

Lições da Expansão da Pecuária Bovina no Brasil (2000-2023) para uma Produção Sustentável e Eficiente

**Paulo Barreto
Arthur José da Silva Rocha
Amintas Brandão
Ritaumaria Pereira
Gabriel Salles Barreto**

FEVEREIRO 2025

Lições da Expansão da Pecuária Bovina no Brasil (2000-2023) para uma Produção Sustentável e Eficiente

Paulo Barreto
Arthur José da Silva Rocha
Amintas Brandão
Ritaumaria Pereira
Gabriel Salles Barreto

FEVEREIRO 2025

Autoria

Paulo Barreto

Arthur José da Silva Rocha

Amintas Brandão

Ritaumaria Pereira

Gabriel Salles Barreto

Agradecimentos

A Juliano Assunção, professor associado do Departamento de Economia da PUC-Rio; diretor executivo, no Brasil, da Iniciativa de Política Climática; e co-coordenador da iniciativa Amazônia 2030, que revisou o rascunho deste relatório.

A Mauro Lúcio Costa, vice-presidente da Associação dos Criadores do Estado do Pará (Acripará), pela explicação sobre a evolução da cria de animais decorrentes da exportação de bois vivos no Pará e do “boi China”.

A Thiago Bernardino de Carvalho, professor de MBA na USP/Esalq e Fatep e pesquisador do Cepea, por explicar a evolução do confinamento no Brasil e aprofundar a influência do “boi China”.

Sobre o Amazônia 2030

O projeto AMAZÔNIA 2030 é uma iniciativa de pesquisadores brasileiros para desenvolver um plano de desenvolvimento sustentável para a Amazônia brasileira. Nosso objetivo é oferecer condições para que a região possa alcançar um patamar maior de desenvolvimento econômico e humano e atingir o uso sustentável dos recursos naturais em 2030.

Assessoria de Imprensa

O Mundo Que Queremos

amazonia2030@omundoquequeremos.com.br

Contato

contato@amazonia2030.org.br

gustavo.nascimento@omundoquequeremos.com.br

Sumário

SUMÁRIO EXECUTIVO	12
INTRODUÇÃO	18
TRANSFORMAÇÕES NA PECUÁRIA BOVINA BRASILEIRA (2000–2023): GANHOS DE PRODUTIVIDADE E EXPANSÃO DO DESMATAMENTO	21
As tecnologias para aumentar a produção.....	21
<i>A persistência do desmatamento para pecuária.</i>	<i>28</i>
Fatores que determinaram o volume, os métodos e a geografia da expansão pecuária	32
Fatores associados à melhoria de pastos na Amazônia	44
<i>A baixa probabilidade de reforma dos pastos nas condições prevalentes.....</i>	<i>49</i>
AS LIÇÕES PARA INDUZIR A UMA PECUÁRIA MAIS PRODUTIVA	54
Lições sobre a expansão da pecuária entre 2000 e 2023.....	54
Medidas para estimular uma pecuária mais produtiva.....	57
APÊNDICE 1. METODOLOGIA DE ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE REFORMA DE PASTAGENS NO BIOMA AMAZÔNIA	61
Hipóteses e variáveis explicativas	61
A calibração e validação de estimativas de potencial de melhoria de pastos	64
APÊNDICE 2. POLÍTICAS PÚBLICAS E PRIVADAS QUE CONTRIBUÍRAM PARA A REDUÇÃO DO DESMATAMENTO	69

APÊNDICE 3. FINALIDADE E TIPO DE PRODUTO CONTRATADO PARA AUMENTO DE PRODUTIVIDADE NA PECUÁRIA BOVINA VIA CRÉDITO RURAL NOS ESTADOS DA AMAZÔNIA LEGAL.....	72
APÊNDICE 4. ANOMALIAS DE PRECIPITAÇÃO E VIGOR DE PASTAGENS NO BRASIL.....	82
APÊNDICE 5. MEDIDAS NECESSÁRIAS PARA REFORÇAR O COMBATE AO DESMATAMENTO	84
Políticas públicas de larga escala para combater o desmatamento.	84
Medidas privadas e multilaterais de larga escala para reduzir o desmatamento.....	87
REFERÊNCIAS.....	89

Índice de figuras, tabelas e quadros

Figura 1. Variação do número de animais abatidos, volume de carne produzido, peso médio de animal abatido, rebanho bovino, área de pastos e rebanho bovino em confinamento no Brasil entre 2000 e 2023.	23
Figura 2. Variação do número de animais abatidos, volume de carne produzido, peso médio de animal abatido, rebanho bovino e área de pastos na Amazônia entre 2000 e 2023.....	23
Figura 3. Variação de peso carcaça por hectare de pasto no Brasil e Amazônia entre 2020 e 2023.	24
(Lapig s.d.)(Mapbiomas Brasil 2023)Figura 4. Variação do volume de venda de sêmen bovino (corte) e percentagem de vacas de corte inseminadas no Brasil entre 2000 e 2023.	24
Figura 5. Proporção de vacas inseminadas para produção de gado de corte nos estados da Amazônia entre 2015 e 2023.....	25
Figura 6. Hectare de pastos por vigor de pastagem e peso carcaça de animais abatidos no Brasil entre 2000 e 2023.....	25
Figura 7. Hectare de pastos por vigor de pastagem e peso carcaça de animais abatidos no Brasil, excluindo-se os estados da Amazônia Legal, entre 2000 e 2023.....	26
Figura 8. Hectare de pastos por vigor de pastagem e peso carcaça de animais abatidos nos estados da Amazônia Legal entre 2000 e 2023.....	26
Figura 9. Proporção de bovinos abatidos por classes de idade em Mato Grosso	27
Figura 10. Vigor dos pastos em 2023 dentre os pastos formados entre 2000 e 2023 por bioma.....	31

Figura 11. Número de bovinos vivos exportados pelo Brasil entre 2004 e 2023.....	33
Figura 12. Mudanças nas áreas de pastagens no Brasil entre 2000 e 2023.	35
Figura 13. Área de pastos convertidos para outras classes de cobertura do solo entre 2000 e 2023 por bioma brasileiro.....	36
Figura 14. Evolução dos recursos programados para financiamento rural do Plano Safra no Brasil em valores nominais.....	38
Figura 15. Finalidade e tipo de produto contratado de crédito rural para pecuária bovina no Brasil entre 2013 e 2023.....	39
Figura 16. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural, nos estados da Amazônia, em milhões de reais, entre 2013 e 2023.....	40
Figura 17. Valor nominal de contratos* por tipo de produto contratado de crédito rural para pecuária bovina no Brasil entre 2013 e 2023.	41
Figura 18. Valor nominal de contratos* por tipo de produto contratado de crédito rural para pecuária bovina nos estados da Amazônia Legal entre 2013 e 2023.....	42
Figura 19. Valor do estoque de títulos de crédito privado do agronegócio.....	43
Figura 20. Distribuição das probabilidades de pastos de baixo e médio vigor serem convertidos em alto vigor (reforma de pastos).	46
Figura 21. Distribuição das probabilidades de pastos de baixo e médio vigor serem convertidos em alto vigor (A) e fatores explicativos regionais (precipitação, localização de frigoríficos e rodovias) no centro-leste do Pará.....	47

Figura 22. Distribuição das probabilidades de pastos de baixo e médio vigor serem convertidos em alto vigor (A) e fatores explicativos regionais (precipitação, localização de frigoríficos e rodovias) no Mato Grosso.	48
Figura 23. Distribuição da área de pastos de acordo com a probabilidade de reforma nas condições entre 2018 e 2022.	52
Figura 24. Distribuição da área de pastos degradados por classes de probabilidade de reforma nas condições entre 2018 e 2022 por estado da Amazônia.	53
Figura 25. Distribuição das variáveis potencialmente explicativas do potencial de melhoria de pastagens degradadas.	63
Figura 26. Área de pasto em 2000 e 2019 conforme a condição de vigor: pasto degradado e pasto não degradado.	65
Figura 27. Validação do modelo de potencial de reforma de pastagens degradadas por meio da Curva ROC, que demonstra as taxas de acerto do modelo através da área sob a curva (AUC).	68
Figura 28. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural, no estado do Acre, em milhões de reais, entre 2013 e 2023.	73
Figura 29. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural, no estado do Amazonas, em milhões de reais, entre 2013 e 2023.	74
Figura 30. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural, no estado do Amapá, em milhões de reais, entre 2013 e 2023.	75
Figura 31. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural, no estado do Maranhão, em milhões de reais, entre 2013 e 2023.	76

Figura 32. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural, no estado do Mato Grosso, em milhões de reais, entre 2013 e 2023	77
Figura 33. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural, no estado do Pará, em milhões de reais, entre 2013 e 2023Em reais.....	78
Figura 34. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural, no estado de Rondônia, em milhões de reais, entre 2013 e 2023	79
Figura 35. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural, no estado de Roraima, em milhões de reais, entre 2013 e 2023	80
Figura 36. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural, no estado do Tocantins, em milhões de reais, entre 2013 e 2023.....	81
Figura 37. Anomalia de precipitação no Brasil comparando a média de 2019 e 2023 com a média de 1982 e 2018 e o vigor de pastagens em 2023.....	82

Tabela 1. Área anual de desmatamento para formação de pastos e de reforma de pastos, razão entre desmatamento e reforma de pastos e coeficiente de correlação entre reforma de pasto e desmatamento por bioma e no Brasil.	29
--	----

Tabela 2. Acurácia do modelo de estimativa do potencial de reforma de pastos e ordem de influência dos seus fatores explicativos	45
---	----

Tabela 3. Variáveis usadas no modelo para estimar a probabilidade de reforma de pastos	62
---	----

Tabela 4. Exemplo de conjunto de variáveis testadas que resultaram em maiores indicadores de qualidade do modelo: acurácia (%) e validação (% ROC)	66
---	----

Quadro 1. Características do Programa Nacional de Conversão de Pastagens Degradadas em Sistemas de Produção Agropecuários e Florestais Sustentáveis (PNCPD).....	20
---	----

Sumário Executivo

Este documento apresenta as lições aprendidas sobre a expansão da pecuária no Brasil entre 2000 e 2023 e recomendações estratégicas para promover uma pecuária mais produtiva e sustentável.

Em 2023, a pecuária bovina ocupava 64% da área agropecuária do Brasil (Mapbiomas Brasil, 2023), mas contribuiu com apenas 17% do valor bruto da produção¹ deste setor. Esse desempenho limitado reflete o uso ineficiente da terra, já que 64% das pastagens (105 milhões de hectares) apresentavam vigor baixo ou intermediário, segundo dados produzidos por pesquisadores da rede Mapbiomas (Mapbiomas Brasil, 2023). Além disso, o setor foi responsável por 51% das emissões de gases de efeito estufa do país em 2021 (Alencar et al., 2023), em grande parte devido ao desmatamento associado à sua expansão. Iniciativas como o Programa Nacional de Conversão de Pastagens Degradadas (PNCPD), lançado em dezembro de 2023, buscam transformar 40 milhões de hectares em áreas produtivas ao longo dos próximos dez anos, indicando a intenção governamental de modernização e melhoria do setor (Brasil, 2023).

O documento destaca as lições aprendidas em 23 anos de expansão do setor, período em que políticas públicas e privadas de incentivos e pressões promoveram avanços significativos em produtividade, mas também revelaram a persistência de desafios estruturais e ambientais, especialmente na Amazônia. Com base nessa análise, são apresentadas recomendações para tornar a pecuária brasileira mais produtiva e sustentável. Essas medidas podem alinhar crescimento econômico e conservação ambiental, necessários para melhorar as condições de vida em regiões com baixos indicadores socioeconômicos associados a baixa produtividade do uso da terra.

¹ O governo brasileiro estimou que, em 2023, o valor bruto da produção pecuária bovina totalizou R\$206,7 bilhões. Desse valor, R\$142,7 bilhões correspondem à produção sem leite, dentro de um total geral de R\$ 1,18 trilhão. Fonte de dados: Brasil (2024b).

Principais lições da expansão da pecuária (2000-2023)

- **Fatores que impulsionaram aumento de produção e produtividade da pecuária**
 - Pressões e incentivos públicos e privados
 - O crescimento da produtividade foi impulsionado por uma combinação de incentivos econômicos e cobranças ambientais e de qualidade.
 - Um exemplo relevante foi que a demanda chinesa por carne de animais jovens, com prêmios de preço de até 30%, coincidiu com o aumento de investimentos em produtividade como a recuperação de pastos, a inseminação artificial e suplementação alimentar (confinamentos). A demanda da Turquia por animais com maior potencial de crescimento e qualidade da carne, acompanhada de pagamentos superiores, incentivou avanços na reprodução animal.
 - A crescente demanda por produtividade e qualidade tem levado a um aumento significativo no uso de crédito rural focado em itens de produtividade, que passou de 13% em 2013 para 23% do total em 2023.
 - O crédito rural viabilizou investimentos em tecnologias produtivas, como recuperação de pastos, inseminação artificial e itens de infraestrutura para pastoreio rotacionado.
 - **Combate ao desmatamento**
 - Políticas como o PPCDAm (Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal) e a Moratória da Soja ajudaram a reduzir o desmatamento em cerca de 80% entre 2003 e 2012, impulsionando práticas agropecuárias mais produtivas. O aumento da fiscalização elevou o custo do desmatamento ilegal e coincidiu com o aumento de investimentos em melhorias de pastagens e maior produtividade, enquanto as pastagens degradadas diminuíram no país. Estudos confirmam que, onde houve maior controle ambiental, produtores adotaram técnicas para melhorar a produtividade em áreas já abertas, conciliando crescimento agropecuário e conservação florestal.

- **A persistência do desmatamento e de pastos degradados**
 - Apesar dos avanços, 64% das áreas de pasto permanecem em condições de degradação, representando perdas de R\$ 27 bilhões anuais.
 - **A pecuária brasileira continua impulsionando o desmatamento, especialmente em novas fronteiras.** Entre 2000 e 2023, fazendeiros desmataram um hectare de floresta para formação de pastos para cada hectare de pasto reformado no Brasil. Na Amazônia, essa média foi de 2,35 hectares. Isso ressalta o papel central da Amazônia na expansão da pecuária de alto impacto ambiental.
 - **Crédito rural; um potencial ainda sub-xplorado.** Os recursos destinados à pecuária vêm crescendo, mas são direcionados majoritariamente para a compra de bovinos, enquanto investimentos na melhoria da produtividade, como reforma de pastagens e inseminação artificial, permanecem subutilizados. Estudos indicam que o crédito rural para recuperação de pastagens não garante, por si só, um aumento da produtividade, sobretudo quando os produtores não recebem a devida assistência técnica (Oliveira et al., 2024).
 - **Oportunidade para reformular o crédito e incentivar a sustentabilidade.** Além do crédito rural, há um estoque de aproximadamente R\$ 1 trilhão em crédito privado subsidiado, sem exigências de desempenho ambiental ou produtivo. Essa realidade revela um imenso potencial de transformação: a alocação estratégica desses recursos poderia não apenas impulsionar a produtividade da pecuária, mas também promover práticas sustentáveis, garantindo a preservação ambiental e a competitividade do setor no longo prazo.
- **Fatores que facilitaram a melhoria de pastos degradados**
 - **Infraestrutura e proximidade aos mercados.** A melhoria de pastos foi mais provável em áreas próximas a frigoríficos que exportam para a China, de estradas que facilitam o acesso a insumos, tecnologias e escoamento da produção.

- **Condições naturais.** Regiões com maior disponibilidade de água, terrenos planos e chuvas regulares apresentam maior probabilidade de reforma devido à viabilidade econômica e ambiental.
- **Desafios para a melhoria de pastos degradados**
 - Nossa análise revela que entre 2018 e 2022, a probabilidade de os fazendeiros reformarem seus pastos degradados foi extremamente baixa. Apenas 0,2% dos pastos degradados apresentaram uma probabilidade de reforma igual ou superior a 75%.
 - A baixa probabilidade de progresso na reforma de pastos degradados entre 2018 e 2022 reflete as condições estruturais e políticas públicas e privadas na região. Fatores como a escassez de educação, assistência técnica e qualidade de estradas, políticas favoráveis ao desmatamento que desestimulam tecnologias de produtividade, e resistência dos estados da Amazônia à criação de áreas protegidas são exemplos críticos. Além disso, os altos custos de reforma na Amazônia, exacerbados pelo transporte caro de fertilizantes e o agravamento dos extremos climáticos, tornam a situação ainda mais desafiadora.

Recomendações para uma pecuária mais produtiva e sustentável

- **Reforçar e acelerar o combate ao desmatamento.** A redução do desmatamento é essencial para estimular o uso produtivo das áreas desmatadas. Apesar dos avanços desde 2022, o desmatamento ainda está 37% acima do menor nível registrado em 2012 e muito além da meta de zerar o desmatamento ilegal até 2030. Reforçar e adotar medidas pendentes é crucial para garantir a sustentabilidade e a produtividade no longo prazo.
- Além de tornar a fiscalização ambiental mais eficaz, é necessário destinar terras públicas de acordo com a Constituição para evitar o desmatamento especulativo. Além das ações do poder executivo, é fundamental a intervenção judicial para assegurar que a Constituição seja respeitada e aplicada, o que é vital para o ordenamento territorial e a proteção ambiental.

- Outra medida pendente é o controle ambiental mais eficaz do crédito rural. Por exemplo, regular e fiscalizar a aplicação do crédito privado, que somou R\$ 1,1 trilhão em 2024, é uma ação essencial. Tornar acessíveis os dados sobre a origem do gado, conforme decisão do Supremo Tribunal Federal (STF) em 2024, também é importante para garantir a transparência e a fiscalização ambiental, incentivando práticas mais sustentáveis.
- É crucial que instituições de controle, como o Banco Central, o Judiciário, o Ministério Público e o Tribunal de Contas da União, ampliem e intensifiquem suas ações para promover a sustentabilidade da agropecuária. As ações recentes destas instituições, envolvem, por exemplo, o controle de queimadas, a transparência de dados sobre o transporte de gado, a desocupação de terras indígenas e o controle ambiental do crédito rural. A continuidade e a escala dessas políticas são essenciais para enfrentar os desafios impostos pelos ciclos eleitorais que afetam a eficácia das políticas públicas.
- **Focar crédito na melhoria de produtividade.** Vincular o crédito rural a metas de desempenho de produtividade e ambiental, com assistência técnica adequada e prevenção de doenças, pode tornar o crédito rural um dos principais indutores de melhorias. A assistência técnica, por exemplo, tem mostrado resultados positivos na redução de áreas de pastagem degradada e no aumento da eficiência produtiva.
- **Concentrar crédito e infraestrutura em áreas prioritárias.** Governantes devem focar em regiões com maior potencial de adoção de tecnologias, enquanto abandonam projetos de infraestrutura com baixos retornos socioeconômicos que induzem ao desmatamento. Essa abordagem direcionada pode maximizar os benefícios do investimento público e privado, promovendo o desenvolvimento sustentável.
- **Combinar demandas produtivas e ambientais.** Os agentes da cadeia da pecuária, como frigoríficos, supermercados, agentes financeiros e compradores de carne, podem impulsionar práticas mais produtivas e sustentáveis por meio de compromissos claros de apoio e exigências

de desempenho. Um exemplo disso é a demanda de três importantes entidades (Federação Brasileira de Bancos, União Europeia e China Meat Association) pelo rastreamento da origem do gado. Mesmo sem um sistema público nacional de rastreamento individual, investidores, redes de varejo e frigoríficos podem colaborar para criar uma iniciativa conjunta que exija transparência e sustentabilidade dos fornecedores. Além disso, esses agentes podem unificar suas iniciativas individuais de apoio à regularização ambiental e assistência produtiva dos fazendeiros. Esse modelo de compartilhamento de recursos pré-competitivos já provou ser eficaz em outros setores agrícolas e florestais, indicando um caminho promissor para a sustentabilidade. A própria pecuária já demonstrou, no caso do controle da febre aftosa, que parcerias setoriais são essenciais para resolver problemas complexos.

Conclusão

- O futuro da pecuária brasileira depende de uma conciliação entre o crescimento produtivo e a conservação ambiental. Nos últimos 23 anos, a expansão da pecuária revela que é possível aumentar a produtividade e, ao mesmo tempo, reduzir o desmatamento por meio de incentivos práticos e controle ambiental. No entanto, falhas nas políticas públicas e privadas têm impedido um avanço mais rápido, amplo e duradouro das melhores práticas. Assim, quase metade dos pastos estão degradados enquanto o desmatamento para pecuária continua.
- Diante da intensificação da crise climática, especialmente da redução das chuvas, as oportunidades para o aproveitamento produtivo de pastagens degradadas tendem a se reduzir drasticamente. O aquecimento global segue leis físicas imutáveis: quanto maiores as emissões de gases do efeito estufa, mais rápidas e intensas serão as mudanças climáticas. Portanto, políticos e líderes empresariais não podem hesitar. Apenas por meio de uma colaboração robusta e comprometida será possível mitigar os impactos ambientais da pecuária e promover o desenvolvimento sustentável em territórios onde a atividade ainda opera com baixa produtividade.

