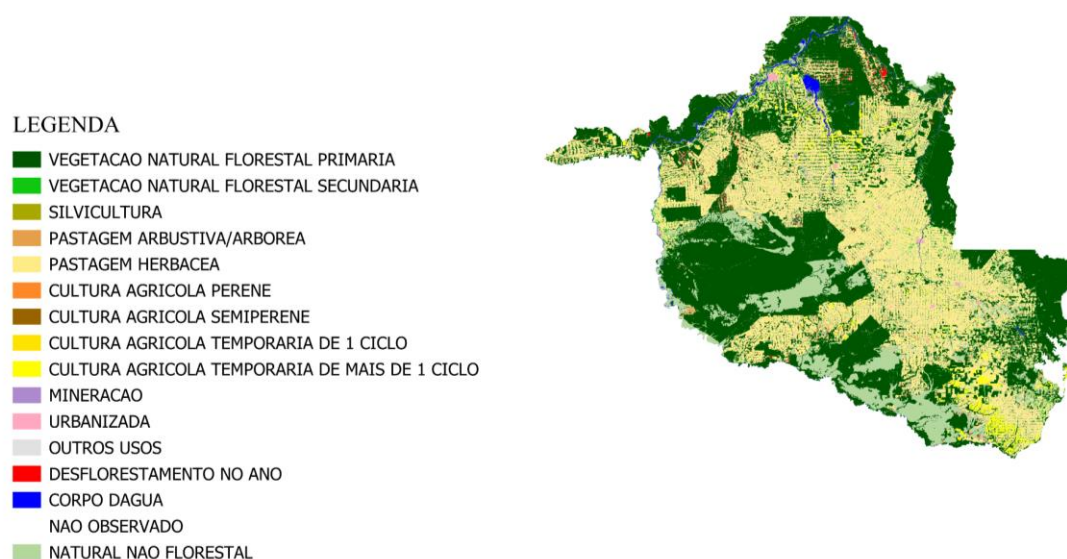


Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do IBGE – Malha Municipal (2023) e IDARON – Estabelecimentos registrados no SIE/RO (2023).

A Figura 2 representa a densidade espacial dos frigoríficos no estado de Rondônia. O mapa foi gerado a partir da estimativa de densidade de Kernel. As áreas em vermelho destacam as regiões de maior concentração de frigoríficos, enquanto as áreas em azul representam menor densidade. A concentração dos frigoríficos na região central, em direção ao norte do estado, decorre do fato de que essas áreas concentram os maiores rebanhos bovinos. O sul do estado tem como característica o cultivo de lavouras de soja, devido a logística de escoamento de grãos favorável para a região (Pfeifer *et al.* 2021).

Para entender a dinâmica da localização dos frigoríficos em perspectiva das áreas desmatadas em Rondônia é necessário analisar o uso e cobertura da terra no estado. Para isso, a Figura 3 apresenta a relação de cobertura da vegetação no estado.

Figura 3 – Mapa de Uso e Cobertura da terra em Rondônia



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do TerraClass (2022).

Dessa forma, comparando as Figuras 2 e 3 há um indicativo de que a cadeia produtiva da carne bovina pode ter influência direta na conversão de vegetação nativa em áreas de pastagens. Observa-se que há um predomínio de desmatamento na região central do estado de Rondônia, onde se concentra o maior número de rebanho bovino do estado, portanto, coincide com a zona de expansão da fronteira agropecuária marcada por grandes áreas convertidas em pastagens. A Figura 2, que apresenta a distribuição espacial dos frigoríficos, evidencia que a localização dessas indústrias está igualmente concentrada nessa porção do território. Com isso, a sobreposição das Figuras indica uma relação entre a cadeia produtiva da carne e o desmatamento, desencadeado pela demanda por áreas para criação de gado.

Contudo, nos últimos anos, identifica-se uma tendência de avanço da expansão da fronteira agropecuária em direção ao norte do estado. De acordo com os dados da plataforma *Trase*, em 2020 o estado de Rondônia ocupava o quarto lugar na produção de carne com exposição a áreas desmatadas do Brasil, sendo Porto Velho, capital de Rondônia, a sexta cidade com maior produção de carne com exposição a áreas desmatadas do Brasil (*Trase*, 2020). Em Porto Velho, as médias do desmatamento são superiores às dos demais municípios do estado. Em 2020, foram desmatados aproximadamente 63.192 hectares, e em 2021 esse número aumentou para 72.441

hectares, evidenciando uma tendência de crescimento da supressão florestal no município (MapBiomass, 2021). Nessa perspectiva, a atuação socioambiental responsável dos mais de 40 abatedouros de gado de corte no estado é fundamental para a contenção do desmatamento, que está diretamente relacionado ao setor pecuário.