1 Introdução

Este relatório apresenta lições da expansão da pecuária no Brasil entre 2000 e 2023 para iniciativas voltadas a tornar o setor mais produtivo e sustentável. Uma iniciativa ambiciosa é o Programa Nacional de Conversão de Pastagens Degradadas (PNCPD), lançado em dezembro de 2023 pelo governo federal, que visa converter, em dez anos, até 40 milhões de hectares de pastagens degradadas em áreas produtivas (Brasil, 2023).

O programa é essencial, pois em 2023 a pecuária contribuiu com apenas 17% do valor bruto da agropecuária apesar de ocupar 64% das áreas em uso agropecuário. Além disso, aproximadamente 64% dos pastos tinham vigor baixo e intermediário, somando 105,5 milhões de hectares², ou o equivalente a cinco vezes o território do Paraná. Em 2023, a degradação dos pastos gerou perdas de R\$ 27 bilhões (Moitinho, 2024), representando 13% do valor bruto da produção pecuária bovina³. Além de deficiências de manejo de pastagens, a pecuária bovina brasileira perde dezenas de bilhões de reais anuais devido a parasitas que reduzem a produção de carne e leite (Grisi et al., 2014).

Apesar das áreas subutilizadas, o setor contribui significativamente para o desmatamento na Amazônia, onde ocupa 90% da área em uso agropecuário. Em 2021, essa atividade foi responsável por 51% das emissões totais de gases de efeito estufa do país (Alencar et al., 2023), sendo 3,2 a 14,5 vezes maiores que as emissões da geração de energia e processos industriais no país, respectivamente.⁴

Para enfrentar esses desafios, é essencial aumentar a produtividade das áreas desmatadas e eliminar o desmatamento. Com o aumento da produtividade, também se espera uma redução nas emissões de metano resultantes da digestão pelos bovinos (Micol, 2023). Assim, a integração dessas estratégias pode promover uma pecuária mais eficiente e sustentável.

² Dados disponíveis na plataforma Mapbiomas (Mapbiomas Brasil, 2023).

³ O governo brasileiro estimou que, em 2023, o valor bruto da produção pecuária bovina totalizou R\$206,7 bilhões. Desse valor, R\$142,7 bilhões correspondem à produção sem leite, dentro de um total geral de R\$ 1,18 trilhão. Fonte de dados: Brasil (2024b).

⁴ As estimativas de emissões de gases do efeito estufa estão disponíveis em <https://bit.ly/4gWGpw2> (Observatório do Clima, 2023a).

Este relatório examina como e onde a produção pecuária se expandiu entre 2000 e 2023, identificando os principais impulsionadores das decisões dos produtores, incluindo demandas de mercado, políticas públicas, condições ambientais e de infraestrutura e restrições de desmatamento. Nesse período, a produção pecuária no Brasil se expandiu por meio de dois caminhos principais: aumentar a produtividade por meio de várias técnicas; e desmatar para formação de novos pastos. Apesar da melhoria de pastos ainda há um grande estoque de pastos degradados. Entre 2000 e 2023 fazendeiros desmataram um hectare de floresta para formação de pastos para cada hectare de pasto reformado no Brasil. Na Amazônia foram 2,35 hectares desmatados para cada hectare de pasto reformado. Isso ressalta o papel central da Amazônia na expansão da pecuária de alto impacto ambiental e deficiências para melhoria dos pastos existentes. Por isso, foi relevante uma análise específica dessa região.

Para avaliar o potencial de melhoria de pastos no Bioma Amazônia usamos um programa (Clark Labs, 2020) que utiliza as características do território (como a declividade dos terrenos), dos produtores rurais (como o grau de educação) e mudanças no vigor das pastagens para estimar a probabilidade de melhoria deste vigor no futuro. Especificamente, primeiro analisamos que fatores estavam associados as mudanças no vigor das pastagens entre 2000 e 2019. Com base nos resultados deste modelo, estimamos a probabilidade de mudanças no vigor dos pastos entre 2018 e 2022. Depois, para avaliar a validade desse modelo, comparamos suas previsões com as mudanças reais de vigor de pastos observadas entre 2022 e 2023. Essa abordagem robusta permitiu a calibração do modelo, a análise de variáveis explicativas e a validação de previsões, fornecendo informações valiosas para promover o manejo sustentável de pastagens. O Apêndice 1 detalha a metodologia da avaliação do potencial de melhoria de pastos na Amazônia.

As lições indicam que para promover a melhoria de pastagens degradadas é necessário combinar apoio, como o crédito rural e assistência técnica, condicionado à melhoria de desempenho ambiental (zerar o desmatamento). A análise também mostrou que a melhoria de pastagens na Amazônia é mais provável perto de mercados (isto é, próximo de frigoríficos) em regiões com infraestrutura e disponibilidade de água (quantidade de chuvas). Assim, o relatório revela lições sobre como e onde promover os usos mais produtivos dos pastos.

O Quadro 1 descreve as principais características do PNCPD.

Quadro 1. Características do Programa Nacional de Conversão de Pastagens Degradadas em Sistemas de Produção Agropecuários e Florestais Sustentáveis (PNCPD)

O PNCPD visa converter, em dez anos, até 40 milhões de hectares de pastagens degradadas em áreas produtivas. Para tanto, o governo planeja apoiar práticas como a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), pastagem melhorada e sistemas agroflorestais, além de buscar reduzir as emissões de gases de efeito estufa. O programa promete oferecer assistência técnica, acesso a financiamentos e tecnologias avançadas de manejo dos pastos. Ademais, o PNCPD promete condicionar os investimentos para empreendimentos inscritos no Cadastro Ambiental Rural e em conformidade com o Código Florestal (Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012) e o cumprimento do Programa de Regularização Ambiental (Decreto n.º 7.830, de 17 de outubro de 2012). Estes condicionamentos estão alinhados com as regras do crédito rural aprovadas pelo Conselho Monetário Nacional.

Para gerir o PNCPD, o governo estabeleceu o Comitê Gestor Interministerial que funciona como órgão consultivo e deliberativo para definir diretrizes, metas e ações do programa, estabelecer critérios para financiamentos externos e parâmetros de avaliação, e monitorar a implementação e a efetividade do programa. O comitê também deve promover a articulação entre entidades públicas e organizações da sociedade civil, avaliar periodicamente a execução do PNCPD e elaborar relatórios anuais sobre sua eficácia.

2 Transformações na pecuária bovina brasileira (2000–2023): ganhos de produtividade e expansão do desmatamento

As tecnologias para aumentar a produção

Entre 2000 e 2023, a produção pecuária bovina no Brasil cresceu significativamente, impulsionada por dois fatores principais: ganhos de produtividade e aumento da área de pastagens por meio do desmatamento.

Os indicadores de produtividade revelam avanços notáveis. Apesar de o aumento da área de pastos no Brasil entre 2000 e 2023 ter sido limitado a apenas 5%, o rebanho nacional cresceu 40%, o número de animais abatidos duplicou, o volume de carne produzido aumentou 130% e o peso médio das carcaças subiu 15% (Figura 1). Na Amazônia, outros indicadores de produtividade também mostraram aumentos significativos (Figura 2). A produção de carne por hectare aumentou em 11% no total do Brasil e 13% nos estados da Amazônia Legal (Figura 3).

A inseminação artificial cresceu significativamente na reprodução bovina.

Entre 2000 e 2023, as vendas de sêmen aumentaram 414%, e a proporção de vacas inseminadas para gado de corte mais que dobrou entre 2012 e o triênio 2021-2023, passando de 10% para 25% (Figura 4). Na Amazônia, o maior crescimento ocorreu no Tocantins, onde houve um programa específico de apoio à inseminação (World Bank Group, 2024). Em Mato Grosso, maior produtor nacional de carne, os índices de inseminação aproximaram-se da média nacional (Figura 5). O uso de inseminação artificial permite: a aceleração do ganho de qualidade genética dos animais pelo uso do sêmen de um touro selecionado em muitas vacas; o aumento do sucesso de fertilização pela sincronização da ovulação de vacas em um rebanho; o aumento da eficiência do trabalho pela redução da

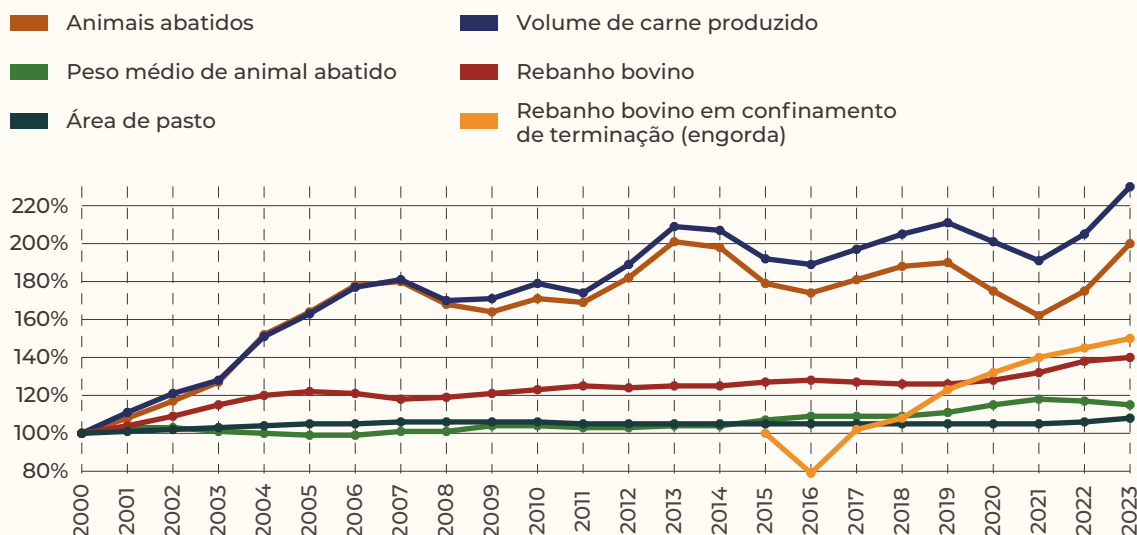
necessidade de detecção do cio das vacas (Baruselli et al., 2017; Pugliesi et al. 2024). A combinação destas características permite o aumento acelerado de rebanho com maior potencial de ganho de peso com custos eficientes.

Além da reprodução, **a melhoria dos pastos foi determinante**. A proporção de pastagens de alto vigor aumentou significativamente, tanto por reformas em áreas existentes quanto pela formação de pastos em áreas desmatadas, que apresentam alta produtividade inicial devido à fertilidade liberada pela vegetação nativa. Entre 2000 e 2023, as pastagens de alto vigor cresceram 51% no Brasil e 96% na Amazônia. Fora da Amazônia, houve uma redução de 37% de pastagens de baixo vigor, mas na Amazônia áreas de baixa qualidade ainda cresceram 10%, evidenciando o uso inadequado de terras desmatadas (Figuras 6, 7 e 8).

O crescimento de confinamento e semiconfinamento também foi expressivo. Os fazendeiros ampliaram o uso de confinamento e de semiconfinamento para acelerar o ganho de peso dos animais, especialmente na fase final de engorda. Nos semiconfinamentos a alimentação é uma mistura de forragem e grãos, incluindo o pastoreio em pastos. No confinamento os bovinos são mantidos em áreas restritas, como currais ou piquetes, onde recebem alimentação (mistura de forragem e grãos) e água diretamente nos cochos. Assim, na Amazônia a adoção de confinamentos é mais provável onde há produção de grãos nas fazendas e no seu entorno (Vale et al., 2019). Com dados da Amazônia na fase de engorda do gado, pesquisadores estimaram que os sistemas de confinamento podem produzir de 5 a 38 vezes mais carne por hectare do que os sistemas baseados em pastagens e cerca de duas vezes mais do que os de semiconfinamentos (Vale et al., 2019).

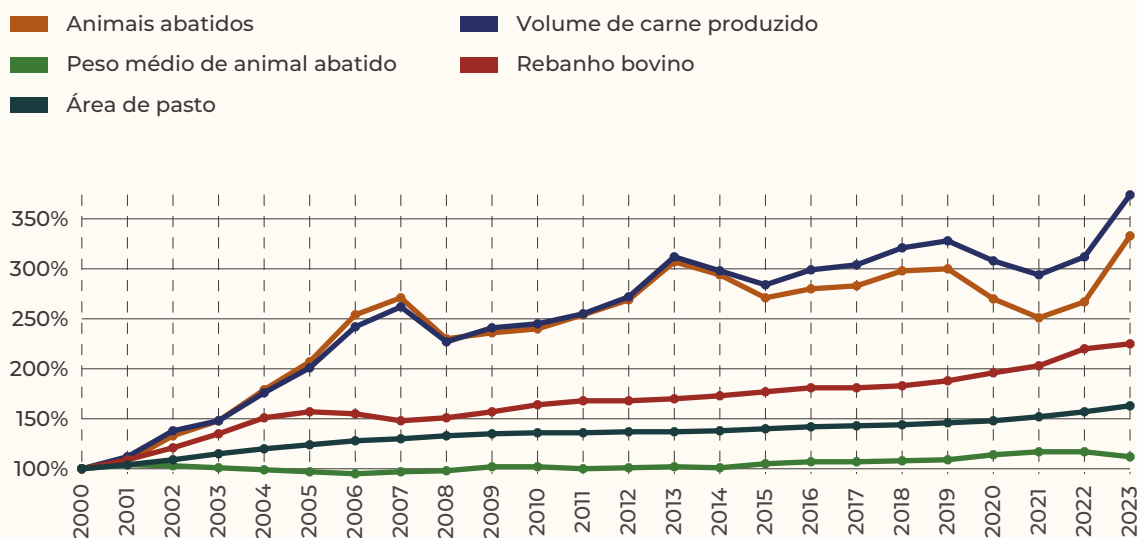
Entre 2015 e 2024, o rebanho confinado no Brasil cresceu 53%, elevando a proporção de cabeças de gado abatidas provenientes de confinamentos de 12% em 2018 para 24% em 2021, estabilizando em 21% até 2023. No Mato Grosso, principal estado produtor, o uso de confinamento reduziu drasticamente o tempo necessário para o abate, o que resultou em um declínio na proporção de animais abatidos com até 36 meses (de 65% para 30% entre 2018 e 2023 – Figura 9). O confinamento é usado também para padronizar o peso dos animais em operações de pré-embarque para exportação, uma prática crescente no Pará, que lidera o mercado de exportação de gado vivo (Confina Brasil 2024, 2024).

Figura 1. Variação do número de animais abatidos, volume de carne produzido, peso médio de animal abatido, rebanho bovino, área de pastos e rebanho bovino em confinamento no Brasil entre 2000 e 2023



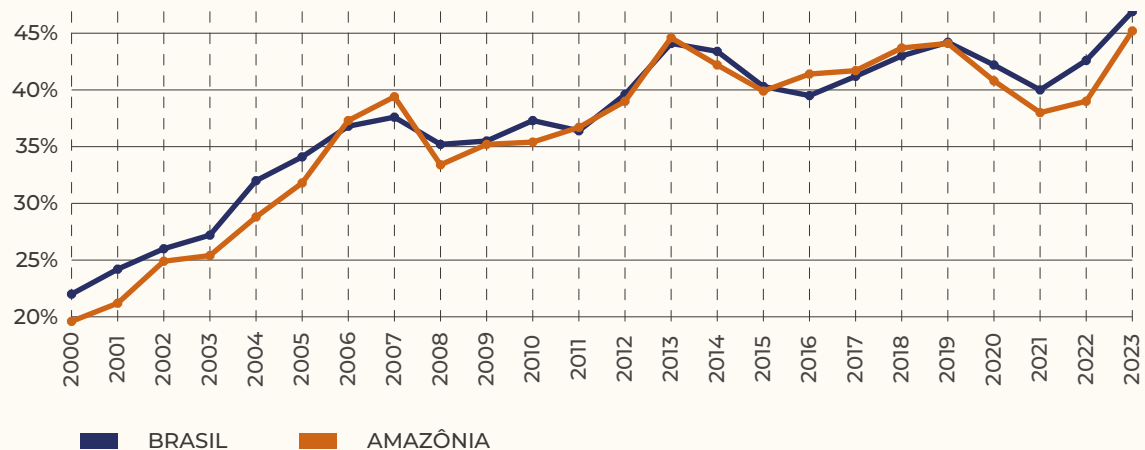
Fonte: Cálculos dos autores com dados de animais abatidos, volume de carne produzido, peso médio de animal abatido, rebanho bovino (IBGE, 2024), área de pasto (Mapbiomas Brasil, 2023) e rebanho bovino em confinamento (Junior, 2023).

Figura 2. Variação do número de animais abatidos, volume de carne produzido, peso médio de animal abatido, rebanho bovino e área de pastos na Amazônia entre 2000 e 2023



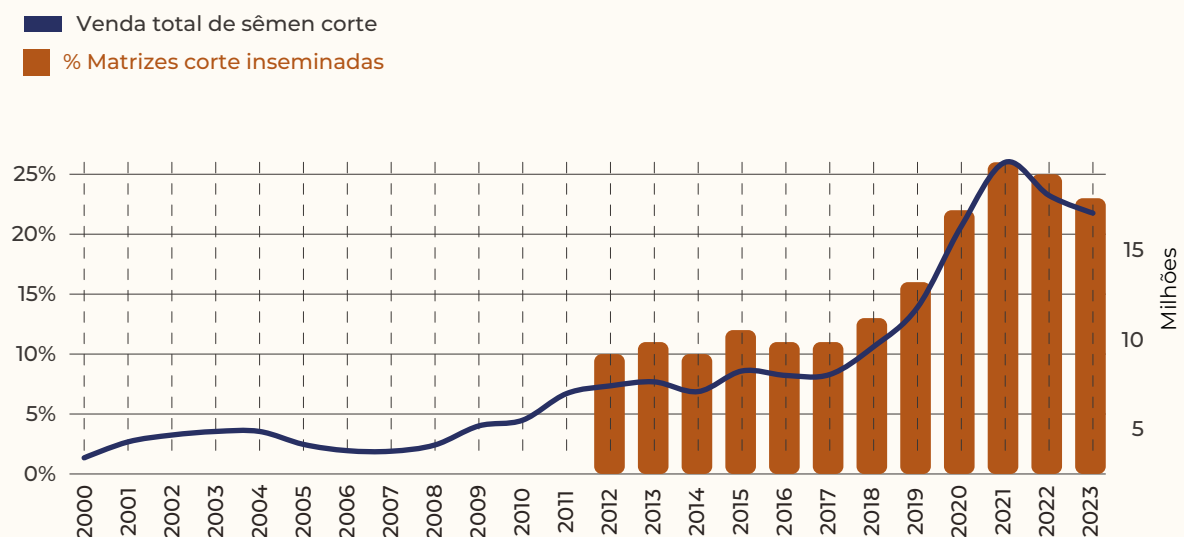
Fonte: Cálculos dos autores com dados de animais abatidos, volume de carne produzido, peso médio de animal abatido, rebanho bovino (IBGE, 2024), área de pasto (Mapbiomas Brasil, 2023).

Figura 3. Variação de peso de carcaça por hectare de pasto no Brasil e Amazônia entre 2020 e 2023



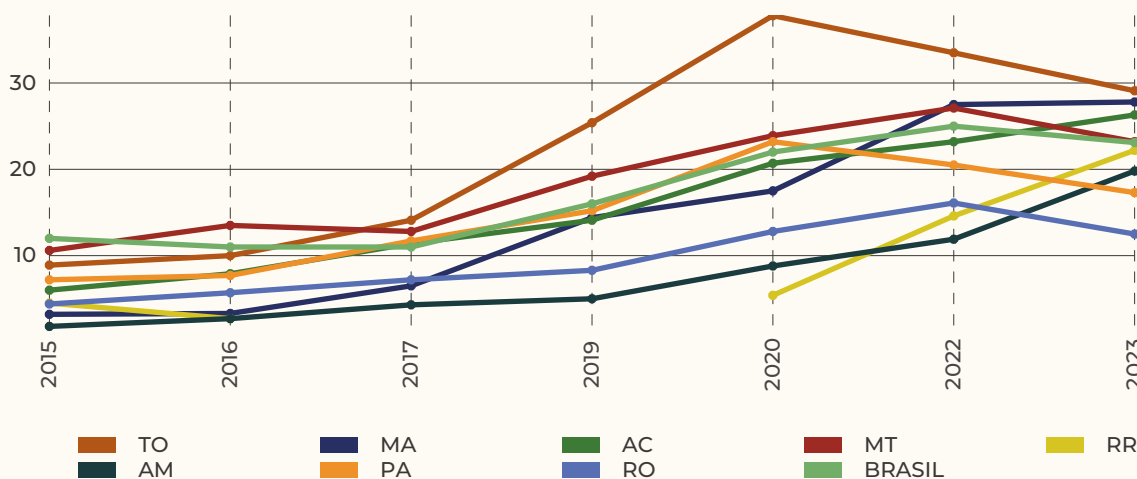
Fonte: Peso de carcaça (IBGE, 2024). Área de pasto (Mapbiomas Brasil, 2023)

Figura 4. Variação do volume de venda de sêmen bovino (corte) e percentagem de vacas de corte inseminadas no Brasil entre 2000 e 2023



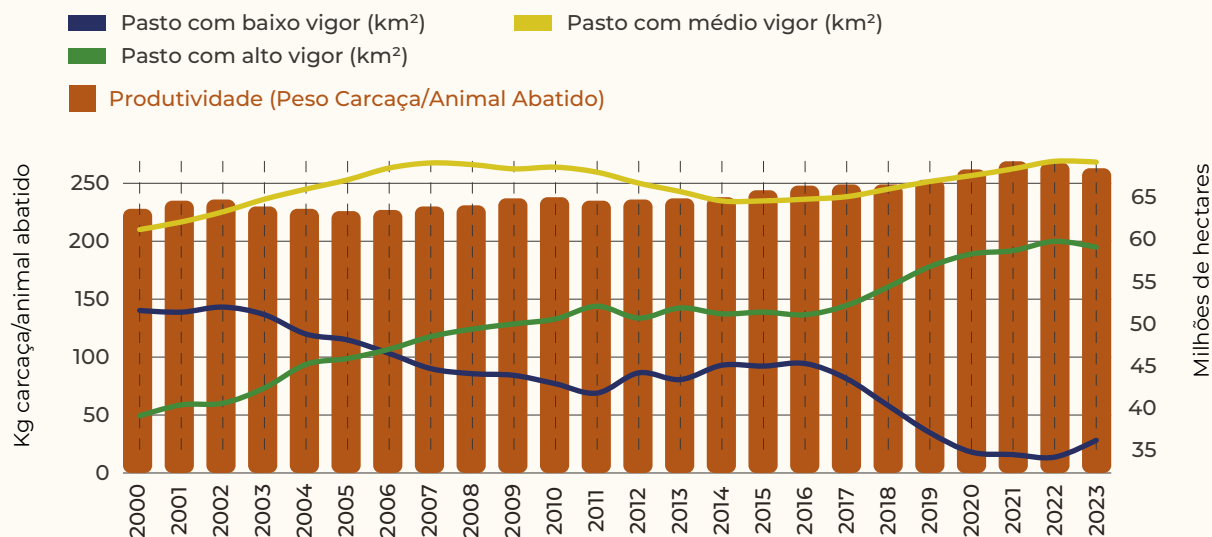
Fonte de dados: (ASBIA/CEPEA 2024).

Figura 5. Proporção de vacas inseminadas para produção de gado de corte nos estados da Amazônia entre 2015 e 2023



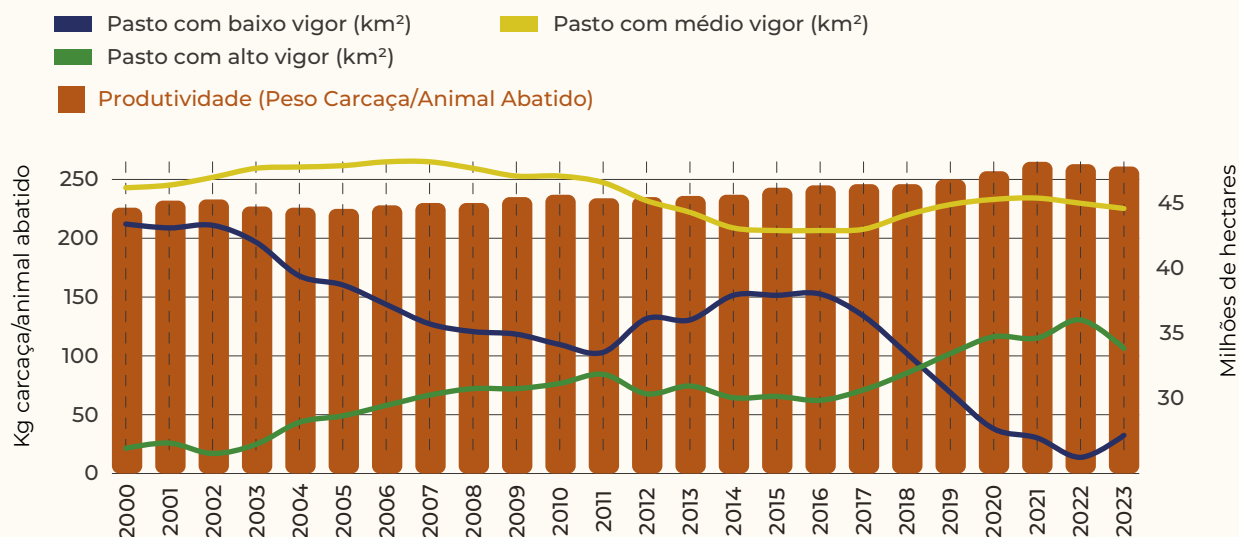
Fonte de dados: (ASBIA/CEPEA, 2024).

Figura 6. Hectare de pastos por vigor de pastagem e peso de carcaça de animais abatidos no Brasil entre 2000 e 2023



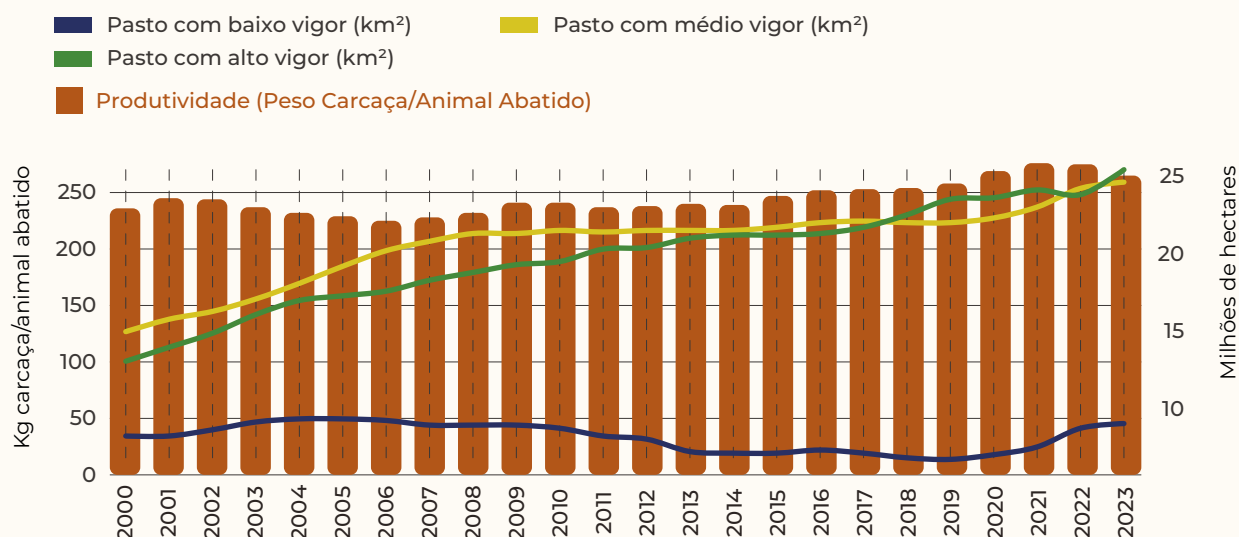
Fonte de dados: Cálculos dos autores com dados de peso de carcaça e animais abatidos (IBGE, s.d.) e área de pastos (Mapbiomas Brasil, 2023).

Figura 7. Hectare de pastos por vigor de pastagem e peso de carcaça de animais abatidos no Brasil, excluindo-se os estados da Amazônia Legal, entre 2000 e 2023



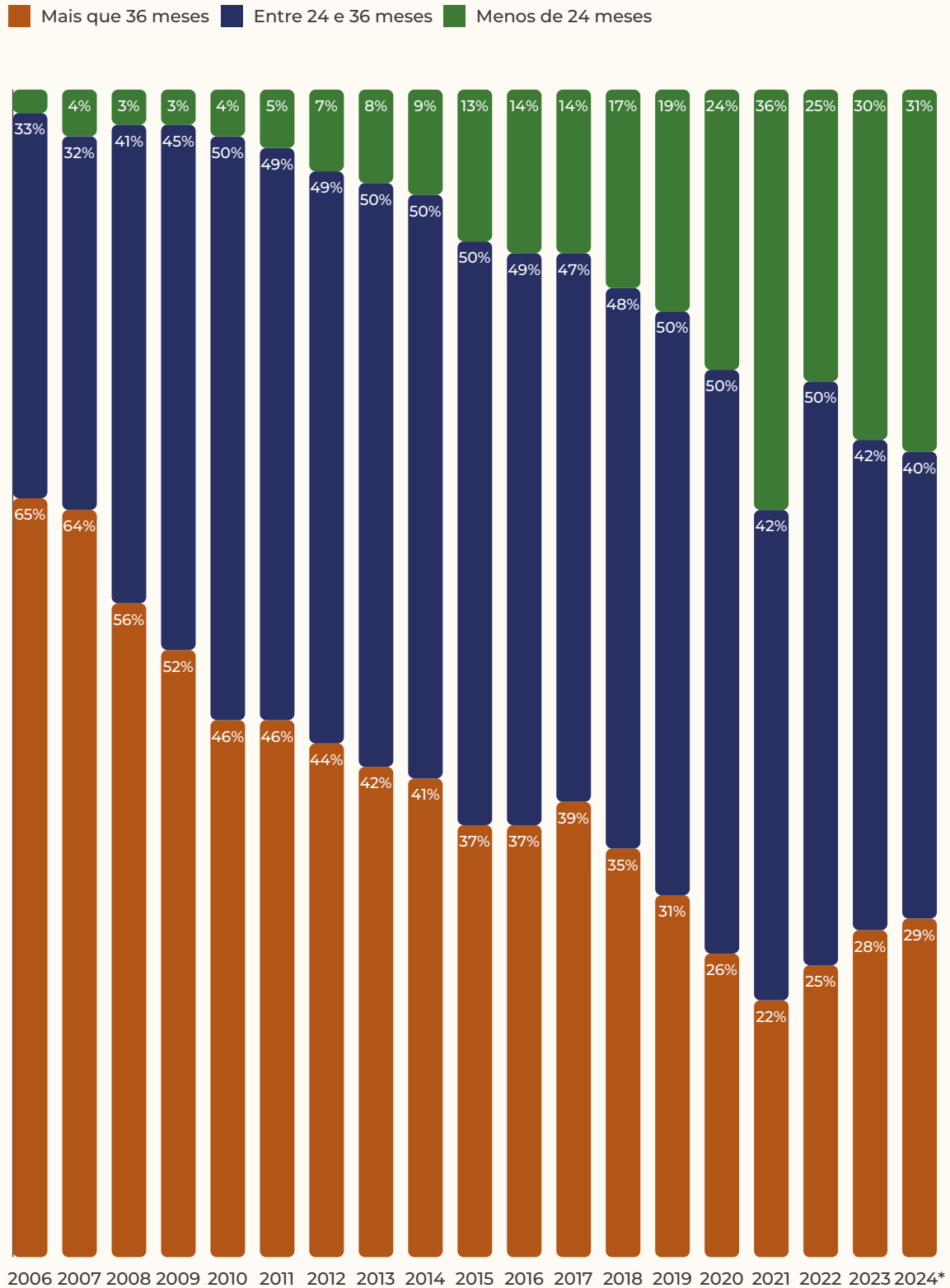
Fonte de dados: Cálculos dos autores com dados de peso de carcaça e animais abatidos (IBGE s.d.) e área de pastos (Mapbiomas Brasil, 2023).

Figura 8. Hectare de pastos por vigor de pastagem e peso de carcaça de animais abatidos nos estados da Amazônia Legal entre 2000 e 2023



Fonte de dados: Cálculos dos autores com dados de peso de carcaça e animais abatidos (IBGE s.d.) e área de pastos (Mapbiomas Brasil, 2023).

Figura 9. Proporção de bovinos abatidos por classes de idade em Mato Grosso



*Até julho de 2024. Fonte de dados: (IMEA, 2024).

A persistência do desmatamento para pecuária

Apesar dos esforços para aumentar a produtividade de pastagens no Brasil, o desmatamento para o cultivo de pastos continua sendo um fator significativo da expansão da produção. Entre 2000 e 2023, para cada hectare de pasto reformado, os fazendeiros brasileiros abriram, em média, um hectare de pasto novo por meio de desmatamento de florestas primárias e secundárias. Na Amazônia, a razão entre desmatamento e reforma de pastos foi de 2,35 (Tabela 1). É notável que antes de um programa bem-sucedido de combate ao desmatamento (Apêndice 2) entre 2000-2005, a razão era de 5,5 hectares desmatados para cada hectare de pasto reformado. Dado o sucesso do combate ao desmatamento (2009 a 2013), a razão foi 0,81. Mas depois do afrouxamento do controle do desmatamento a partir de 2012, a razão subiu para 2,66 (2020-2023). Assim, a Amazônia foi o único bioma onde houve uma correlação negativa significativa (-0,79) entre desmatamento⁵ e reforma de pastagens. Tendências semelhantes, embora menos intensas, foram observadas na Caatinga (-0,38) e no Cerrado (-0,18).

No entanto, a abertura de novas pastagens frequentemente não alcança seu potencial produtivo no longo prazo devido à significativa perda de qualidade. Em 2023, apenas 45% das áreas de pastagem abertas entre 2000 e 2023 estavam com alto vigor (Figura 10), evidenciando a ineficiência das práticas atuais de manejo dos pastos.

Em resumo, o Brasil alcançou ganhos significativos em produtividade, mas permanecem desafios críticos relacionados ao desmatamento e à degradação de pastagens. Em 2023, a degradação dos pastos foi equivalente a R\$ 27 bilhões ou 13% do valor bruto da produção pecuária bovina⁶.

⁵ Essa análise considerou o desmatamento de floresta primária e secundária conforme os dados do Mapbiomas. Mesmo considerando apenas o desmatamento de floresta primária, a correlação entre desmatamento e reforma de pastagem continuou alta e negativa (coeficiente de correlação -0,73).

⁶ O governo brasileiro estimou que em 2023, o valor bruto da produção pecuária bovina total somou R\$ 206,7 bilhões e sem leite atingiu R\$ 142,7 bilhões de um total de R\$ 1,18 trilhão. Dados disponíveis em Brasil (2024b).

Tabela 1.1 Área anual de desmatamento para formação de pastos e de reforma de pastos, razão entre desmatamento e reforma de pastos e coeficiente de correlação entre reforma de pasto e desmatamento por bioma e no Brasil

Transição	Amazônia (ha)			Cerrado (ha)			Caatinga (ha)		
	Reforma	Desmatamento	Proporção	Reforma	Desmatamento	Proporção	Reforma	Desmatamento	Proporção
2000-2001	323.425	2.192.595	6,78	524.193	612.324	1,17	308.003	139.465	0,45
2001-2002	654.838	2.414.205	3,69	536.290	610.954	1,14	202.066	134.236	0,66
2002-2003	488.240	3.141.695	6,43	671.754	897.652	1,34	251.533	152.656	0,61
2003-2004	568.145	2.888.236	5,08	784.171	705.807	0,90	866.115	153.412	0,18
2004-2005	540.836	2.343.605	4,33	507.581	634.954	1,25	568.493	162.707	0,29
2005-2006	695.808	1.872.637	2,69	793.825	571.893	0,72	419.204	161.949	0,39
2006-2007	917.130	1.563.212	1,70	856.787	484.262	0,57	501.088	132.492	0,26
2007-2008	869.519	1.534.629	1,76	778.191	491.204	0,63	533.460	161.413	0,30
2008-2009	1.080.511	965.731	0,89	767.833	425.036	0,55	379.536	136.430	0,36
2009-2010	1.083.796	846.340	0,78	965.338	386.987	0,40	20.131	125.201	6,22
2010-2011	1.337.077	897.858	0,67	1.067.264	429.304	0,40	79.159	133.574	1,69
2011-2012	1.021.730	868.424	0,85	950.069	599.980	0,63	122.679	175.626	1,43
2012-2013	1.194.863	1.038.412	0,87	1.414.019	736.315	0,52	39.006	163.462	4,19
2013-2014	903.001	977.248	1,08	652.664	611.581	0,94	68.460	157.713	2,30
2014-2015	829.189	1.214.436	1,46	727.770	586.670	0,81	217.308	146.160	0,67
2015-2016	730.010	1.367.637	1,87	555.587	529.962	0,95	258.781	132.777	0,51
2016-2017	957.999	1.119.093	1,17	883.745	479.533	0,54	231.170	98.799	0,43
2017-2018	1.338.729	1.201.756	0,90	998.810	464.262	0,46	780.307	129.734	0,17
2018-2019	1.184.188	1.633.539	1,38	723.187	461.922	0,64	1.508.616	131.967	0,09
2019-2020	828.132	1.437.168	1,74	601.386	436.259	0,73	1.890.342	138.798	0,07
2020-2021	704.112	1.879.319	2,67	760.520	422.610	0,56	586.512	169.872	0,29
2021-2022	720.942	1.944.007	2,70	1.144.887	468.218	0,41	785.024	182.587	0,23
2022-2023	716.263	1.883.026	2,63	142.723	639.966	4,48	339.257	1.013	0,00
Média da razão entre o desmatamento e a reforma			2,35			0,90			0,95
Coeficiente de correlação entre a área de reforma e o desmatamento no bioma			-0,79			-0,18			0,05

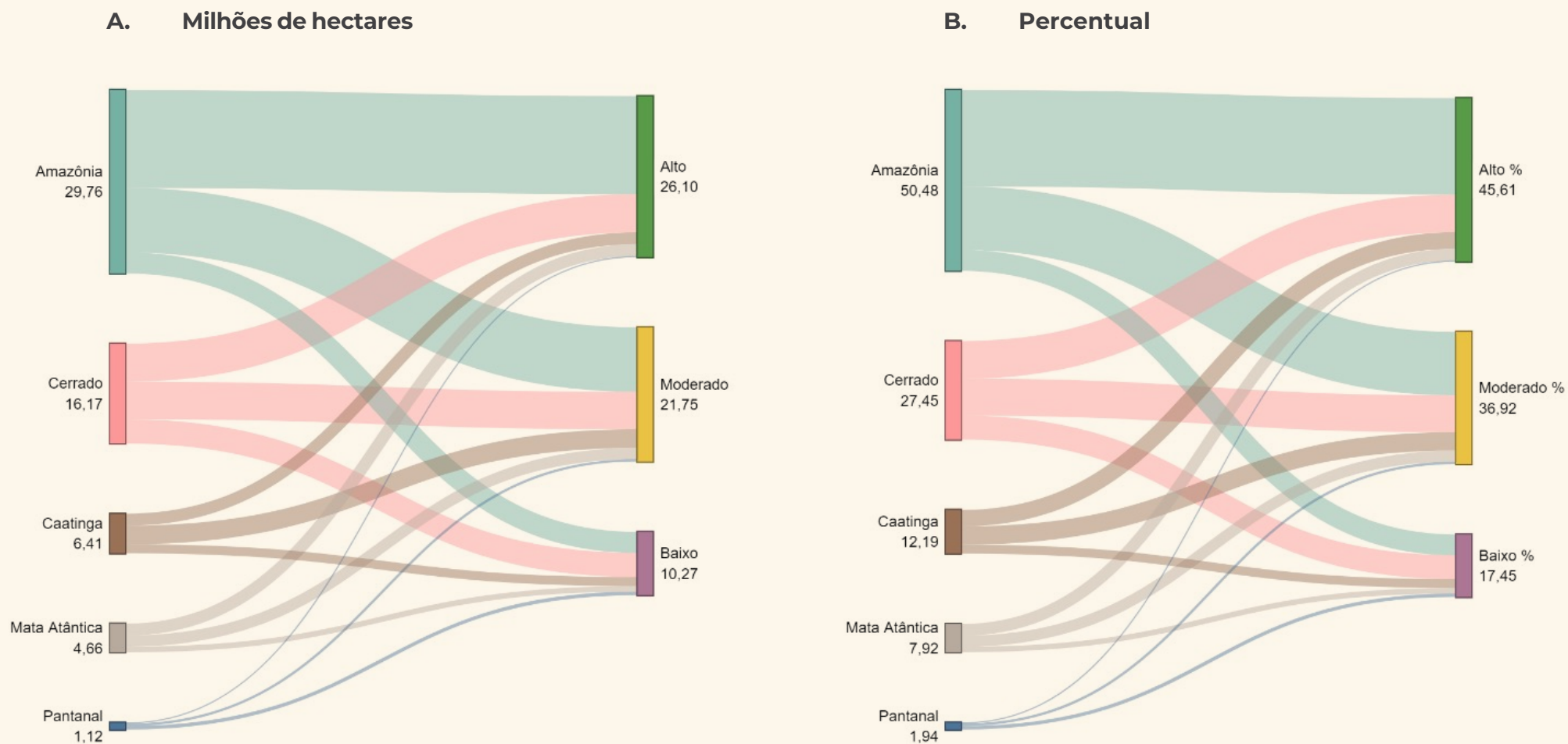
Fonte de dados: Estimativa dos autores com base em dados de Mapbiomas Brasil (2023).