Por fim, os dados analisados demonstram uma convergência na localização das indústrias frigoríficas com as áreas mais desmatadas do estado de Rondônia, que são as áreas de pastagens. Isso evidencia a pecuária como principal vetor de desmatamento. Já no estado do Pará, por sua vez, a pecuária se apresenta como uma das principais atividades econômicas, o que pode ser evidenciado pelo efetivo bovino de alguns de seus municípios, conforme o Quadro 3. Além disso, essa atividade está atrelada à mudança no uso da terra do território, principalmente nas regiões sul e sudeste do estado – áreas do arco do desmatamento (Governo do Pará, 2024).

Quadro 3 - Municípios com maior efetivo bovino no Pará

PA / Municípios	Efetivo Bovino em 2020
São Félix do Xingu	2.452.095
Marabá	1.305.000
Novo Repartimento	1.275.779
Altamira	1.079.168
Pacajá	859.069
Novo Progresso	764.993
Itupiranga	728.600
Água Azul do Norte	694.455
Cumaru do Norte	690.442
Santa Maria das Barreiras	632.367
Pará	27.135.315

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2021).

O estado foi pioneiro na implantação do Termo de Ajustamento de Conduta da Carne, em 2009, além disso, possui o maior número de signatários e sistemas de auditoria mais consolidados da Amazônia Legal (Cavalcanti e Grossi, 2024). Por isso, o Pará é uma referência no que diz respeito a mercados exportadores e *compliance* ambiental. Portanto, sua presença na pesquisa amplia a capacidade analítica do modelo, tornando a amostra heterogênea, que permite analisar

variações significativas. O enriquecimento dos dados a partir dessa inclusão contribui para captar padrões distintos na relação entre atividades econômicas e a dinâmica do desmatamento.

Para ampliar a análise descritiva à perspectiva conjunta dos dois estados, procedeu-se à avaliação da correlação entre desmatamento, PIB municipal, crédito rural, rebanho bovino, áreas de pastagens e estabelecimentos com SIF em relação as exportações, conforme reportado no Quadro 4. Essa análise identifica padrões estruturais da pecuária nos municípios de ambos os estados analisados, evidenciando como os principais indicadores se relacionam.

Quadro 4 - Correlações das variáveis em relação a exportação

Variáveis	export_v alor	Credit o	efetiv_bov	desmat_2 020	desmat_202 1	pib202 1	estab_sigs if
export_valor	1,0000						
crédito	0,2196	1,0000					
efetiv_bov	0,1790	0,5588	1,0000				
desmat_2020	-0,0135	0,3286	0,7271	1,0000			
desmat_2021	-0,0182	0,3381	0,6990	0,9784	1,0000		
pib2021	0,0540	0,0944	0,1184	0,003	0,1124	1,0000	
estab_sigsif	0,6036	0,3655	0,3263	0,0837	0,0891	0,1516	1,0000

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A matriz de correlação permite analisar o grau de associação das variáveis em relação ao volume exportado, conforme apresentado no Quadro 4. Observa-se que a correlação entre exportacao_valor e estab_sigsif é significativa e moderada (0,60), indicando que o fator de inspeção fiscal é fundamental para o acesso a mercados internacionais. Já a análise das correlações entre exportacao_valor e efetiv_bov (0,18) e exportacao_valor e crédito (0,22), são baixas e pouco expressivas. Esse resultado reforça a interpretação de que a conformidade sanitária e ambiental, no ano analisado, asseguradas pela inspeção fiscal, exerce maior influência sobre o desempenho exportador do que o tamanho do rebanho ou o volume de crédito disponível.

Além disso, a relação entre *exportacao_valor* e *desmatamento* é negativa, indicando, assim como confirma a literatura, que as exigências para a exportação da carne bovina têm tido um efeito negativo no desmatamento nesses estados. Outra relação prevista na literatura é a alta correlação entre *efetivv_bov* e *desmatamento*, tanto de 2020 (0,73), quanto de 2021 (0,69), indicando que os municípios com maiores rebanhos possuem mais áreas desmatadas.

Devido as fortes correlações entre algumas variáveis foi realizado o teste de multicolinearidade, VIF, que não havia riscos significativos, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Teste de Multicolinearidade VIF

Variável	VIF	1/VIF
Inpastagem	5,01	0,199754
Inrebanho	4,97	0,201242
Indesmat	3,19	0,313963
Incredito	2,64	0,378363
dummy_estab_2	1,26	0,794568
InSIF	1,12	0,895255
Média do VIF	3,03	

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Os resultados na Tabela 1 indicam que não há evidências de multicolinearidade preocupante entre as variáveis do modelo, uma vez que todos os valores de VIF permanecem abaixo do limite convencional de ≤ 5 . Apenas a variável *Inpastagem* ultrapassou, pouco, esse limite, mas não indica um resultado alarmante, sendo possível prosseguir com a aplicação sem necessidade de realizar alterações.

4.2 Aplicação do Modelo Logit

Nessa subseção estão dispostos os resultados atingidos através do modelo de regressão *Logit*. O modelo, como já dito, tem como variável dependente a exportação que é *proxy* para o *compliance* ambiental. Visando compreender como fatores econômicos e produtivos influenciam na inserção do estado de Rondônia no mercado exportador da carne bovina, foi aplicado o modelo.

Após realizar uma análise geral dos dados e a verificação de que não há multicolinearidade relevante entre as variáveis explicativas, procedeu-se à estimativa

do modelo *Logit*. O modelo foi ajustado com 194 observações, que correspondem aos municípios de Rondônia e Pará. Os coeficientes do modelo, dispostos em *log-odds*, indicam como cada variável influencia nessa probabilidade de exportação.

Na Tabela 2, entre as variáveis analisadas, o Inrebanho apresenta uma relação negativa e estatisticamente significativa com a probabilidade de exportação (odds ratio = 0,1697; $p = 0,013$). Esse resultado contraria a expectativa inicial de que maiores efetivos bovinos aumentariam a probabilidade de inserção no mercado exportador. Entretanto, ao avaliar essa correlação com a revisão de literatura, evidencia a possibilidade de que esse rebanho bovino, que é pouco integrado à cadeias auditadas, pode representar o quantitativo contaminador dessa cadeia, visto que a correlação de rebanho bovino e desmatamento é positiva.

Conforme os dados apresentados na Tabela 2, a variável Insif também é muito significativa e positiva para essa relação, ao longo de todo modelo a variável se mostra extremamente determinante. Diante dessa lógica, municípios com estabelecimentos SIF tem uma maior demanda por controle de origem e são pressionados por compradores internacionais a aderir compromissos ambientais, logo, representa o *compliance* ambiental na cadeia da carne. No entanto, quando aplicada ao efeito marginal essa variável “explodiu” o coeficiente, visto que a variável prediz perfeitamente o resultado da variável dependente, municípios com SIF exportam e sem SIF não exportam. Essa questão é conhecida por separação perfeita, para corrigir essa variável foi aplicado *firthlogit*, esse modelo corrige o viés de separação, penalizando a variável e a desinflando.

Tabela 2 – Firthlogit

Variável	Odds Ratio	dy/dx	Erro-Padrão	z	p > z
Inpib2021	1,612	0,4775	0,3212	1,49	0,137
Incredito	1,0325	0,0320	0,1753	0,18	0,855
Indesmat	0,610	-0,4936	0,4413	-1,12	0,263
Inrebanho	0,247	-1,3975	0,5766	-2,42	0,015
Inpastagem	12,51	2,5268	1,1227	2,25	0,024
InSIF	320,4	5,772	1,3931	4,14	0,000
dummy_estado2	1,657464	0,5053	1,0250	0,49	0,622

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A Tabela 2 expressa a penalização do modelo *firthlogit*, essa análise estima o quanto a probabilidade de um município exportar muda quando cada variável aumenta 1%. As variáveis de crédito, desmatamento e PIB não foram significativas nessa análise, já rebanho, pastagem e estabelecimentos com SIF foram variáveis significativas para a análise. A pastagem, diferentemente do rebanho bovino, aumenta às chances de exportação, mas, ainda assim, estabelecimentos com SIF é a melhor variável para prever a exportação nos estados.

O modelo sugere que a capacidade produtiva, pastagem e estabelecimentos com SIF, é mais significativa que os fatores econômicos, PIB e crédito, para a análise. Dessa maneira, entende-se que os frigoríficos, indústrias que passam por inspeção fiscal rigorosa para exportação, estão alinhados aos compromissos como o TAC da carne, e buscam introduzir instrumentos de *compliance* ambiental na gestão de cadeia, que são importantes atores na produção responsável.

Dessa maneira, pensar em soluções que incentivem estabelecimentos a acessar comércios internacionais, ou até mesmo diante de um mercado interno mais exigente, é uma possibilidade de avançar na busca pela conformidade ambiental em toda a cadeia da carne na Amazônia Legal. Na próxima seção são apresentados alguns incentivos que poderiam impulsionar essa transição.