Tabela 1.2 Área anual de desmatamento para formação de pastos e de reforma de pastos, razão entre desmatamento e reforma de pastos e coeficiente de correlação entre reforma de pasto e desmatamento por bioma e no Brasil

Transição	Mata Atlântica (ha)			Pantanal (ha)			Brasil		
	Reforma	Desmatamento	Proporção	Reforma	Desmatamento	Proporção	Reforma	Desmatamento	Proporção
2000-2001	223.099	49.840	0,22	23.331	19.113	0,82	1.402.050	3.013.337	2,15
2001-2002	562.577	41.448	0,07	12.777	23.323	1,83	1.968.548	3.224.166	1,64
2002-2003	687.282	49.726	0,07	13.560	27.046	1,99	2.112.369	4.268.775	2,02
2003-2004	973.557	43.424	0,04	15.700	29.033	1,85	3.207.687	3.819.911	1,19
2004-2005	457.667	33.488	0,07	11.780	18.288	1,55	2.086.357	3.193.041	1,53
2005-2006	616.713	32.288	0,05	14.639	20.356	1,39	2.540.189	2.659.123	1,05
2006-2007	756.604	26.110	0,03	17.534	12.957	0,74	3.049.144	2.219.033	0,73
2007-2008	694.324	25.892	0,04	24.241	14.860	0,61	2.899.735	2.227.997	0,77
2008-2009	919.683	26.550	0,03	17.474	15.741	0,90	3.165.037	1.569.489	0,50
2009-2010	871.859	25.696	0,03	41.261	12.741	0,31	2.982.386	1.396.964	0,47
2010-2011	894.637	27.300	0,03	55.755	11.561	0,21	3.433.891	1.499.598	0,44
2011-2012	587.602	30.004	0,05	84.435	9.172	0,11	2.766.514	1.683.207	0,61
2012-2013	795.146	34.544	0,04	71.050	9.952	0,14	3.514.084	1.982.685	0,56
2013-2014	444.065	30.259	0,07	29.786	11.421	0,38	2.097.975	1.788.222	0,85
2014-2015	590.075	34.983	0,06	19.869	10.349	0,52	2.384.212	1.992.599	0,84
2015-2016	462.888	28.208	0,06	17.623	14.077	0,80	2.024.888	2.072.661	1,02
2016-2017	917.926	23.191	0,03	9.026	15.911	1,76	2.999.865	1.736.528	0,58
2017-2018	1.037.046	23.151	0,02	7.433	15.291	2,06	4.162.326	1.834.193	0,44
2018-2019	475.382	23.033	0,05	7.890	18.029	2,29	3.899.264	2.268.492	0,58
2019-2020	479.592	20.740	0,04	11.952	20.618	1,73	3.811.403	2.053.583	0,54
2020-2021	481.233	26.493	0,06	22.884	26.882	1,17	2.555.262	2.525.176	0,99
2021-2022	1.047.019	33.836	0,03	57.116	25.973	0,45	3.754.987	2.654.621	0,71
2022-2023	125.012	23.339	0,19	8.987	52.765	5,87	1.332.242	2.600.109	1,95
Média da razão entre o desmatamento e a reforma			0,06			1,28			0,96
Coeficiente de correlação entre a área de reforma e o desmatamento no bioma			-0,08			-0,38			-0,38

Fonte de dados: Estimativa dos autores com base em dados de Mapbiomas Brasil (2023).

Figura 10. Vigor dos pastos em 2023 dentre os pastos formados entre 2000 e 2023 por bioma



Fonte de dados: Estimativas dos autores com dados de (Mapbiomas Brasil, 2023)

2.2 Fatores que determinaram o volume, os métodos e a geografia da expansão pecuária

Desde o ano 2000 os fazendeiros vêm mudando onde e como aumentar a produção de gado no Brasil influenciados por demandas de mercado, de políticas públicas, condições ambientais e estruturais. Além disso, eles também moldaram parte das demandas políticas e de mercado sobre como e onde produzir.

Mudanças de demanda influenciaram métodos e geografia da produção.

O aumento de demanda externa e interna entre 2000 e 2023 impulsionaram o aumento de produção e eventualmente de produtividade. As exportações cresceram 800% a partir dos anos 2000, possibilitadas por avanços no controle sanitário, como a erradicação da febre aftosa, doença que antes restringia as exportações (P. Barreto et al. 2017). Entre 2000 e 2023, o percentual de carne bovina produzida no Brasil para exportação aumentou de 5% para 22%, enquanto o valor exportado cresceu de US\$ 835 milhões para US\$ 10,5 bilhões segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC, s.d.). A China emergiu como o principal destino, aumentando sua participação de 0,2% para 60% do volume total exportado, estimados considerando os dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (Brasil, s.d.a).

Para atender à demanda, os fazendeiros responderam tanto melhorando a produtividade (especialmente fora da Amazônia) quanto aumentando as áreas de pastos (principalmente na Amazônia).

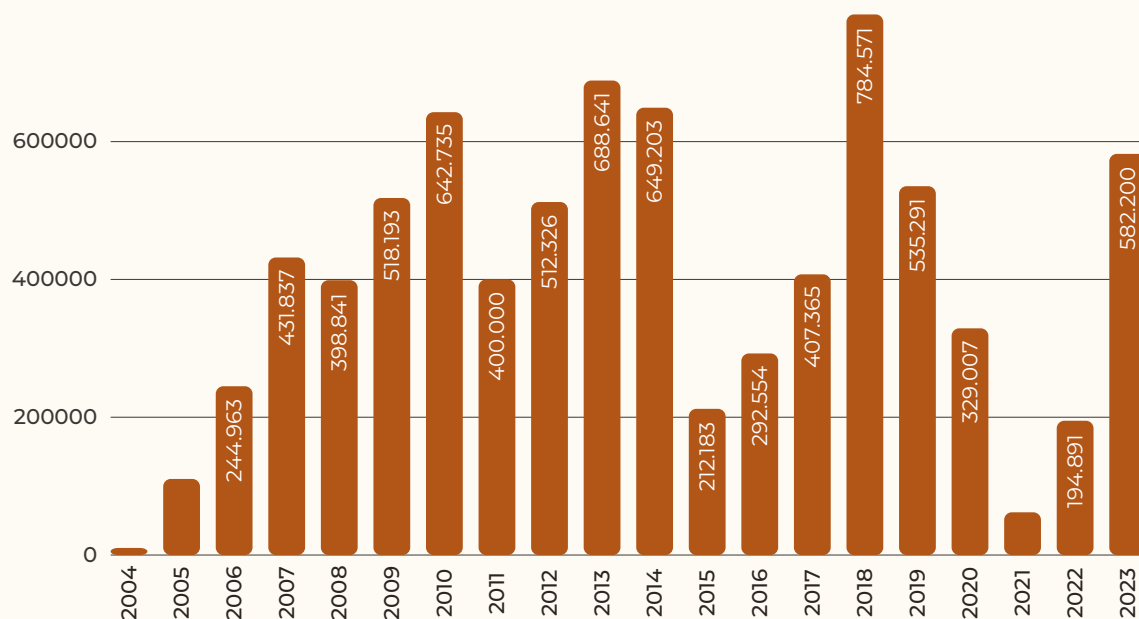
A partir de 2015, as exigências e prêmios do mercado chinês foram seguidas de aumento de produtividade. Os chineses demandaram carne de animais com no máximo 30 meses de idade e ofereceram preços até 30% superiores ao do mercado. Até 2022, o preço da arroba para o mercado chinês, chamado de “boi China” pelo setor, era R\$ 20,00 a R\$ 30,00 maior que o convencional, estimulando margens de lucro mais altas e avanços tecnológicos. O aumento das exportações para a China coincidiu com o aumento de área de pastos de alto vigor, a redução de pastos de baixo vigor, o ganho de peso médio de carcaça, o uso de confinamentos para engorda e a adoção de inseminação artificial para reprodução de gado de corte. O aumento da demanda chinesa

⁷ Informação de fazendeiro e consultor do Pará.

e de outros mercados internacionais coincidiu também com mais desmatamento na Amazônia (Zu Ermgassen et al., 2020). Essa influência pode ser direta e indireta. Por exemplo, o aumento de confinamento de gado coincidiu com o comércio de gado vivo entre estados, ampliando o impacto de longa distância da pecuária. Por exemplo, o Acre tem exportado principalmente bezerros de até 12 meses para os estados de Mato Grosso (38%), Amazonas (27%) e São Paulo (24%) (Fernandes et al., 2024).

O crescimento da exportação de bovinos vivos (Figura 11) também coincidiu com o uso de tecnologia para aumentar a produção. Por exemplo, a exportação de gado jovem para engorda na Turquia, que pagou até 53% mais que o mercado interno, levou fazendeiros no Pará a adotarem inseminação artificial para acelerar a reprodução do gado. Assim, o Pará se tornou o maior exportador de bovinos vivos. Até julho de 2024, o estado do Pará liderou as exportações de gado vivo, sendo responsável por 51,41% do total, com 238.582 cabeças enviadas para o exterior (Scot Consultoria, 2024). Além da produção local, o Pará passou a reexportar bezerros de estados vizinhos, com o Tocantins⁷.

Figura 11. Número de bovinos vivos exportados pelo Brasil entre 2004 e 2023

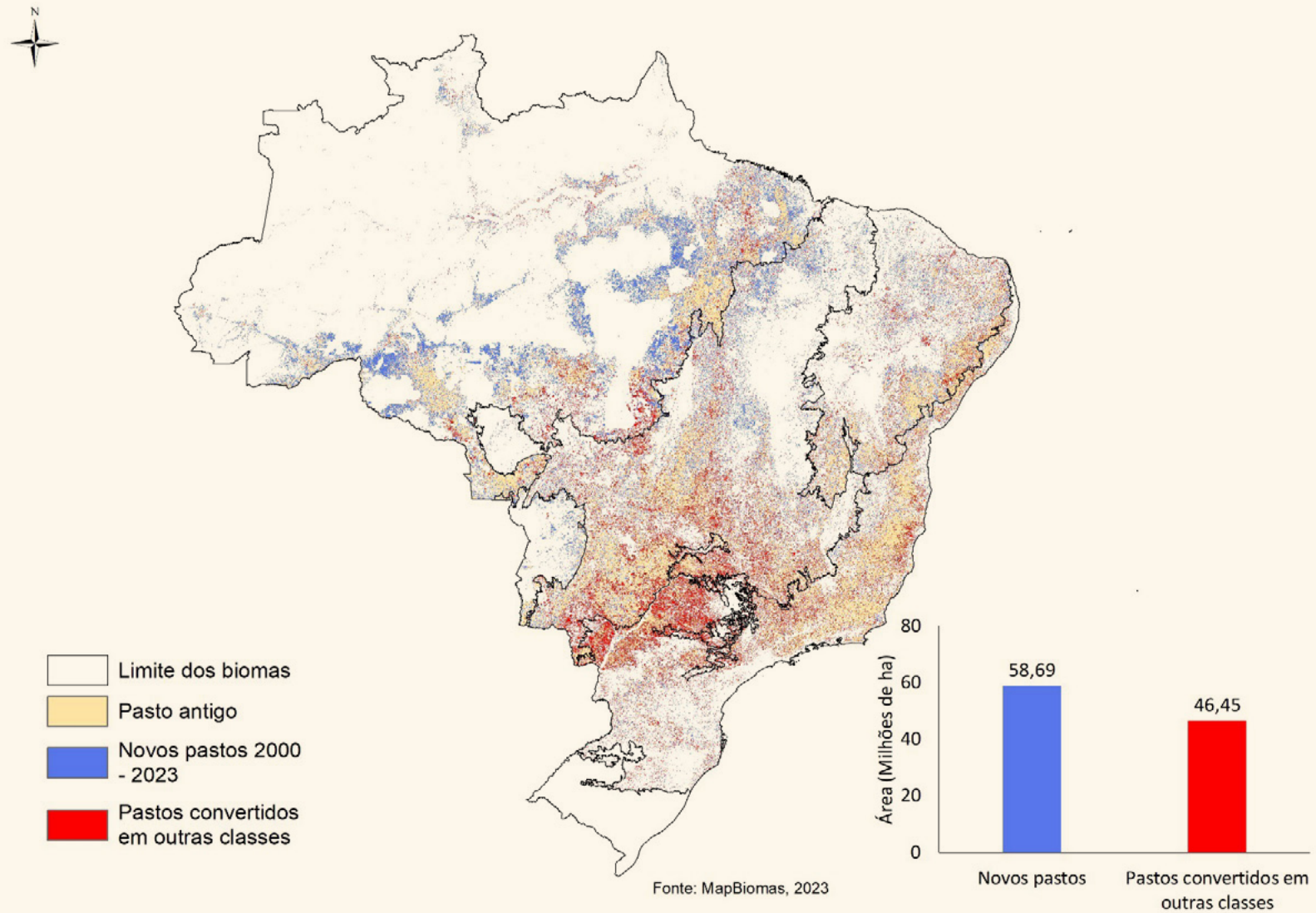


Fonte de dados: Scot Consultoria (2023).

A localização da pecuária também foi influenciada pelo aumento das exportações agrícolas. Plantios agrícolas em pastagens degradadas, especialmente no Centro-Sul do Brasil, deslocaram parte da criação de gado para novas fronteiras do Cerrado e Amazônia entre 2000 e 2023 (Figura 12).

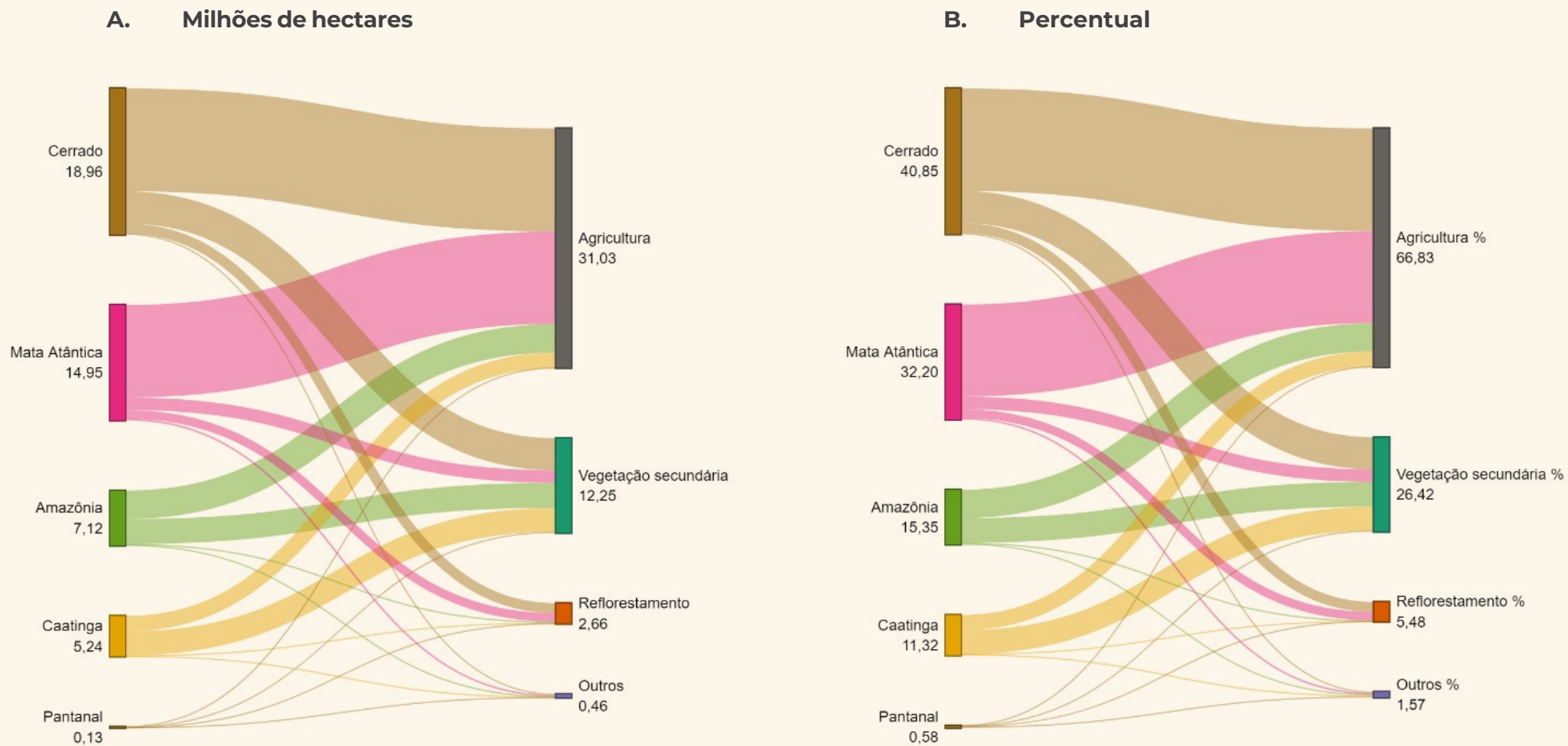
Dos pastos convertidos em outros usos no Brasil, dois terços foram destinados para agricultura (Figura 13). Além disso, em 2023, cerca de 26% das áreas que deixaram de ser pastos no país estavam em processo de regeneração da vegetação nativa, classificadas como vegetação secundária (Figura 13). Na Amazônia, quase metade dessas áreas apresentavam vegetação secundária no mesmo período, evidenciando o significativo insucesso e desperdício associado ao desmatamento para a formação de pastagens.

Figura 12. Mudanças nas áreas de pastagens no Brasil entre 2000 e 2023



Fonte de dados: Elaborada pelos autores com dados de Mapbiomas Brasil (2023).

Figura 13. Área de pastos convertidos para outras classes de cobertura do solo entre 2000 e 2023 por bioma brasileiro



Fonte de dados: Elaborada pelos autores com dados de Mapbiomas Brasil (2023).

O Controle ambiental impulsionou melhorias de produtividade. A partir de 2003 reações contra o desmatamento e a troca de governo federal, resultaram em várias políticas públicas e privadas pela conservação florestal. A implementação de programas como o PPCDAm (Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal) e a Moratória da Soja reduziram o desmatamento em cerca de 80% entre 2003 e 2012 (detalhes das políticas no Apêndice 2). Essas políticas, junto com apoio aos produtores, ajudaram a adoção de práticas mais produtivas nos anos seguintes. Esse período coincidiu também com o crescimento de pastos de alto vigor e crescimento de peso médio da carcaça dos animais abatidos, enquanto que a área de pastos com baixo vigor caiu (Ver figuras 6, 7 e 8). Essas mudanças indicam aumento do custo de desmatar ilegalmente terras privadas ou públicas por causa do aumento do risco de punição. Como esperado, estudos mostraram que nas regiões onde houve controle do desmatamento os fazendeiros aumentaram o uso de técnicas para aumentar a produtividade nas áreas já desmatadas (Alix-Garcia e Gibbs, 2017; Garrett et al., 2018).

O crédito rural como facilitador do aumento de produção e produtividade. A adoção de tecnologias agropecuárias no Brasil tem sido significativamente facilitada pela expansão do Plano Safra, um programa governamental que fornece crédito rural subsidiado, em grande parte influenciado por demandas do setor rural (Neto 2018). O recurso alocado para o Plano Safra de 2020-21 foi 257% maior em termos reais (737% em termos nominais) do que em 2003-04 (Figura 14).

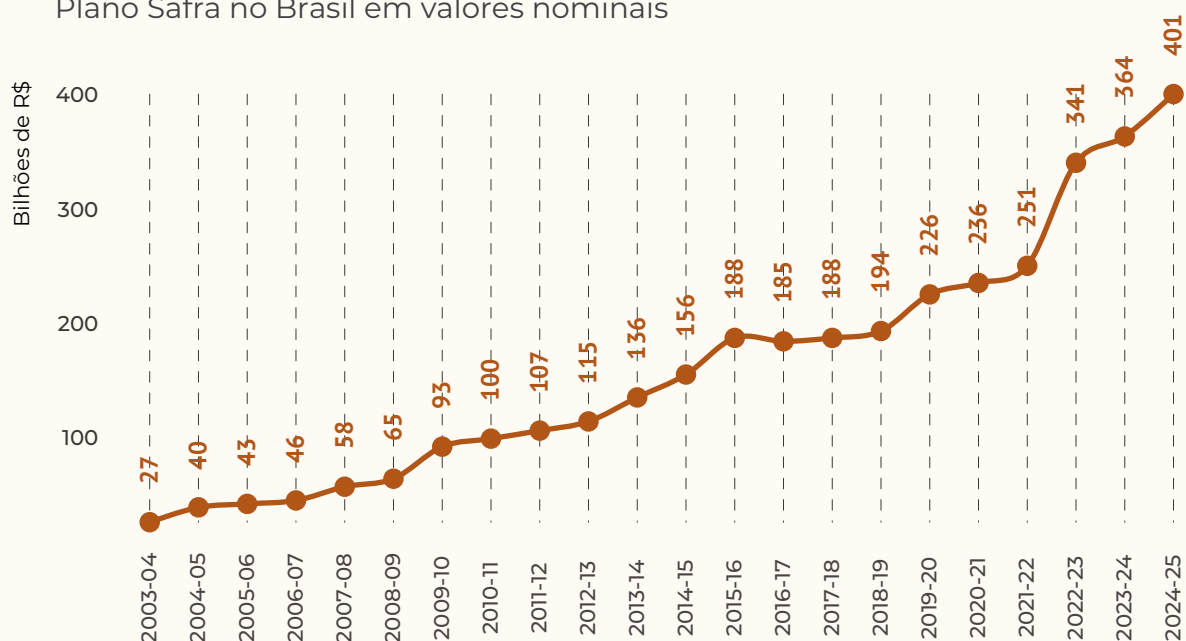
Além do aumento do volume de crédito entre 2013 e 2023, aumentou a contratação do crédito para produtos associados ao aumento de produtividade no Brasil e nos estados da Amazônia. No Brasil, a proporção desses itens subiu de 13% em 2013 para 22% em 2023 (Figura 15), enquanto nos estados da Amazônia o aumento foi de 14% para 25% no mesmo período (Figura 16). Essa tendência foi parecida nos cinco estados que concentravam 92% do rebanho na região (Mato Grosso, Pará, Rondônia, Tocantins e Maranhão), como pode ser visto no Apêndice 3.