4.3 Incentivos para a sustentabilidade na cadeia produtiva da carne

As exigências internacionais por modelos de produção sustentáveis têm sido consolidadas através da adoção de barreiras comerciais contra produtos provenientes de áreas desmatadas. Exemplo dessa barreira é o Mecanismo de Ajuste de Fronteiras de Carbono (CBAM, acrônimo em inglês), da União Europeia, que tem sido adotado desde 2023, pode ser vista como prática protecionista e punitiva. Aliada à crescente pressão interna - notadamente de instituições como o Ministério Público Federal (MPF) -, têm delineado caminhos para a conformidade ambiental nas cadeias de produção do complexo agroindustrial. Nesse cenário, a responsabilização dos frigoríficos, a partir do comprometimento público, reforça a busca pela sustentabilidade nos diferentes segmentos da cadeia produtiva. Um dos instrumentos que o MPF tem para reforçar esse comprometimento são as assinaturas de

compromissos, bem como a estruturação de um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC).

Nesse sentido, a literatura oferece soluções baseadas na necessidade das instituições de agirem em conformidade com as leis através da sua responsabilidade socioambiental, compreendidas através do conceito de *compliance* ambiental (Castro, 2024). O *compliance* ambiental tem sido tratado pela literatura como uma solução aos impasses e inações de estados, organizações e empresas quanto às leis e responsabilidades socioambientais. Na esfera privada, tratando das indústrias frigoríficas, o *compliance* regula a cadeia da carne em alinhamento com acordos públicos e leis ambientais.

Na Amazônia Legal as três grandes empresas do setor frigorífico, JBS, Marfrig e Minerva *Foods* assumem compromissos para o monitoramento e controle da origem das matérias-primas, como o TAC da carne. E, o Compromisso Público da Pecuária (CPP), desenvolvido pela organização não governamental (ONG) ambientalista Greenpeace. Com isto, as empresas do setor são responsáveis por controlar a cadeia de suprimentos e devem identificar e descartar fornecedores que operem em propriedades desmatadas.

As próprias empresas têm adotado mecanismos em sua gestão interna, descritos em seus relatórios de sustentabilidade, de modo a identificar fragilidades e criar procedimentos que garantam a integridade da gestão. A Marfrig define a promoção da pecuária sustentável como uma estratégia de geração de valor e desenvolve, desde 2020, o Programa Marfrig Verde+ para garantir a sustentabilidade, a rastreabilidade e a ausência de desmatamento em sua cadeia de suprimentos. A empresa afirma que suas ferramentas de rastreabilidade — incluindo chipagem e marcação de gado, monitoramento por satélite, georreferenciamento, sistemas de *blockchain* e elaboração de mapas de risco — serão suficientes para controlar a cadeia de fornecimento, inclusive de fornecedores indiretos.

A Minerva *Foods* utiliza ferramentas de sensoriamento remoto para obter imagens de satélite e visualizar regiões que apresentam não conformidade com as normas ambientais. Além disso, emprega mapeamento de risco por meio do cruzamento de dados públicos com o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e integra o Grupo de Trabalho dos Fornecedores Indiretos, que tem como objetivo ampliar as discussões sobre a rastreabilidade desses fornecedores. A JBS, por sua vez, utiliza um sistema geoespacial para monitorar sua cadeia de suprimentos, identificando

ocorrências de não conformidade com as políticas ambientais da empresa. Além disso, desenvolveu a Plataforma Pecuária Transparente, que permite aos fornecedores de gado da JBS incluírem seus próprios fornecedores no sistema de registro.

Diante desse cenário, observa-se que o estado de Rondônia pouco avançou no emprego do compromisso ambiental. De acordo com o Monitac e o Boi na Linha, iniciativas que monitoram as ações e comprometimento das principais indústrias do setor da carne, apenas a JBS firmou compromisso por meio do TAC e do CPP no estado de Rondônia, com auditorias realizadas em suas quatro unidades frigoríficas. Em contraste, a Minerva *Foods* e a Marfrig assumiram compromissos apenas por meio do CPP, sendo que a Minerva *Foods* se responsabiliza pelas auditorias internas. Nessa perspectiva, a FRIGON — décima maior exportadora de carne do Brasil e com a maior exposição a áreas desmatadas, atuando exclusivamente no estado de Rondônia — apresenta um cenário desfavorável em relação aos compromissos socioambientais, não sendo signatária de nenhum deles (*Trase*, 2020).

Em contraste com Rondônia, o estado do Pará apresenta um nível mais elevado de adesão dos frigoríficos aos compromissos socioambientais, especialmente ao TAC da Carne, que pode ser explicado pelo pioneirismo na implementação desse mecanismo, consolidando o mecanismo ao longo do tempo. O relatório do Primeiro Ciclo Unificado evidencia o Pará com 42 empresas signatárias do Termo de Ajustamento de Conduta, com um aumento gradativo entre o 1º e 3º ciclo de auditoria no estado, no entanto o número de empresas auditadas diminuíram com o passar desses ciclos, salientando os desafios do avanço dos compromissos (Amigos da Terra, 2024).

O Ministério Público Federal atribui as vulnerabilidades do compromisso à lavagem do gado, dificuldade de controle de fornecedores indiretos e a barreira criada pelas agências sanitárias no compartilhamento dos dados oficiais para a auditoria, sendo necessário realizar a auditoria por amostragem tornando os resultados não tão precisos. O órgão enfrenta o desafio de atrair essas empresas ligadas à cadeia de carne para assinar o Termo de Ajuste de Conduta, tornando a auditoria mais precisa sem a necessidade de realizar uma amostragem que não fornece uma alta precisão do real cenário da atuação dos frigoríficos para conter o desmatamento nos estados.

Nesse contexto, impõe-se aos frigoríficos, sobretudo, aqueles em que as atividades de exportação são mais intensas a responsabilidade de assegurar uma produção isenta de áreas com desmatamento ilegal e de práticas de trabalho análogo à escravidão (Monitor, 2022). A parceria da iniciativa pública e do setor privado pode surgir como alinhamento estratégico para assegurar a principal atividade econômica e fornecer garantia de um desenvolvimento sustentável e consciente. Especialmente em incentivos que buscam capturar estabelecimentos sem SIF e que não assinam o TAC da carne, demonstrando uma chance de expansão para comércios internacionais ao alinhar o registro no Serviço de Inspeção Fiscal com a conformidade ambiental. Ambos esses processos ainda são custosos, por isso, cabe ao Estado fornecer benefícios, fiscais e de crédito, para fomentar a busca por esse registro e pela adequação de sistemas de rastreamento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, essa pesquisa buscou compreender como os fatores produtivos e econômicos influenciam na inserção dos estados de Rondônia e Pará no mercado exportador de carne bovina, bem como analisar como as falhas de mercado e as exigências pela conformidade ambiental impactam nessa perspectiva. A partir da análise descritiva e da regressão logística dos dados no modelo Logit, foram identificadas características que operam a favor do acesso aos mercados internacionais, e, ao mesmo tempo, afirmam o desafio da conformidade ambiental na Amazônia Legal.

O modelo Logit demonstrou que os fatores produtivos, Estabelecimentos sob Inspeção Federal e Áreas de Pastagens, exercem maior influência diante da probabilidade de exportar do que os fatores econômicos, como o PIB e o Crédito Rural. A significância da variável de Estabelecimentos sob Inspeção Federal, demonstra a importância da conformidade, ambiental e sanitária, nesse processo de acesso a mercados internacionais. Ao mesmo tempo, o número de rebanho bovino demonstrou influência negativa nessa probabilidade, a explicação já é vista na literatura consultada, há ainda segmentos pouco auditados na cadeia da carne e que são associados as altas taxas de desmatamento.

Contudo, os resultados não revelam apenas dados estatísticos, mas como também mecanismos associados às falhas de mercado, que ainda demonstram estagnação na sustentabilidade, mesmo diante de avanços institucionais e maior disponibilidade de instrumentos de controle. As externalidades negativas, a assimetria de informações e o problema dos bens públicos e recursos comuns são essas falhas que aparecem de maneira indireta nas variáveis do modelo e contribuindo para a ampliação dos impactos ambientais.

Por fim, os resultados dessa pesquisa evidenciam que políticas públicas eficazes devem ir além de incentivos econômicos, mas também buscando mecanismos que internalizem as externalidades, reduzam as assimetrias de informações e protejam os bens públicos. Como apontado pela pesquisa, os instrumentos de *compliance* se apresentam como uma possibilidade de, juntamente com políticas de comando e controle, crédito e incentivos, corrigir essas falhas de mercado e projetar a cadeia da carne para comércios internacionais mais rigorosos.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, D.; TORRES, M. **A boiada está passando: desmatar para grilar**. [S. l.]. Disponível em: <https://agroefogo.org.br/dossie/a-boiada-esta-passando-desmatar-para-grilar/>. Acesso em: 10 maio 2024.

AKERLOF, G. The Markets for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism. **Journal of Economics**, [s. l.], 1970.

ALENCAR, A. *et al.* **AMAZÔNIA EM CHAMAS: O NOVO E ALARMANTE PATAMAR DO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA**. IPAM Amazônia, [s. l.], 2022. Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2022/02/nota-tecnica-ipam-desmatamento-2-fev-2022.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2024.

AMIGOS DA TERRA. De Olho no TAC da Carne. [S. l.], jul. 2024.

ÂNGELO, H.; DE SÁ, S. P. P. O desflorestamento na Amazônia brasileira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, ed. 3, p. 217-227, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1953/1207>. Acesso em: 14 maio 2024.