Os principais produtos desses investimentos em produtividade incluíram melhorias no solo e nas pastagens, infraestrutura para o pastejo rotacionada, como cercas, e sistemas de captação e distribuição de água. Além disso, os investimentos em irrigação cresceram, indicando uma resposta à redução de

chuvas. Esses perfis de investimentos seguiram tendências similares no Brasil e nos estados da Amazônia Legal (Figuras 17 e 18). O Apêndice 4 contém mapas que ilustram a redução das chuvas em diferentes regiões, ajudando a visualizar as áreas mais afetadas pela seca. Já os dados do Projeto MapBiomas (2022) apresentam informações sobre o aumento da irrigação no Brasil, mostrando como a agricultura tem se adaptado às mudanças climáticas, especialmente em regiões onde as estações secas se tornaram mais intensas.

É relevante notar que, apesar dos avanços no controle ambiental do crédito rural, aumentou fortemente o crédito privado subsidiado para o setor rural por meio de novos instrumentos sem as mesmas regras. O estoque de crédito destes novos instrumentos em outubro de 2024 atingiu R\$1,13 trilhão (cerca de 10% do PIB em 2023) e foi 551% maior do que em outubro de 2020 (Figura 19). Esses créditos podem ter contribuído tanto para melhorar a produtividade quanto para, pelo menos indiretamente, ter induzido ao desmatamento. Por exemplo, uma análise recente revelou que o crédito privado esteve associado ao desmatamento em Rondônia. Este vínculo se deu pela falta de critérios ambientais robustos para a concessão de financiamento, o que permitiu que recursos fossem direcionados para atividades que promovem a expansão de áreas desmatadas (Bronoski, 2025).

Figura 14. Evolução dos recursos programados para financiamento rural do Plano Safra no Brasil em valores nominais

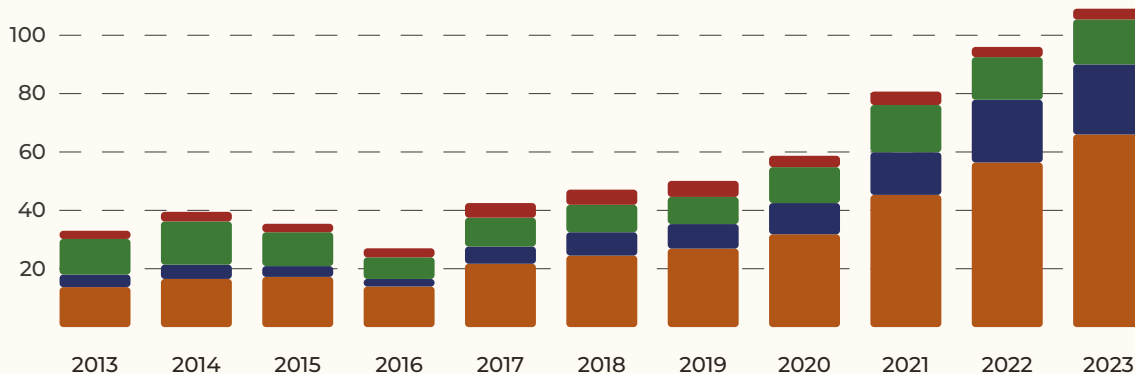


Fonte de dados: Brasil (s.d. b) (s.d. c) (s.d. d).

Figura 15. Finalidade e tipo de produto contratado de crédito rural para pecuária bovina no Brasil entre 2013 e 2023

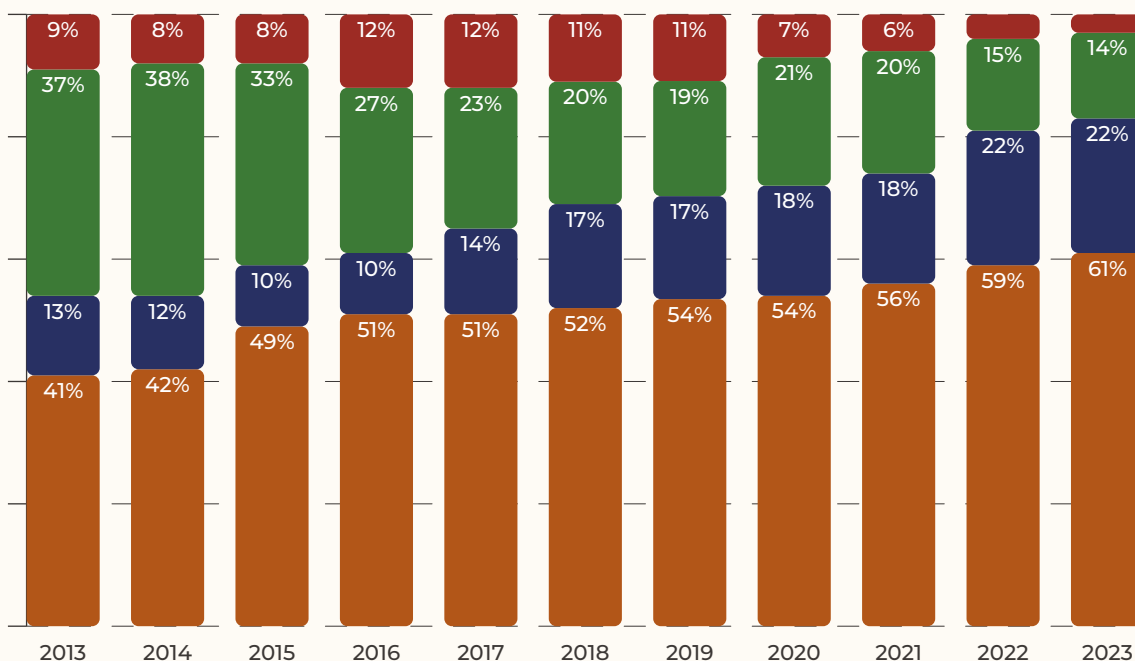
A. Em reais nominais

■ CUSTEIO - BOVINOS
 ■ INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE
 ■ INVESTIMENTO - BOVINOS
 ■ OUTROS



	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
CUSTEIO - BOVINOS	R\$ 13.658	R\$ 16.452	R\$ 17.202	R\$ 13.865	R\$ 21.650	R\$ 24.454	R\$ 26.925	R\$ 31.814	R\$ 45.259	R\$ 56.376	R\$ 65.978
INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE	R\$ 4.309	R\$ 4.861	R\$ 3.709	R\$ 2.626	R\$ 5.884	R\$ 7.984	R\$ 8.448	R\$ 10.674	R\$ 14.625	R\$ 21.495	R\$ 23.961
INVESTIMENTO - BOVINOS	R\$ 12.237	R\$ 14.834	R\$ 11.609	R\$ 7.411	R\$ 9.884	R\$ 9.358	R\$ 9.298	R\$ 12.347	R\$ 16.166	R\$ 14.578	R\$ 15.393
OUTROS	R\$ 2.846	R\$ 3.279	R\$ 2.863	R\$ 3.120	R\$ 4.974	R\$ 5.203	R\$ 5.480	R\$ 3.909	R\$ 4.626	R\$ 3.481	R\$ 3.706

B. Em percentual

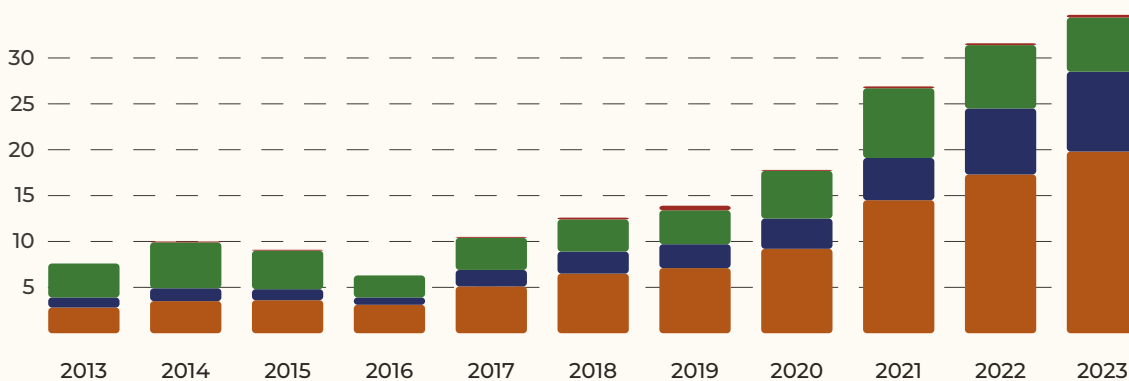


Fonte de dados: Cálculos dos autores com base em dados do Banco Central do Brasil (s.d.).

Figura 16. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural nos estados da Amazônia, em milhões de reais, entre 2013 e 2023

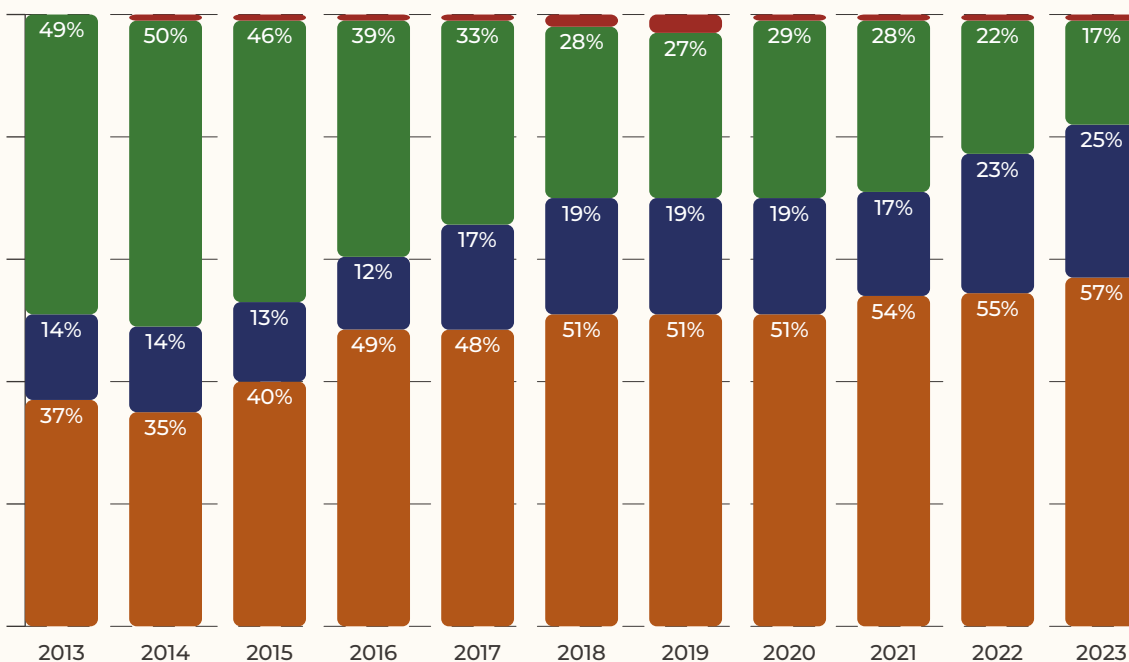
A. Em reais nominais

■ CUSTEIO - BOVINOS
 ■ INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE
 ■ INVESTIMENTO - BOVINOS
 ■ OUTROS



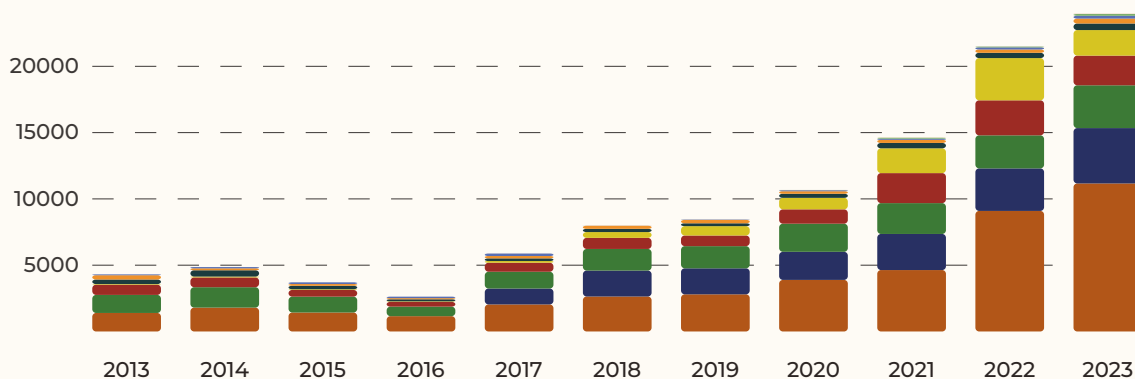
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
CUSTEIO - BOVINOS	R\$ 2.832	R\$ 3.542	R\$ 3.570	R\$ 3.075	R\$ 5.068	R\$ 6.451	R\$ 7.132	R\$ 9.198	R\$ 14.491	R\$ 17.344	R\$ 19.816
INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE	R\$ 1.057	R\$ 1.393	R\$ 1.213	R\$ 783	R\$ 1.833	R\$ 2.370	R\$ 2.581	R\$ 3.321	R\$ 4.567	R\$ 7.230	R\$ 8.690
INVESTIMENTO - BOVINOS	R\$ 3.723	R\$ 5.011	R\$ 4.150	R\$ 2.440	R\$ 3.535	R\$ 3.548	R\$ 3.746	R\$ 5.232	R\$ 7.610	R\$ 6.915	R\$ 5.862
OUTROS	R\$ 31	R\$ 89	R\$ 72	R\$ 33	R\$ 120	R\$ 214	R\$ 466	R\$ 123	R\$ 180	R\$ 159	R\$ 270

B. Em percentual



Fonte de dados: Cálculos dos autores com base em dados do Banco Central do Brasil (s.d.).

Figura 17. Valor nominal de contratos* por tipo de produto contratado de crédito rural para pecuária bovina no Brasil entre 2013 e 2023

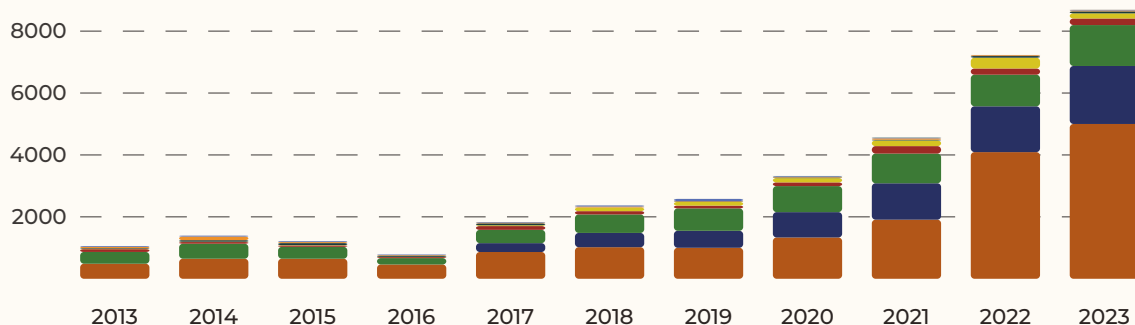


	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Investimento - proteção, adubação e correção intensiva do solo	R\$ 1.396,6	R\$ 1.800,8	R\$ 1.430,8	R\$ 1.155,9	R\$ 2.040,0	R\$ 2.638,1	R\$ 2.802,1	R\$ 3.889,7	R\$ 4.632,8	R\$ 9.092,3	R\$ 11.165,4
Investimento - terraços, porteiras, mata-burros, currais, cochos, cercas, balanços					R\$ 1.200,3	R\$ 1.955,2	R\$ 1.961,9	R\$ 2.118,6	R\$ 2.722,1	R\$ 3.209,3	R\$ 4.176,0
Investimento - pastagem	R\$ 1.361,6	R\$ 1.538,5	R\$ 1.196,3	R\$ 718,2	R\$ 1.264,9	R\$ 1.631,5	R\$ 1.672,1	R\$ 2.120,5	R\$ 2.327,3	R\$ 2.493,6	R\$ 3.227,9
Investimento - irrigação	R\$ 772,4	R\$ 735,9	R\$ 507,1	R\$ 358,4	R\$ 682,4	R\$ 837,4	R\$ 803,1	R\$ 1.083,4	R\$ 2.263,2	R\$ 2.639,8	R\$ 2.238,0
Investimento - implantação de tecnologias de energia renovável, ambiental e pequenas aplicações hidroenergéticas, eletrificação rural	R\$ 45,2	R\$ 66,3	R\$ 52,5	R\$ 39,9	R\$ 125,2	R\$ 436,5	R\$ 706,0	R\$ 867,3	R\$ 1.870,0	R\$ 3.185,3	R\$ 1.927,0
Custeio - vacinas, sais minerais e medicamentos	R\$ 344,7	R\$ 475,5	R\$ 260,4	R\$ 154,9	R\$ 201,6	R\$ 243,8	R\$ 215,3	R\$ 308,7	R\$ 406,0	R\$ 399,4	R\$ 495,6
Investimento - construção/recuperação barragem/tanque, sistemas captação de água / sistemas de captação, retenção e aproveitamento de água / perfuração poço, cacimba/cisterna	R\$ 321,8	R\$ 146,8	R\$ 131,5	R\$ 87,1	R\$ 177,5	R\$ 229,7	R\$ 253,7	R\$ 188,7	R\$ 233,9	R\$ 248,7	R\$ 371,2
Custeio - pastagem e capim	R\$ 64,3	R\$ 94,6	R\$ 128,5	R\$ 111,4	R\$ 186,1	R\$ 3,9	R\$ 27,2	R\$ 74,2	R\$ 88,8	R\$ 161,5	R\$ 214,6
Investimento - aquisição de sistemas para rastreabilidade de bovinos e bubalinos								R\$ 7,0	R\$ 64,6	R\$ 55,2	R\$ 127,4
Investimento - confinamento de bovinos "free stall"					R\$ 1,6	R\$ 2,8	R\$ 0,7	R\$ 5,4	R\$ 4,9	R\$ 3,8	R\$ 9,4
Investimento - aquisição de equipamentos de informática e telecomunicações, incluindo aquisição de software					R\$ 1,4	R\$ 2,5	R\$ 2,5	R\$ 8,3	R\$ 9,0	R\$ 1,4	R\$ 4,4
Investimento - inseminação artificial e aquisição de sêmen, óvulos e embriões de animais	R\$ 1,9	R\$ 2,4	R\$ 1,7	R\$ 0,8	R\$ 2,6	R\$ 3,1	R\$ 3,3	R\$ 2,5	R\$ 2,4	R\$ 4,5	R\$ 4,2

*Dados em ordem crescente de valores em 2023.

Fonte de dados: Cálculos dos autores com base em dados do Banco Central do Brasil (s.d.).