AZEVEDO-RAMOS, C.; MOUTINHO, P. No man's land in the Brazilian Amazon: Could undesignated public forests slow Amazon deforestation?. **Land Use Policy**, [s. l.], 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/323498342_No_man's_land_in_the_Brazilian_Amazon_Could_undesignated_public_forests_slow_Amazon_deforestation. Acesso em: 11 jul. 2024.

BEVILAQUA, R. L. P. **A grilagem de terras e a reforma agrária no estado de Rondônia**. Associação Nacional dos Procuradores da República, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://www.anpr.org.br/artigos/a-grilagem-de-terras-e-a-reforma-agraria-no-estado-de-rondonia>. Acesso em: 7 mar. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.249, de 11 de junho de 2010. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 2010.

BURSZTYN, M. A.; BURSZTYN, M. **Fundamentos de Política e Gestão Ambiental: caminhos para a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

CARVALHO, R. *et al.* The Role of High-Volume Ranches as Cattle Suppliers: Supply Chain Connections and Cattle Production in Mato Grosso. **Land**, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/gam/jlands/v10y2021i10p1098-d658046.html>. Acesso em: 09 jun. 2024.

CASTRO, F. P. A Construção Do Compliance Ambiental No Brasil Por Um Viés ético. **Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações**. 2024. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UEL_333958f40b7ed28a40841edca2dfc5d2. Acesso em: 1 set. 2024.

CESAR, M. N. Cooperação x Individualismo: A contribuição de Elinor Ostrom para a gestão dos recursos comuns. 2017. **Dissertação** (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) - Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas, [S. l.], 2017. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=490083>. Acesso em: 21 nov. 2024.

COASE, R. H. The Problem of Social Cost. **Journal of Law and Economics**, v. 3, n. 1, p. 1-44, 1960.

EMBRAPA. Pecuária no Estado do Pará: Índices, Limitações e Potencialidades. Documentos 269, [s. l.], 2006.

FAO. COP 26: Agricultural expansion drives almost 90 percent of global deforestation. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, [S. l.], 6 nov. 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/newsroom/detail/cop26-agricultural-expansion-drives-almost-90-percent-of-global-deforestation/en>. Acesso em: 26 mar. 2025.

GARDNER, T. A. *et al.* Transparency and sustainability in global commodity supply chains. **World Development**, [s. l.], 2018. Disponível em: https://www.iis-rio.org/wp-content/uploads/2019/10/Transparency_and_sustainability_in_global_commodity_supply_chains.pdf. Acesso em: 13 jul. 2024.

GARRETT, R. D. *et al.* Intensification in agriculture-forest frontiers: Land use responses to development and conservation policies in Brazil. **Global Environmental Change**, [s. l.], 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378017312669>. Acesso em: 16 jul. 2024.

GIBBS, H. K. *et al.* Did Ranchers and Slaughterhouses Respond to Zero- Deforestation Agreements in the Brazilian Amazon?. *Conservation Letters*, [s. l.], 2016. Disponível em: <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/conl.12175>. Acesso em: 10 jul. 2024.

GREENE, W.H. **Econometric Analysis**, New York: Prentice Hall, 2003.

HARDIN, G. Tragedy of Commons. **Science**, n.162, p.1243-48, 1968.

IBGE. Malha Municipal. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 21 mar. 2025.

———. Mapas Vegetação. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, [S. l.], 2010. Disponível em: https://geofpt.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/mapas/unidades_da_federacao/am_vegetacao.pdf. Acesso em: 30 mar. 2025.

IDARON. Estabelecimentos registrados no SIE/RO. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.idaron.ro.gov.br/wp-content/uploads/2023/02/ESTAB.-SIE-2023-ATUALIZADO.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2025.

———. Rondônia é destaque nacional com maior rebanho bovino dentro das áreas livres de aftosa sem vacinação. Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia, [s. l.], 11 nov. 2023. Disponível em: <https://rondonia.ro.gov.br/rondonia-e-destaque-nacional-com-maior-rebanho-bovino-dentro-das-areas-livres-de-aftosa-sem-vacinacao/#:~:text=A%20pecu%C3%A1ria%20de%20Rond%C3%B4nia%20tem,de%20febre%20aftosa%20sem%20vacina%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 19 jun. 2024.

IMAZON. Pecuária na Amazônia: Tendências e Implicações para a Conservação Ambiental. **Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia**, [s. l.], 25 nov. 2015. Disponível em: <https://imazon.org.br/pecuaria-na-amazonia-tendencias-e-implicacoes-para-a-conservacao-ambiental/>. Acesso em: 2 abr. 2024.

IPAM, ISA, & IMAZON. **O Aumento no Desmatamento na Amazônia em 2013: um ponto fora da curva ou fora de controle?** [s. l.], 2014. Belém. Disponível em: <https://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/outros/Aumento%20no%20Desmatamento%20na%20Amazonia%20em%202013.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2024.