Figura 18. Valor nominal de contratos* por tipo de produto contratado de crédito rural para pecuária bovina nos estados da Amazônia Legal entre 2013 e 2023

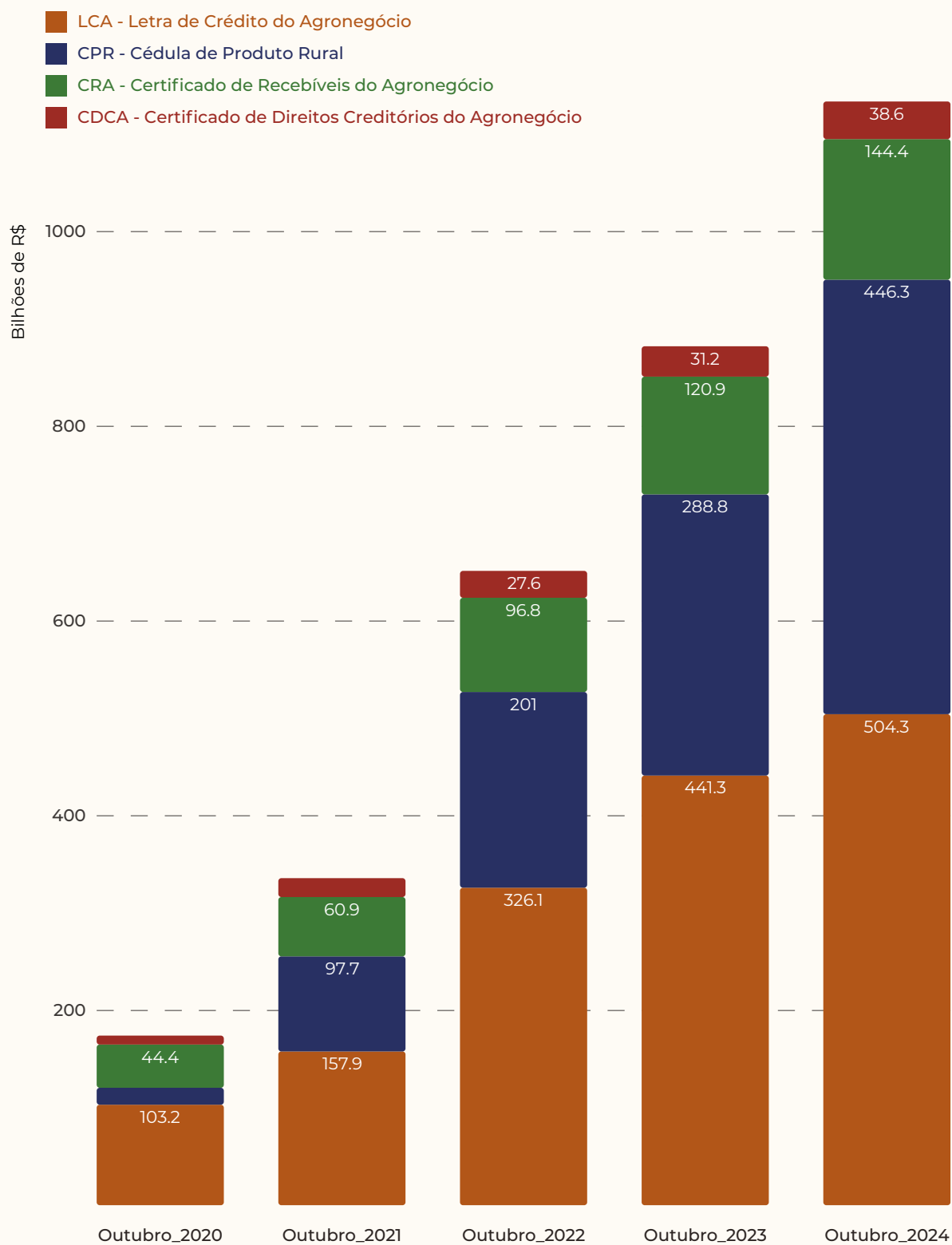


	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Investimento - proteção, adubação e correção intensiva do solo	R\$ 486,0	R\$ 648,2	R\$ 647,9	R\$ 461,2	R\$ 864,5	R\$ 1.020,2	R\$ 1.001,3	R\$ 1.333,7	R\$ 1.909,0	R\$ 4.091,6	R\$ 5.000,5
Investimento - terraços, porteiras, mata-burros, currais, cochos, cercas, balanças					R\$ 286,6	R\$ 460,6	R\$ 548,1	R\$ 818,7	R\$ 1.175,9	R\$ 1.479,7	R\$ 1.873,1
Investimento - pastagem	R\$ 380,6	R\$ 484,1	R\$ 383,6	R\$ 206,0	R\$ 429,2	R\$ 596,6	R\$ 724,3	R\$ 841,4	R\$ 958,7	R\$ 1.020,6	R\$ 1.321,8
Investimento - irrigação	R\$ 89,4	R\$ 53,8	R\$ 44,2	R\$ 33,0	R\$ 121,8	R\$ 106,7	R\$ 89,7	R\$ 119,4	R\$ 241,5	R\$ 200,9	R\$ 212,7
Investimento - implantação de tecnologias de energia renovável, ambiental e pequenas aplicações hidroenergéticas, eletrificação rural	R\$ 9,9	R\$ 11,4	R\$ 10,6	R\$ 8,3	R\$ 26,6	R\$ 115,4	R\$ 117,2	R\$ 137,4	R\$ 183,4	R\$ 349,4	R\$ 165,9
Custeio - vacinas, sais minerais e medicamentos	R\$ 22,3	R\$ 49,0	R\$ 65,7	R\$ 40,9	R\$ 61,9	R\$ 2,1	R\$ 17,9	R\$ 21,3	R\$ 24,0	R\$ 52,5	R\$ 63,4
Investimento - construção/recuperação barragem/tanque, sistemas captação de água / sistemas de captação, retenção e aproveitamento de água / perfuração poço, cacimba/cisterna	R\$ 43,0	R\$ 117,2	R\$ 33,1	R\$ 16,7	R\$ 22,8	R\$ 31,5	R\$ 12,6	R\$ 20,2	R\$ 43,0	R\$ 28,4	R\$ 28,8
Custeio - pastagem e capim	R\$ 25,6	R\$ 29,2	R\$ 27,4	R\$ 17,0	R\$ 19,1	R\$ 34,9	R\$ 68,6	R\$ 23,8	R\$ 23,7	R\$ 5,2	R\$ 19,1
Investimento - aquisição de sistemas para rastreabilidade de bovinos e bubalinos					R\$ 0,1	R\$ 0,5	R\$ 0,5	R\$ 4,3	R\$ 6,6	R\$ 0,0	R\$ 1,8
Investimento - confinamento de bovinos "free stall"								R\$ 0,1	R\$ 0,5	R\$ 0,1	R\$ 1,6
Investimento - aquisição de equipamentos de informática e telecomunicações, incluindo aquisição de software					R\$ 0,1	R\$ 0,1	R\$ 0,0	R\$ 0,2	R\$ 0,5	R\$ 1,3	R\$ 1,0
Investimento - inseminação artificial e aquisição de sêmen, óvulos e embriões de animais	R\$ 0,3	R\$ 0,2	R\$ 0,2	R\$ 0,1	R\$ 0,5	R\$ 1,0	R\$ 0,4	R\$ 0,2	R\$ 0,1	R\$ 0,4	R\$ 0,4

*Dados em ordem crescente de valores em 2023.

Fonte de dados: Cálculos dos autores com base em dados do Banco Central do Brasil (s.d.).

Figura 19. Valor do estoque de títulos de crédito privado do agronegócio



Fonte de dados: Dados compilados a partir do Boletim do Agro – Finanças – Novembro de 2024 (Brasil, 2024a).

2.3 Fatores associados à melhoria de pastos na Amazônia

Utilizamos um modelo matemático para estimar a probabilidade de melhoria de pastos degradados (Figura 20). Analisamos 17 fatores diferentes e descobrimos que 12 deles eram significativos para explicar a localização das mudanças de pastos de baixo e médio vigor para alto vigor entre 2018 e 2022 (Tabela 2). Com esses fatores, conseguimos explicar 88% das reformas ocorridas nesse período. A medida de habilidade $(0,7)^8$ indica que a precisão do modelo identificou relações reais entre as variáveis, ou seja, essas relações não foram aleatórias. Para validar a eficácia do modelo desenvolvido com os dados de 2018 a 2022, testamos sua capacidade de prever as reformas de pastos em 2023. O modelo acertou 72% das localizações dessas reformas, indicando que os fatores explicativos podem prever com razoável precisão onde os fazendeiros tendem a reformar seus pastos nas condições atuais.

Os fatores mais relevantes para explicar a melhoria de pastos foram a distância de pastos de alto vigor, a declividade do terreno, a densidade de silos para armazenamento de grãos, a água disponível no solo e a densidade de frigoríficos que exportam para a China (Tabela 2). Outros fatores relevantes incluíram a distância de estradas oficiais, o percentual de produtores que receberam assistência técnica e o percentual de produtores que concluíram o Ensino Médio. Essa análise confirma a importância de fatores naturais, infraestrutura, mercado e condição dos produtores para a adoção de tecnologias. Esses fatores facilitam a produção e o transporte da carne. A maior probabilidade de melhoria de pastos no entorno de frigoríficos exportadores para a China mostra que os fazendeiros estão usando tecnologias para produzir o “boi-China”, que é a carne de gado mais jovem e com maior preço.

Destacamos exemplos que mostram como a chance de melhorar as pastagens varia em diferentes áreas. No nordeste do Pará, há um grande potencial para melhorar as pastagens devido à abundância de água (chuvas), proximidade de rodovias e presença de frigoríficos, incluindo um que exporta para a China (Figura 21). Em contraste, o centro-oeste e sudeste do Pará têm potenciais médios

⁸ O Skill Measure é a diferença entre a acurácia do modelo e a acurácia esperada ao acaso (Ngoy et al., 2021).

e baixos de melhoria de pastagem, respectivamente, devido à menor precipitação e menor quantidade de estradas, o que torna o transporte mais difícil.

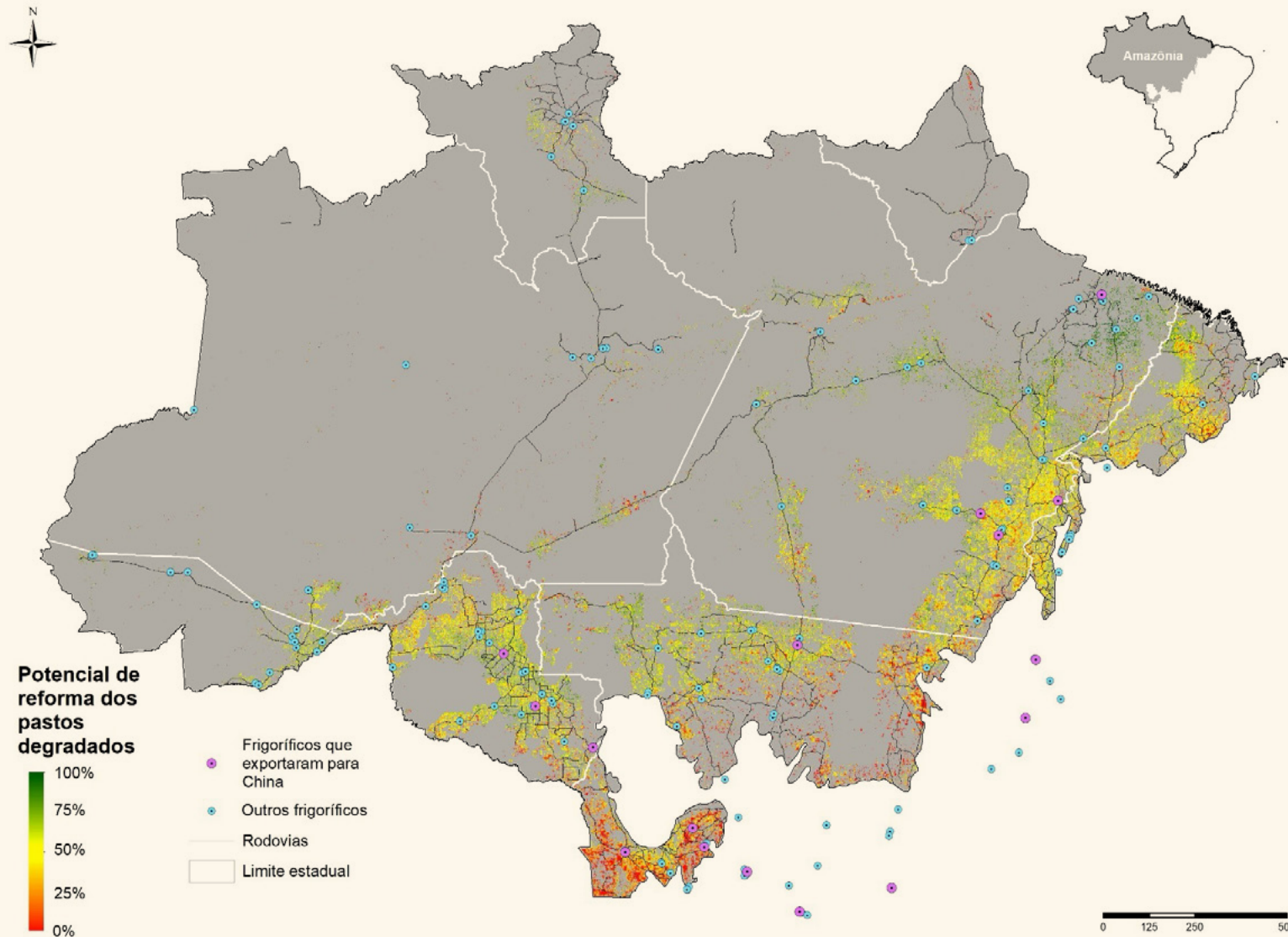
No noroeste de Mato Grosso, onde as chuvas são mais frequentes, o potencial de intensificação é mais alto. Já no sudoeste desse estado, apesar da proximidade de rodovias e frigoríficos exportadores, o potencial de melhorar as pastagens é limitado pela baixa precipitação (Figura 22). Essa limitação pode ter sido piorada pela redução de chuvas na região (Apêndice 4 e Projeto Mapbiomas (2024). A necessidade de adaptação à redução de chuvas é evidenciada pelo aumento da irrigação em Mato Grosso, tanto para a produção de grãos (Projeto Mapbiomas, 2022) quanto para pastagens (Figura 32 no Apêndice 4). Essa estratégia permite aumentar a produção de carne, apesar das dificuldades para melhorar as pastagens.

Tabela 2. Acurácia do modelo de estimativa do potencial de reforma de pastos e ordem de influência dos seus fatores explicativos

Variáveis da modelagem	Acurácia (%)	Medida de habilidade do modelo ⁹	Ordem de influência das variáveis
Com todas as variáveis	87,5	0,75	
Distância de pastos com alto vigor	62,9	0,26	1
Declividade do terreno	84,8	0,70	2
Densidade de silos	85,8	0,72	3
Água disponível no solo	85,8	0,72	4
Densidade de frigoríficos que exportaram para China	86,1	0,72	5
Densidade de áreas desmatadas	86,9	0,74	6
Precipitação	87,2	0,74	7
Carbono no solo	87,4	0,75	8
Distância de áreas embargadas	87,4	0,75	9
Distância de estradas oficiais	87,5	0,75	10
Assistência técnica em estabelecimentos rurais	87,7	0,75	11
Taxa de conclusão de Ensino Médio para produtores rurais	88,1	0,76	12

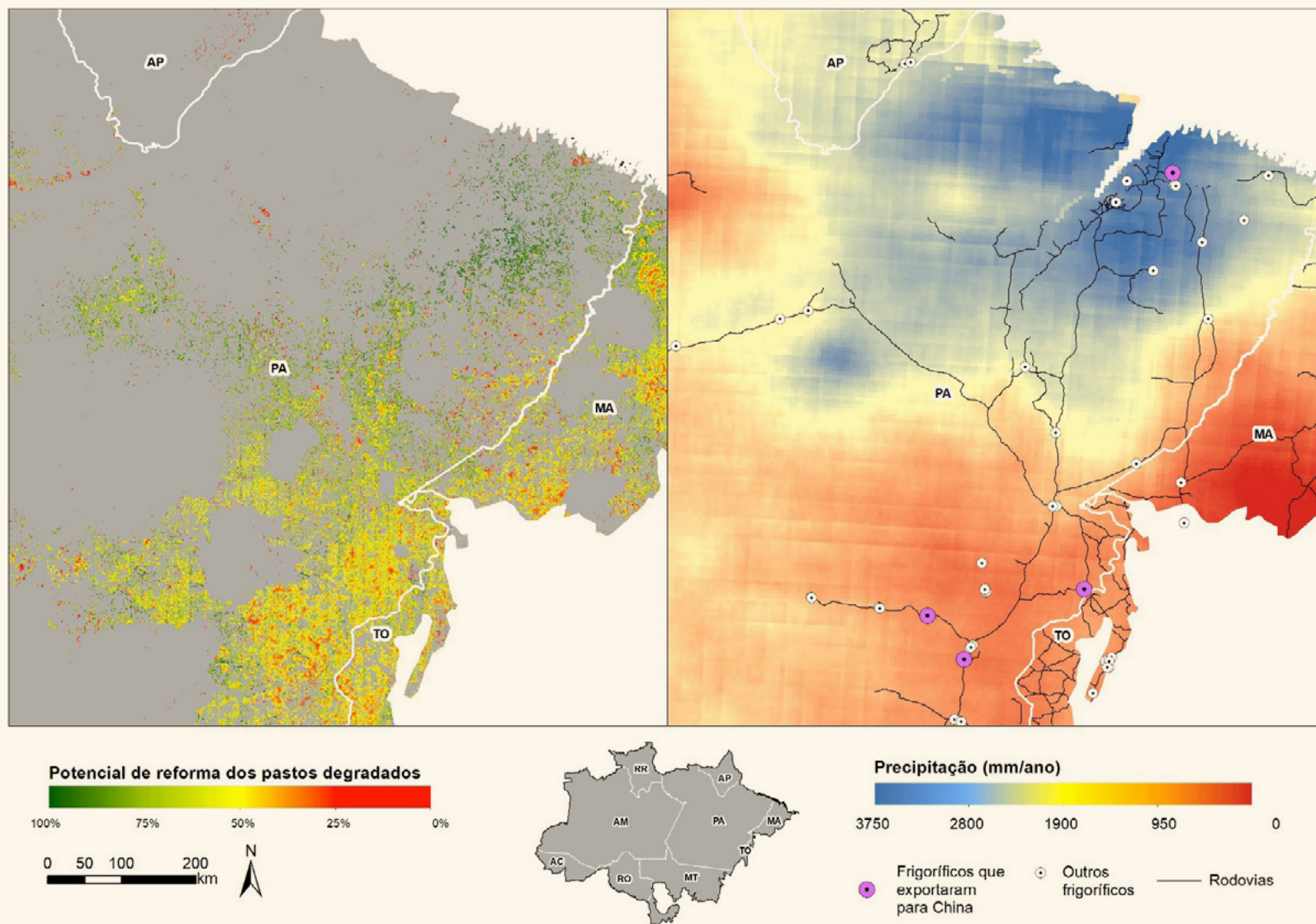
⁹ A medida de habilidade do modelo (Skill Measure) é a diferença entre a acurácia do modelo e a acurácia esperada ao acaso (Ngoy et al., 2021).

Figura 20. Distribuição das probabilidades de pastos de baixo e médio vigor serem convertidos em alto vigor (reforma de pastos)



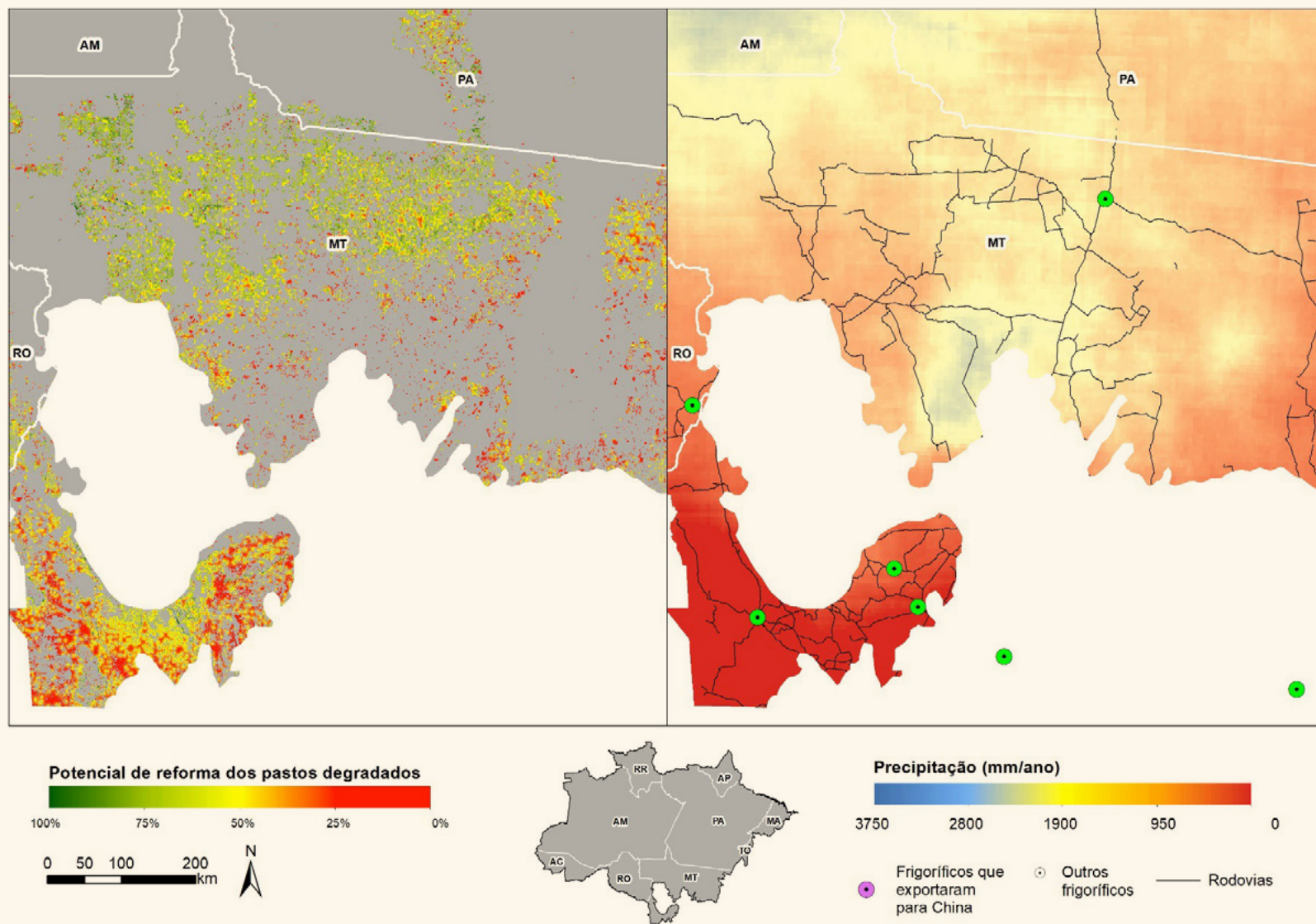
Fonte de dados: precipitação (University of California,s.d.).

Figura 21. Distribuição das probabilidades de pastos de baixo e médio vigor serem convertidos em alto vigor (A) e fatores explicativos regionais (precipitação, localização de frigoríficos e rodovias) no centro-leste do Pará



Fonte de dados: precipitação (University of California,s.d.).

Figura 22. Distribuição das probabilidades de pastos de baixo e médio vigor serem convertidos em alto vigor (A) e fatores explicativos regionais (precipitação, localização de frigoríficos e rodovias) no Mato Grosso



Fonte de dados: precipitação (University of California,s.d.).

2.3.1 A baixa probabilidade de reforma dos pastos nas condições prevalentes

Nossa análise revela que a probabilidade de os fazendeiros melhorarem seus pastos degradados entre 2018 e 2022 foi extremamente baixa. Apenas 0,2% dos pastos degradados durante este período apresentaram uma probabilidade de reforma igual ou superior a 75% (Figura 23). Quase 60% dos pastos de baixo e médio vigor ou 19 milhões de hectares estavam na faixa de 25 a 50% de probabilidade de transição para alto vigor. Pará, Mato Grosso e Rondônia detinham 78,69% dos pastos nesta faixa de probabilidade de melhoria (Figura 24).

A baixa probabilidade de progresso refletiu as condições estruturais e as recentes políticas públicas e privadas da região, conforme exemplificado a seguir.

- Alguns dos fatores indutores de adoção de tecnologias como educação, assistência técnica e qualidade de estradas são escassos na região (Barreto, 2021).
- Políticas favoráveis ao desmatamento desestimulam a adoção de tecnologias para aumentar a produtividade. Em 2012, o Congresso e o Poder Executivo anistiarão fazendeiros que desmataram ilegalmente dezenas de milhões de hectares, resultando em um desmatamento adicional de cerca de um milhão de hectares entre 2012 e 2017 (Sant'Anna & Costa, 2021). Entre 2018 e 2022, o desmatamento aumentou devido ao afrouxamento da fiscalização e promessas de abrir terras indígenas para a agropecuária comercial e regularização de novas ocupações (Barreto & Brito, 2023; Observatório do Clima, 2021, 2022).

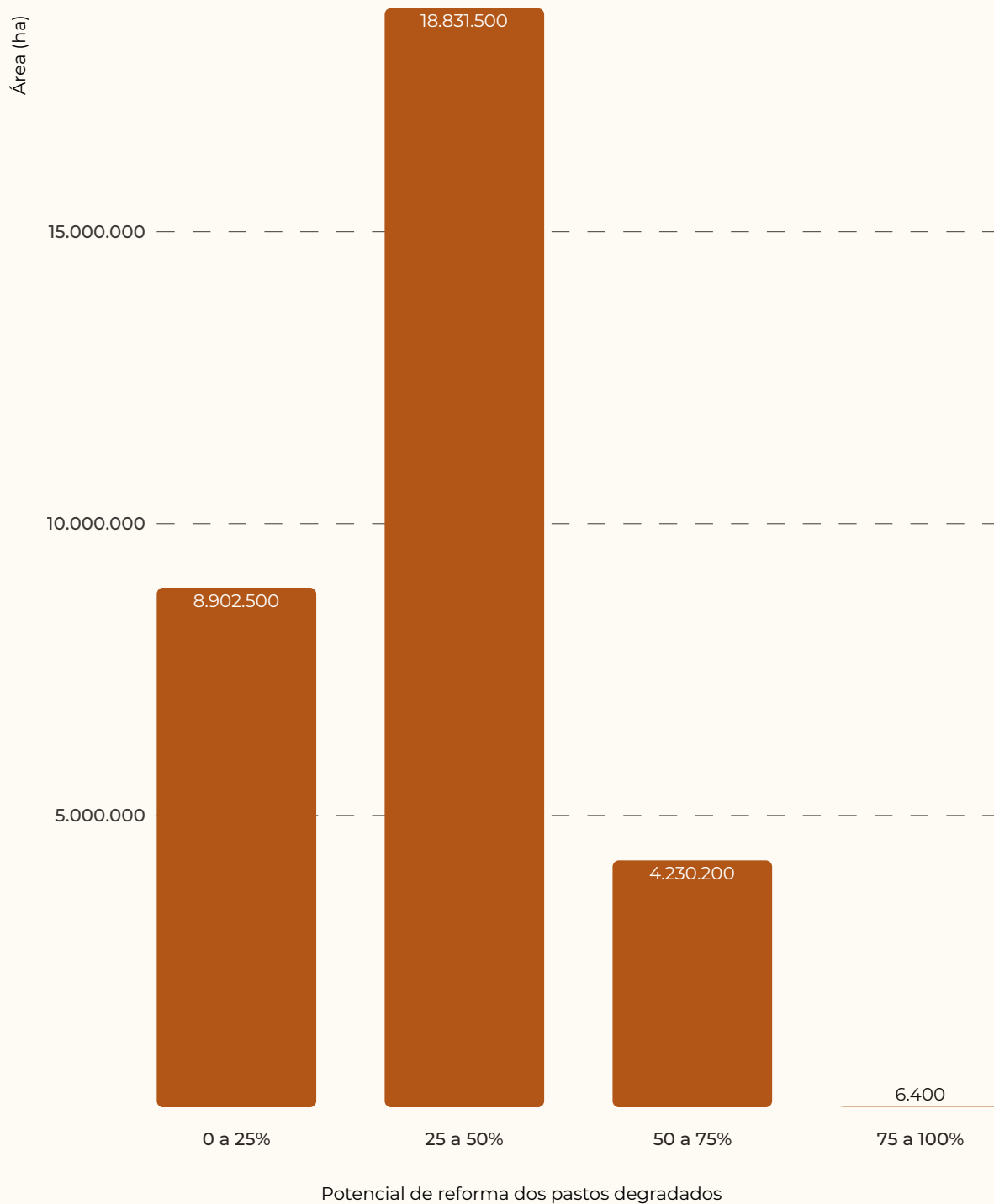
- Vários estados da Amazônia que detêm a maioria das terras públicas não destinadas resistem à criação de áreas protegidas e possuem políticas fundiárias favoráveis à regularização de invasões de terras públicas (Barreto e Brito, 2023; Brito et al., 2021). Projetos de regularização fundiária de ocupações ilegais de 19,6 milhões de hectares resultariam em subsídios não contabilizados estimados entre R\$ 62 bilhões e R\$ 88 bilhões em valores de 2018 (Brito et al., 2019). Nessa estimativa, o subsídio foi estimado como a diferença entre o preço de venda estipulado pelo governo e o valor de mercado das terras¹⁰ (Brito et al., 2019). Assim, a continuidade da regularização de terras invadidas perpetua incentivos perversos ao desmatamento especulativo, desestimulando o uso produtivo das áreas desmatadas.
- O mercado e o financiamento de produtores rurais e da indústria da carne, ainda associados ao desmatamento, permanecem amplos (Barreto et al., 2023; Greenpeace 2024).
- Os custos de reforma de pastos são maiores na Amazônia. Por exemplo, em 2022 a reforma de pasto de baixo vigor custava 10% e 22% a mais do que nos biomas Cerrado e Mata Atlântica, respectivamente. Nas regiões da Amazônia, Caatinga e Cerrado, o custo de recuperação e manutenção dos pastos é principalmente devido aos preços dos fertilizantes e tratamentos de solo necessários no processo. Na Amazônia, esses custos são particularmente altos devido ao transporte caro desses materiais. Notavelmente, os fertilizantes cloreto de potássio e ureia têm custos elevados (de Matos et al., 2022).
- O agravamento de extremos climáticos, como menos chuvas (Projeto Mapbiomas, 2024 e Apêndice 4) e temperaturas elevadas, aumenta os custos de produção, reduzem os lucros potenciais dos fazendeiros e demanda maior conhecimento para adaptação, como o uso de suplementação alimentar e irrigação. Um estudo em Rondônia revelou que a maioria dos fazendeiros não estava preparada para essas adaptações (Skidmore, 2023).

¹⁰ Essa estimativa foi conservadora, pois desconsidera os lucros que os ocupantes ilegais ganham com a exploração ilegal de madeira e o aproveitamento agropecuário das áreas desmatadas. Portanto, os incentivos à grilagem são ainda maiores.

Há risco de condições desfavoráveis persistirem para a melhoria da produtividade devido à falta de ambição e compromisso em iniciativas de pecuária e conservação, além de esforços para enfraquecer as políticas ambientais, como exemplificado a seguir.

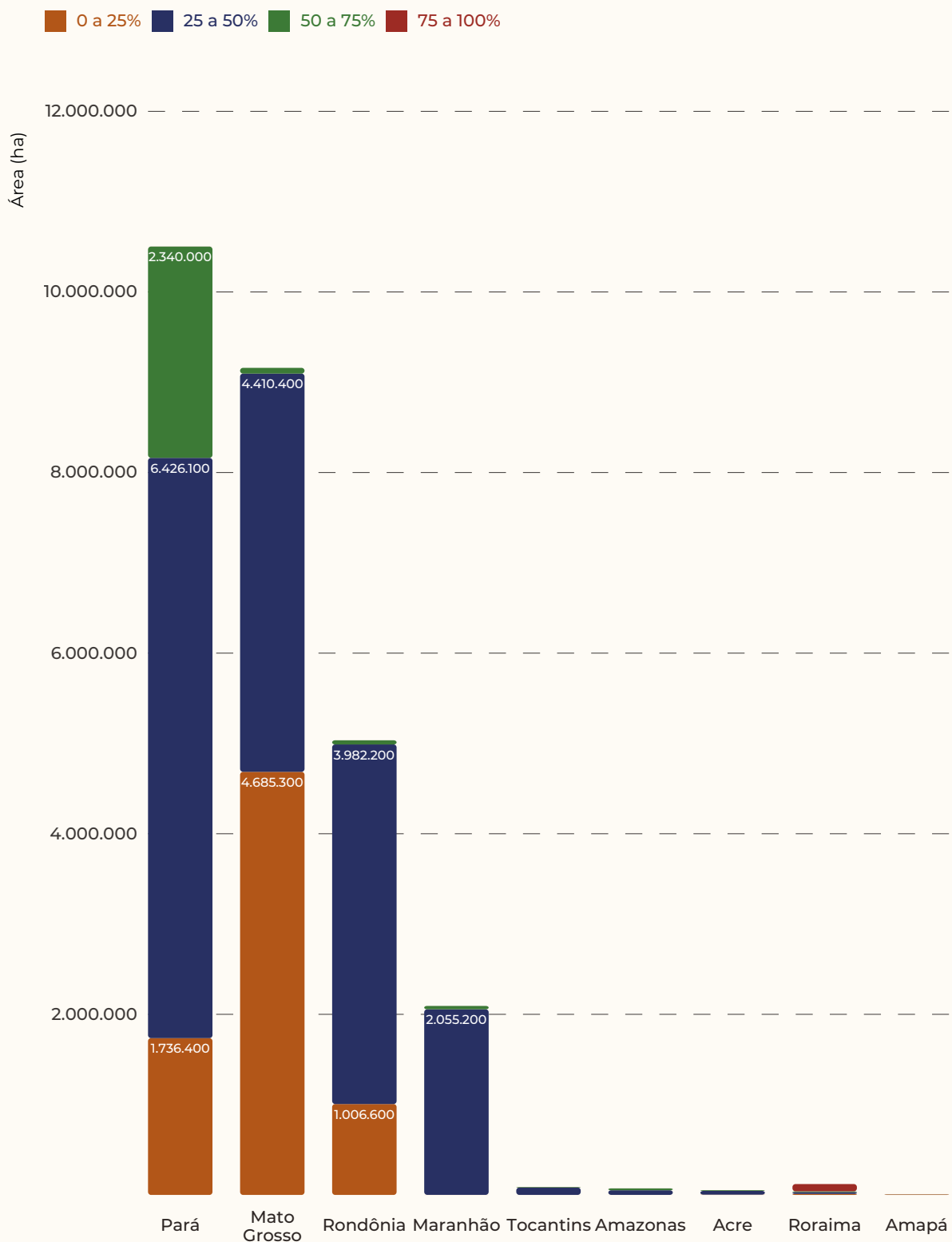
- Políticos e fazendeiros de Mato Grosso têm adotado políticas favoráveis ao desmatamento. Por exemplo, em outubro de 2024, o governo e a Assembleia Legislativa aprovaram a Lei n.º 12.706/2024 (Cordeiro, 2024) que elimina incentivos fiscais e concessão de terrenos públicos para empresas que aderem à moratória da soja. Em novembro de 2024, um projeto de lei propõe reclassificar áreas de floresta amazônica como Cerrado. A mudança permitiria aumentar o desmatamento permitido, reduzindo a reserva legal de 80% para 35%. Mais de quarenta professores alertam que isso pode levar ao desmatamento adicional de 5,2 milhões de hectares (Prizibiszki, 2024).
- O Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) lançou o Plano Nacional de Rastreabilidade na Pecuária, que prevê a identificação individual obrigatória de todos os bovinos e bubalinos no Brasil, com implementação completa até 2032. No entanto, o plano tem foco exclusivo na segurança sanitária e não aborda questões ambientais. Especialistas apontam que o prazo estendido não atende à urgência das demandas ambientais e climáticas atuais, e a ausência de vinculação com o controle ambiental limita a eficácia do sistema em responder às exigências de mercados importadores que buscam garantias de sustentabilidade (Prizibiszki, 2024). A falta de um plano nacional pode enfraquecer a implementação do plano de rastreamento anunciado pelo governo do Pará, que se comprometeu a um sistema obrigatório de rastreamento de gado até 2026 (Governo do Pará, 2023), induzido pelo risco de boicote (Mendonça, 2022).

Figura 23. Distribuição da área de pastos de acordo com a probabilidade de reforma nas condições entre 2018 e 2022



Fonte de dados: Dados compilados a partir do Boletim do Agro – Finanças – Novembro de 2024 (Brasil, 2024a).

Figura 24. Distribuição da área de pastos degradados por classes de probabilidade de reforma nas condições entre 2018 e 2022 por estado da Amazônia



Fonte de dados: Dados compilados a partir do Boletim do Agro – Finanças – Novembro de 2024 (Brasil, 2024a).

3 As lições para induzir a uma pecuária mais produtiva

Nossa análise revela que as melhorias de produtividade ocorreram de forma significativa e acelerada com a combinação de cobrança e premiação, destacando a eficácia dessa estratégia integrada. Além disso, revelamos limitações para aumentar a produtividade incluindo fatores ambientais, políticas públicas e de mercado.

A seguir destacamos as lições e recomendações para aumentar a produtividade da pecuária no Brasil com ênfase na Amazônia.

Lições sobre a expansão da pecuária entre 2000 e 2023

- **Pressões e apoio de políticas públicas e privadas condicionaram melhorias de produtividade**
 - O crescimento da produção e da produtividade da pecuária foi impulsionado por prêmios e cobranças específicas do mercado e de políticas públicas, incluindo a demanda por carne de boi jovem (China) acompanhada de aumento de preço, a demanda de bezerros híbridos para exportação de animais vivos (Turquia) e políticas de proteção florestal (crédito restrito para cumpridores de regras ambientais, fiscalização contra desmatamento, criação de áreas protegidas). A reforma de pastos foi mais significativa nos anos de menos desmatamento (Ver Tabela 1).
 - A adoção de tecnologias, facilitada por crédito rural, promoveu melhorias em pastagens, investimentos em infraestrutura para práticas como o pastoreio rotacionado, irrigação e inseminação artificial para melhorar a qualidade do rebanho e acelerar sua reprodução. As exigências de qualidade e precocidade do rebanho coincidiram com o relativo aumento de crédito rural para produtos

associados ao aumento de produtividade.

- **A persistência do desmatamento e de pastos degradados**

- Além de melhorias de produtividade em algumas áreas, a expansão da pecuária contribuiu para o desmatamento em novas fronteiras. É notável que a melhoria de pastos foi menor nos anos de maiores taxas de desmatamento. As taxas de desmatamento variaram de acordo com oscilações da aplicação ou o enfraquecimento de políticas públicas e privadas de controle ambiental.
- Embora o governo exija que tomadores de crédito rural cumpram regras ambientais, o crédito pode estimular o desmatamento seja direta ou indiretamente; por exemplo, quando uma fazenda de engorda sem desmatamento que usa crédito rural compra bezerros de fazendas de cria com desmatamento ilegal.
- O uso de crédito rural para melhorias produtivas, como pastos e inseminação, tem mostrado um crescimento significativo. No entanto, a maior parte desse crédito ainda é destinada principalmente à compra de bovinos. Isso revela uma subutilização do crédito rural, especialmente no que diz respeito à melhoria da produtividade em áreas como a reforma de pastagens. Um estudo realizado no Cerrado demonstrou que o crédito rural destinado à reforma de pastagens não resulta necessariamente em um aumento de produtividade, especialmente quando o fazendeiro não recebe a devida assistência técnica (Oliveira et al., 2024). Além disso, existem instrumentos de crédito privado, com um estoque de cerca de R\$ 1 trilhão, que são subsidiados sem estarem vinculados ao desempenho ambiental e de produtividade. Assim, fica claro que há um potencial significativo para otimizar o uso de crédito rural, direcionando-o de maneira mais eficiente para impulsionar a produtividade e promover práticas sustentáveis.

- **Fatores que facilitam a melhoria de pastos degradados**

- **Infraestrutura e proximidade aos mercados.** A melhoria de pastos foi mais provável em áreas próximas a frigoríficos que exportam para

a China, de estradas que facilitam o acesso a insumos, tecnologias e escoamento da produção.

- **Condições naturais.** Regiões com maior disponibilidade de água, terrenos planos e chuvas regulares apresentam maior probabilidade de reforma devido à viabilidade econômica e ambiental.

Desafios para a melhoria de pastos degradados

- **Altos custos e limitações locais.** A recuperação é mais cara na Amazônia devido a custos elevados de fertilizantes, transporte e manejo em áreas remotas.
- **A persistência do desmatamento.** O aumento do desmatamento na Amazônia tem sido inversamente proporcional à reforma de pastos degradados. Portanto, para estimular a adoção de tecnologias que aumentem a produtividade da pecuária, é crucial a implementação de políticas públicas e privadas críveis e sustentadas contra o desmatamento. No entanto, tais políticas têm sido insuficientes e inconsistentes. Um exemplo disso é a política nacional de rastreamento da origem animal, publicada em 2024, que prevê sua conclusão apenas em 2032.
- **Agravamento de extremos climáticos.** A probabilidade de recuperação de pastagens tem sido menor em regiões com menor disponibilidade de água. A redução de chuvas no país e na região, portanto, diminui o potencial de reforma de pastos e pode aumentar o custo de produção por causa da necessidade de adaptação como irrigação e suplementação de alimento.

3.2 Medidas para estimular uma pecuária mais produtiva

- **Reforçar e acelerar o combate ao desmatamento**

- A redução do desmatamento tem sido condição necessária para estimular o uso mais produtivo das áreas desmatadas. Apesar dos avanços no combate ao desmatamento desde 2022, 6.100 quilômetros quadrados foram desmatados em 2024 (INPE, 2024); ou seja, 37% a mais do que o menor nível alcançado em 2012 e muito além da meta de zerar o desmatamento ilegal até 2030. Para acelerar e consolidar avanços, listamos a seguir medidas prioritárias, detalhadas no Apêndice 5.
- Destinar terras públicas de acordo com a Constituição para fins que promovam a sustentabilidade e evitem a grilagem. Além das ações executivas, a intervenção judicial é crucial, dado que alguns formuladores de políticas executivas e legislativas têm atrasado ou violado a aplicação da Constituição.
- Reforçar e expandir o controle ambiental do crédito para o setor rural, especialmente para o crédito privado cujo estoque somava R\$ 1,1 trilhão em 2024 (Figura 19).
- Tornar acessíveis os dados sobre a origem do gado enquanto se avança no estabelecimento de rastreamento obrigatório individual de animais. Em 2024, o Supremo Tribunal Federal (STF) decidiu que é legítima a transparência desses dados para a fiscalização ambiental e demandou que o governo federal apresentasse em sessenta dias um plano a divulgação dos dados para os órgãos fiscalizadores (Arguição de descumprimento de preceito fundamental 760, 2025). Para potencializar os benefícios da transparência, a divulgação deveria ser ampliada para o setor privado e outros agentes interessados em segurança da origem do gado.
- Os ciclos eleitorais têm prejudicado a continuidade e a eficácia das políticas públicas essenciais para a sustentabilidade da

agropecuária (Morpurgo et al., 2021; Observatório do Clima, 2022; Pailler, 2018; Rodrigues-Filho et al., 2015; Sant’Anna & Costa, 2021). Com a aceleração das mudanças climáticas, uma realidade inegável das leis da física, essa situação é insustentável. Portanto, é crucial que as instituições de controle como o Banco Central, o Judiciário, o Ministério Público e o Tribunal de Contas da União ampliem e intensifiquem suas ações que estimulem a proteção ambiental e os usos mais produtivos e sustentáveis do solo no país. As ações recentes dessas instituições, envolvem, por exemplo, o controle de queimadas, a transparência de dados sobre o transporte de gado, a desocupação de terras indígenas e o controle ambiental do crédito rural¹¹.