ISA. Novo arco do desmatamento: fronteira de destruição avança em 2019 na Amazônia. **Instituto Socioambiental**, [S. l.], 17 dez. 2019. Disponível em: <https://site-antigo.socioambiental.org/pt-br/noticias-socioambientais/novo-arco-do-desmatamento-fronteira-de-destruicao-avanca-em-2019-na-amazonia>. Acesso em: 28 mar. 2025.

KEMP, R.; PARTO, S.; GIBSON, R.B. Governance for sustainable development: moving from theory to practice. **Int. J. Sustainable Development**, Vol. 8, 2005.

KREPS, D. M. A. **Course in Microeconomic Theory**. Princeton: Princeton University Press, 1990.

MAS-COLELL, A. *et al.* **Microeconomic theory**. New York: Oxford University Press, 1995.

MATTOS, et al. Características socioeconômicas e ambientais dos sistemas de produção da pecuária do Estado do Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 53, n. 2, p. 150–158, jul./dez. 2010.

MEADOWS, D. H. *et al.* **The limits to growth: a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind**. New York: Universe Books, 1972.

MONITAC. Frigoríficos. [S. l.], 2020. Disponível em: https://monitac.oeco.org.br/wordpress/?page_id=162. Acesso em: 10 fev. 2024.

MONITOR. De olhos fechados para o desmatamento. Repórter Brasil, [s. l.], 2022. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/220902-Monitor-Pecuaria-PT-06.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2025.

MUELLER, C. C. Avaliação de duas correntes da economia ambiental: a escola neoclássica e a economia da sobrevivência. **Brazilian Journal of Political Economy**, [s. l.], 1998. DOI <https://doi.org/10.1590/0101-31571998-1265>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rep/a/CJ4DtXQJGv4HsfSz9VRR3Ty/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

MUELLER, C. Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente. 2. ed. Brasília: Editora UnB, 2012.

NETO, E. R. Meios alternativos para a efetivação do direito internacional: os mecanismos de compliance em tratados multilaterais ambientais. *Revista Jurídica da Presidência*, [s. l.], 2015. Disponível em: <https://revistajuridica.presidencia.gov.br/index.php/saj/article/view/1106/1092>. Acesso em: 30 ago. 2024.

OLIVEIRA, L. D. Os "Limites do Crescimento" 40 anos depois: Das "Profecias do Apocalipse Ambiental" Ao "Futuro Comum Ecologicamente Sustentável". *Revista Continente*, [s. l.], v. 1, 2012.

OLSON, M. A Lógica da Ação Coletiva. São Paulo, Edusp, 1999.

OSTROM, E. *Governing the Commons: the evolution of institutions for collective action*. Indiana University, University Press, Cambridge. 1990.

OSTROM, E. Rational Choice Theory and Institutional Analysis: Toward Complementarity. *The American Political Science Review*, v. 85, n. 1, p. 237– 243, 1 mar. 1991. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1962889>. Acesso em: 14 jan. 2025.

PAVÃO, E. *et al.* Do Pasto ao Prato: subsídios e pegada ambiental da carne bovina. - Cálculo da pegada de carbono e hídrica da cadeia da carne bovina no Brasil. Pangea Capital. São Paulo: 2020. Disponível em: [Do-pasto-ao-prato-subsidios-e-pegadaambientalda-cadeia-da-carne-SUMÁRIO-EXECUTIVO2.pdf](#) (escolhas.org). Acesso em: 16 jan. 2025.

PEDLOWSKI, M. A. *et al.* Conservation units: A new deforestation frontier in the Amazonian state of Rondônia, Brazil. **Environmental Conservation**, [s. l.], 2005.

PEREIRA, R. *et al.* Extensive Production Practices and Incomplete Implementation Hinder Brazil's Zero-Deforestation Cattle Agreements in Pará. *Conservation Letters*, [s. l.], 30 ago. 2020. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1940082920942014>. Acesso em: 11 jul. 2024.

PERMAN, R. *et al.* *Natural Resource and Environmental Economics*. 3. ed. [S. l.]: Pearson Education Limited, 2003.

PFEIFER, L. F. M. *et al.* Caracterização da Pecuária em Rondônia. Embrapa, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/228073/1/cpafro-18627.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2024.

PIGOU, A. C. *The Economics of Welfare*. London: Macmillan, 1920.

PINDYCK, R.; RUBINFELD, D. *Microeconomia*. 7. ed. [S. l.: s. n.], 2009.

PRIZIBISCZKI, C. TAC da Carne: Governos estaduais são entrave na análise da regularidade da cadeia. ((o)) eco, [s. l.], 26 out. 2023. Disponível em: <https://oeco.org.br/reportagens/tac-da-carne-governos-estaduais-sao-entrave-na-analise-da-regularidade-da-cadeia/>. Acesso em: 1 abr. 2024.

RADAR VERDE. Transparência da Carne na Amazônia: Resultados 2023. Radar Verde, [s. l.], 2023. Disponível em: https://radarverde.org.br/wp-content/uploads/2023/11/00_RV-Relatorio-final-2023.pdf. Acesso em: 1 abr. 2024.

SANTOS, G. V. O. Agropecuária ilegal triplica em 10 anos na Resex Jaci-Paraná, em Rondônia. InfoAmazonia, [s. l.], 16 jan. 2024. Disponível em: <https://infoamazonia.org/2024/01/16/agropecuaria-ilegal-triplica-em-10-anos-na-resex-jaci-parana-em-rondonia/#:~:text=Atualmente%2074%25%20do%20solo%20da,de%20floresta%20dentro%20da%20Reserva>. Acesso em: 28 jun. 2024.

SEAGRI. Rondônia é o 2º Estado da região Norte no ranking de produção agropecuária. Secretaria de Estado da Agricultura, [s. l.], 5 abr. 2023. Disponível em: <https://rondonia.ro.gov.br/rondonia-e-o-2o-estado-da-regiao-norte-no-ranking-de-producao-agropecuaria/>. Acesso em: 20 jun. 2024.

SILVA, J. G.; GURGEL, A. C. Impactos Econômicos de Cenários de Políticas Climáticas para o Brasil. *Pesquisa e planejamento econômico*, [s. l.], 2012.

SKIDMORE, M. *et al.* Characterizing compliance in cattle supply chains: What factors encourage deforestation-free production in the Brazilian Amazon?. *Conservation Letters*, [s. l.], 2020. Disponível em: https://743a3c3a-9890-45b8-a645-7c0b50c92edb.filesusr.com/ugd/5e1a0d_d0736c11c9c949c39c802c6f9da0d1a5.pdf. Acesso em: 17 jul. 2024.

SOARES FILHO, B. S. *et al.* Redução das emissões de carbono do desmatamento no Brasil: o papel do Programa Áreas Protegidas da Amazônia (Arpa). IPAM, [s. l.], 2009. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/n0d00324.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2024.

SOARES, W. L.; PORTO, M.F. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v.12, n.1, p.131-143, jan./fev./mar. 2007.

SPENCE, M. Job Market Signaling. *Quarterly Journal of Economics*, 355-374, 1973.

STIGLITZ, J. *Economics of the public sector* 3rd ed. Nova York, NY: Norton, 1999.

STEINSSON, J. *Market Efficiency and Market Failures*. Berkeley, [s. l.], 2025. Disponível em: <https://eml.berkeley.edu/~jsteinsson/teaching/markets.pdf>. Acesso em: 25 out. 2025.

TRASE. Brazil Beef Suplly Chain. [S. l.], 2017. Disponível em: https://trase.earth/explore/supply-chain/brazil/beef?chartType=bar&year=2020&indicator=commodity_deforestation_total_exposure&dimension=exporter_group. Acesso em: 6 fev. 2024.

TERRACLASS. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.terraclass.gov.br/download-de-dados#!>. Acesso em: 26 mar. 2025.

VALE, R. *et al.* Regional expansion of the beef industry in Brazil: from the coast to the Amazon, 1966–2017. *Regional Studies, Regional Science*, [s. l.], 2022. DOI <https://doi.org/10.1080/21681376.2022.2130088>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21681376.2022.2130088>. Acesso em: 22 ago. 2024.

VARIAN, H. *Microeconomic analysis*. 3rd ed. New York: W. W. Norton & Company, 1992.

VERÍSSIMO, A. *et al.* Extraction of a high-value natural resource in Amazonia: the case of mahogany. *Forest Ecology and Management*, [s. l.], p. 39- 60, 1995.

VIOLA, E.; FRANCHINI, M. A. Governança ambiental: da destruição das florestas até os objetivos de descarbonização. *Revista USP*, [s. l.], p. 143-162, 2022. Disponível em: <https://jornal.usp.br/wp-content/uploads/2022/08/8-Eduardo-Viola.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2024.

WEST, T. A. P. *et al.* Protected areas still used to produce Brazil's cattle. *Conservation Letters*, [s. l.], 2022. doi:10.1111/conl.12916.

WOOLDRIGE, J. M. *Introdução à econometria: uma abordagem moderna*. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2019. 848p.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. *Our common future*. Oxford: Oxford University Press, 1987.

ZERBE JR., R. O. **Economic efficiency in law and economics**. Cheltenham, Northampton: Edward Elgar, 2001. p. 164-187.