- **Focar o crédito na melhoria de produtividade**

- O crédito rural pode ser um dos principais indutores de melhorias se for vinculado a metas de desempenho de produtividade e ambiental e o monitoramento. O fato de que fazendeiros investiram para atender a demanda chinesa por carne de gado mais jovem ilustra a importância de metas de desempenho. Além disso, a necessidade de melhorias no sistema de crédito rural é reforçada por um estudo que revelou um impacto limitado do programa de crédito ABC Recuperação no Cerrado no aumento de produtividade (Oliveira et al., 2024). Dentre as sugestões para melhorar o efeito do crédito rural destacamos:
 - A contratação de assistência técnica, que no caso do programa ABC Recuperação Cerrado reduziu em média seis pontos percentuais a área de pastagem degradada, enquanto que fazendeiros sem assistência não apresentaram melhorias significativas (Oliveira et al., 2024).
 - A avaliação do histórico de cobertura do solo das fazendas para evitar o uso de crédito em fazendas recém-desmatadas (Oliveira et al., 2024).

¹¹ (Arguição de descumprimento de preceito fundamental 743, 2025; Arguição de descumprimento de preceito fundamental 847, 2024; Conselho Nacional de Justiça, [s.d.]; Cordeiro, 2024; Observatório do Clima, 2023b; Procuradoria da República no Pará, 2025; STF, 22DC, 2024; Tribunal de Contas da União, [s.d.]; Velloso, 2025).

- O investimento na prevenção de doenças e parasitoses evitáveis que poderia aumentar dezenas de bilhões de reais em receitas para os fazendeiros (Jornal da USP, 2023).
- **Focar crédito, infraestrutura e serviços em áreas prioritárias**
 - Os governantes devem concentrar o crédito público, a infraestrutura e os serviços como educação e assistência técnica nas áreas com maior potencial de adoção de tecnologias. Nossa análise revela regiões com maior potencial e outras com baixa probabilidade de melhoria (Figura 20).
 - Simultaneamente, é crucial abandonar projetos de infraestrutura que oferecem baixos retornos socioeconômicos e induzem ao desmatamento, como o asfaltamento da rodovia BR-319 (Fleck, 2009) e a construção da ferrovia Ferrogrão (Assunção, Bragança, et al., 2020; Frischtak, 2024). A facilidade de ocupar novas fronteiras de floresta desestimula a reforma de pastos degradados, contrariando os esforços de desenvolvimento sustentável.
- **Combinar demandas produtivas e ambientais com cláusulas de desempenho e prêmio**
 - Para assegurar um suprimento sustentável de carne, os compradores e investidores devem cumprir compromissos que incentivam usos mais produtivos e sustentáveis da terra. Nesse sentido, será crucial que as três iniciativas de larga escala que demandam o rastreamento de origem do gado sejam cumpridas, quais sejam:
 - o compromisso da Federação Brasileira de Bancos (Febraban) de conceder crédito somente aos frigoríficos que alcançarem a rastreabilidade completa do gado até 2025;
 - o regulamento europeu que proíbe a importação de produtos associados ao desmatamento após 2020 e exige rastreamento de origem; e as especificações da Associação Chinesa da Carne por carne dissociada do desmatamento, cuja data de execução ainda é indefinida.

Dada a urgência de evitar novos desmatamentos e acelerar práticas mais sustentáveis, esses compromissos devem ser cumpridos mesmo sem um sistema público nacional de rastreamento individual do gado. Por exemplo, investidores, redes de varejo e frigoríficos podem criar um sistema privado independente. Eles exigiriam os que fazendeiros fornecedores diretos e indiretos compartilhem informações sobre o transporte dos animais. Esses dados seriam usados por uma entidade independente para identificar fazendas sem desmatamento.

A adoção de incentivos empresariais para implementar melhores práticas já existentes pode ser amplificada por meio da integração pré-competitiva entre as companhias. Por exemplo, algumas empresas frigoríficas criaram escritórios e sistemas para apoiar a regularização ambiental e assistência produtiva para os fazendeiros (O Mundo Que Queremos & Imazon, 2025) . O impacto dessas iniciativas poderia ser ampliado com ações conjuntas com potencial de reduzir custos e ampliar a entrada de outras empresas. Este modelo de compartilhamento de recursos setoriais já se mostrou vantajoso em outros setores agrícolas e florestais (Coslovsky, 2021), indicando um caminho promissor para a sustentabilidade.

- **A urgência resultante da crise climática**

- As mudanças climáticas estão aceleradas e afetam padrões climáticos, condições do solo e disponibilidade de água, dificultando a pecuária e a agricultura (Marengo et al. 2017; Rattis et al., 2021). No caso da pecuária, a aceleração da degradação dos pastos aumenta custos de manutenção e de alimentação (como grãos) suplementar e de irrigação (Marengo et al., 2017; Skidmore, 2023). Dada a projeção de maior impacto com o aumento das temperaturas globais (Rodell e Li, 2023), é urgente implementar políticas públicas e privadas que promovam a conservação florestal e o uso sustentável das áreas desmatadas para mitigar os riscos climáticos.

Apêndice 1.

Metodologia de estimativa do potencial de reforma de pastagens no Bioma Amazônia

Para avaliar o potencial de melhoria de pastos no bioma Amazônia usamos um programa (Modelador de Mudanças de Uso da Terra no programa TerrSet) que analisa mapas do passado e utiliza diferentes fatores (como a inclinação do terreno ou a proximidade de estradas) para prever como o uso do solo pode mudar ao longo do tempo. Com base nessa análise, o programa consegue projetar como a cobertura do solo poderá ser no futuro. Ao configurar esses fatores, a ferramenta usa uma rede neural (uma tecnologia que aprende de forma semelhante ao cérebro humano) para entender como esses elementos influenciam as mudanças na terra. Especificamente, primeiro analisamos mapas das pastagens e outros fatores entre 2000 e 2019 – período marcado por mudanças significativas nas políticas ambientais e nas práticas agrícolas. Com base nos resultados deste modelo, estimamos quais seriam as mudanças de pastos prováveis entre 2018 e 2022. Depois, para avaliar a validade desse modelo, comparamos suas previsões com reformas reais observadas nos mapas de pastagens entre 2022 e 2023.

Hipóteses e variáveis explicativas

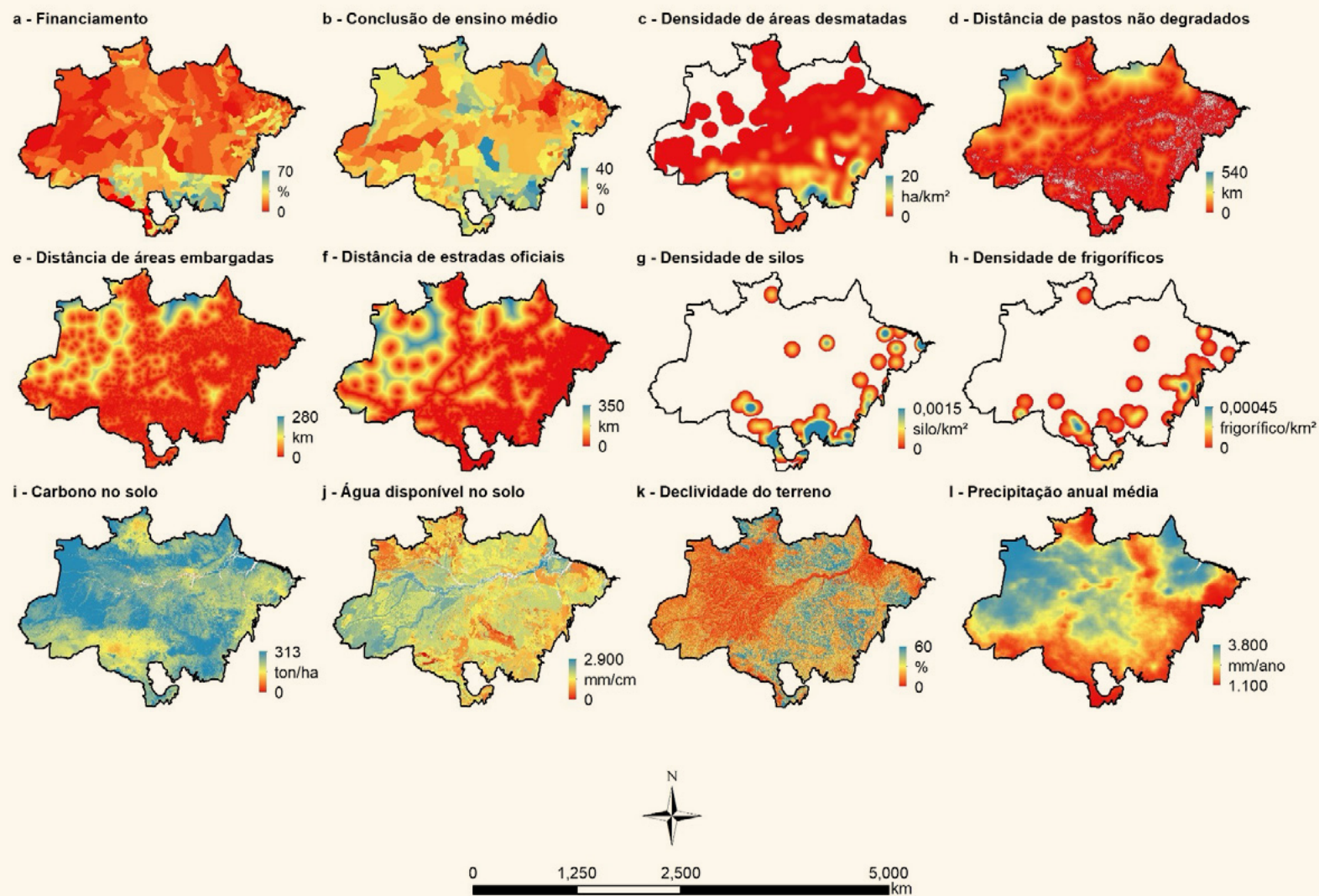
Partimos da hipótese de que os pecuaristas tendem a reformar suas pastagens quando uma combinação de fatores favoráveis está presente. Os principais elementos incluem condições ambientais, como a regularidade das chuvas e as características do solo, que são essenciais para o crescimento das pastagens e a hidratação do gado (Escarcha, Lassa e Zander, 2018), além de fatores socioeconômicos e políticas públicas. Políticas de combate ao desmatamento, ao restringirem a expansão de novas áreas agrícolas, incentivam o uso mais eficiente das terras já disponíveis (Garrett et al. 2018; Veríssimo et al., 2022). A

proximidade dos mercados também favorece a reforma das pastagens, facilitando o acesso a insumos e tecnologias e reduzindo os custos de transporte (Tirkaso e Hailu 2022; Geldes et al., 2017). Além disso, fatores como educação, renda e acesso ao crédito são cruciais para a adoção de tecnologias que aumentem a produtividade (Rada, Helfand e Magalhães, 2019; Maia, Eusébio e Silveira, 2020). Com base nessas hipóteses, identificamos as variáveis potencialmente explanatórias resumidas na Tabela 3 e na Figura 25.

Tabela 3. Variáveis usadas no modelo para estimar a probabilidade de reforma de pastos

Variável	Ano	Fonte
Proporção municipal de estabelecimentos rurais que receberam financiamento (%)	2017	(IBGE, 2017)
Proporção municipal de estabelecimentos rurais que receberam assistência técnica (%)	2017	(IBGE, 2017 ^a)
Proporção municipal de produtores rurais que concluíram o Ensino Médio (%)	2017	(IBGE, 2017b)
Proporção municipal de produtores rurais que concluíram o Ensino Fundamental (%)	2017	(IBGE, 2017c)
Distância euclidiana de pastos com ausência de degradação (km)	2022	(MapBiomias, 2024b)
Kernel da área desmatada, em uma região de 100 km (hectare/km ²).	2018 a 2022	(MapBiomias, 2024 ^a)
Distância euclidiana de estradas registradas pelo IBGE (km)	2021	(IBGE, 2021)
Distância euclidiana de rios navegáveis (km)	2010	(ANA, 2010)
Kernel do total de silos, em uma região de 100 km (silos/km ²)	2021	(LAPIG, 2021)
Distância euclidiana de instituições que ofertam ensino técnico/superior em agronomia (km)	2014	(Globo Rural, 2015)
Kernel do total de frigoríficos, em uma região de 100 km (frigorífico/km ²)	2022	(Imazon)
Proporção municipal de estabelecimentos rurais com energia elétrica (%)	2017	(IBGE, 2017d)
Distância euclidiana de áreas embargadas pelo IBAMA e ICMBio	2000 a 2019	(IBAMA, 2023) e (ICMBio, 2023)
Taxa de declividade do terreno (%)	2000	(Farr et al., 2007)
Taxa de precipitação anual média (mm/ano)	2018 a 2022	(University of California, [s.d.])
Quantidade média de carbono orgânico em até 30 cm de solo (ton/ha)	2018 a 2022	(MapBiomias, 2023)
Quantidade de água disponível em 100 a 200 cm de solo (mm/cm)	2021	(Embrapa, 2022)

Figura 25. Distribuição das variáveis potencialmente explicativas do potencial de melhoria de pastagens degradadas



Fonte de dados precipitação: (University of California, s.d.)

1.2 A calibração e validação de estimativas de potencial de melhoria de pastos

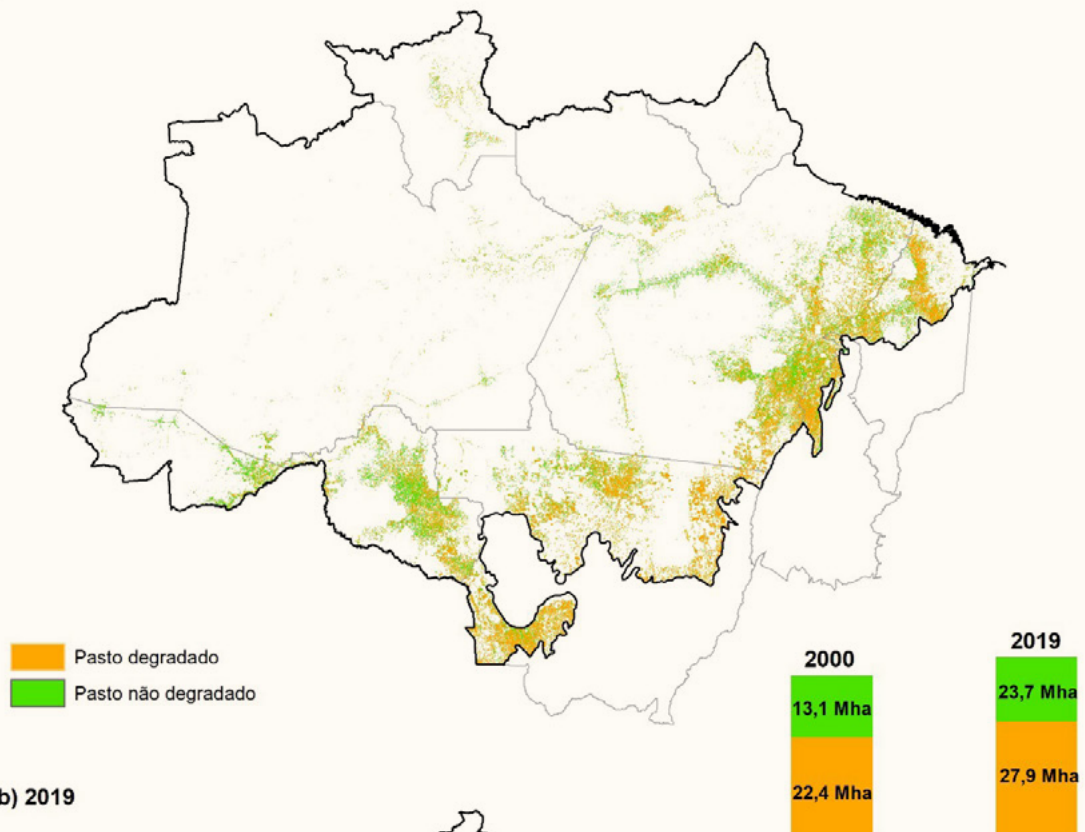
Calibrar um modelo. Calibrar um modelo é como regular uma balança para que ela mostre o peso certo. Quando calibramos um modelo, nós o ajustamos para fazer previsões mais precisas. Pense na previsão do crescimento das plantas. Primeiro você mede como fatores como quantidade de água, luz solar e fertilizante afetam o crescimento das plantas em várias situações. Depois você ajusta o modelo para usar esses fatores corretamente, garantindo previsões precisas sobre o crescimento das plantas. Calibrar um modelo é esse processo de regulação e verificação para garantir que ele funcione bem e dê resultados confiáveis.

Em nosso estudo, estimamos a importância das variáveis que representam os fatores determinantes na reforma de pastagens entre 2000 e 2019. Para isso usamos o Modelador de Mudanças de Uso da Terra (LCM) no TerrSet (Clark Labs 2020), que é um programa que usa mapas de cobertura do solo e de vários fatores (como a inclinação do terreno ou a proximidade de estradas) para explicar a influência desses mesmos fatores na mudança da cobertura do solo. Com base nesses fatores, o programa consegue prever como o solo poderá ser no futuro de acordo com a situação das variáveis utilizadas (por exemplo, mudanças de estradas). Você configura esses fatores e a ferramenta utiliza um tipo especial de aprendizado (parecido com o funcionamento do cérebro humano) para ver como esses elementos afetam as mudanças na terra. O resultado é uma série de mapas que mostram onde as mudanças podem ocorrer.

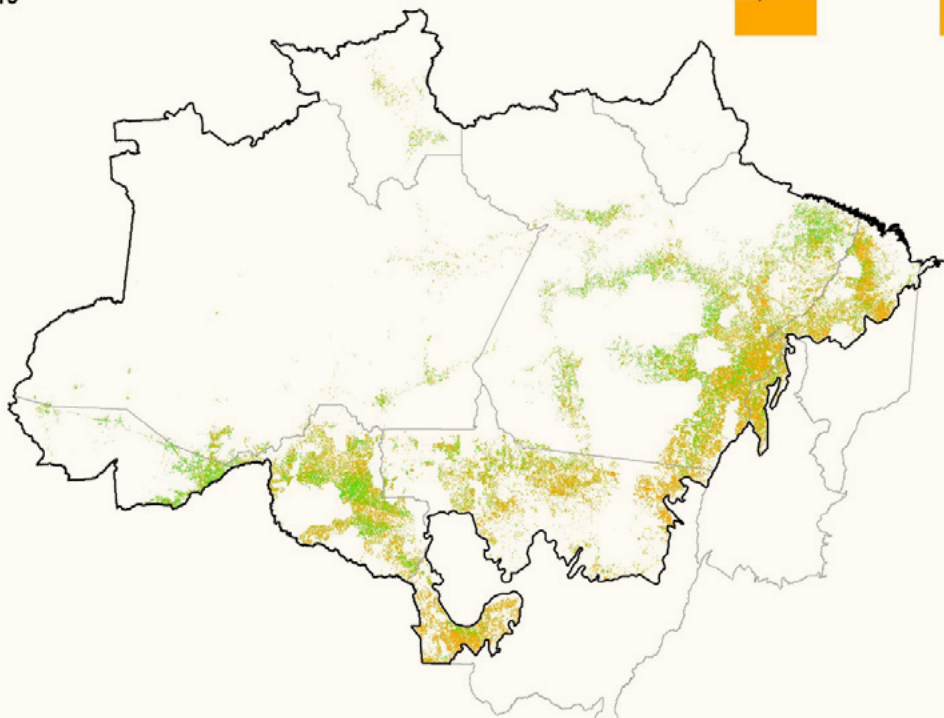
Reunir os dados de pastagem. Coletamos dados dos mapas de cobertura vegetal entre 2000 e 2023 do MapBiomas (Collection 8, 2023). Incluímos na condição de pasto degradado os pastos de vigor baixo e médio e a área de pasto que se tornou vegetação secundária (um indicativo de que a pastagem foi abandonada após degradação). Para otimizar os processamentos, ajustamos o tamanho dos pixels para um quilômetro, conforme mostrado na Figura 26.

Figura 26. Área de pasto em 2000 e 2019 conforme a condição de vigor: pasto degradado e pasto não degradado

a) 2000



b) 2019



Fonte de dados: Calculados pelos autores com base em dados de MapBiomas Brasil (2023).

Estimar a relevância dos fatores explicativos da reforma das pastagens. Estimamos os principais fatores que influenciaram a reforma das pastagens utilizando a rede neural Multilayer Perceptron (MLP) do LC (Eastman, [s.d.]). Essa técnica foi aplicada para associar a recuperação de pastos degradados, ocorrida entre 2000 e 2019, com todas as variáveis que poderiam explicá-la. O processo avaliou a capacidade de aprendizagem do modelo com todas as variáveis e estimou o impacto no desempenho do modelo ao excluir cada uma delas (Dominguez et al. 2022). Para cada teste, o programa repetiu o procedimento dezenas de milhares de vezes. Com base nesses resultados, foi possível ranquear as variáveis com maior associação à melhoria das pastagens e eliminar os fatores com baixa ou nenhuma associação à transição de pastagem degradada para pastagem de alto vigor. Testamos várias combinações das variáveis explicativas para encontrar o conjunto que resultou em maior acurácia do modelo. A Tabela 4 mostra exemplo das combinações testadas com maior acurácia e o modelo escolhido, onde os zeros representam a retirada da variável do modelo.

Tabela 4. Exemplo de conjunto de variáveis testadas que resultaram em maiores indicadores de qualidade do modelo: acurácia (%) e validação (% ROC)

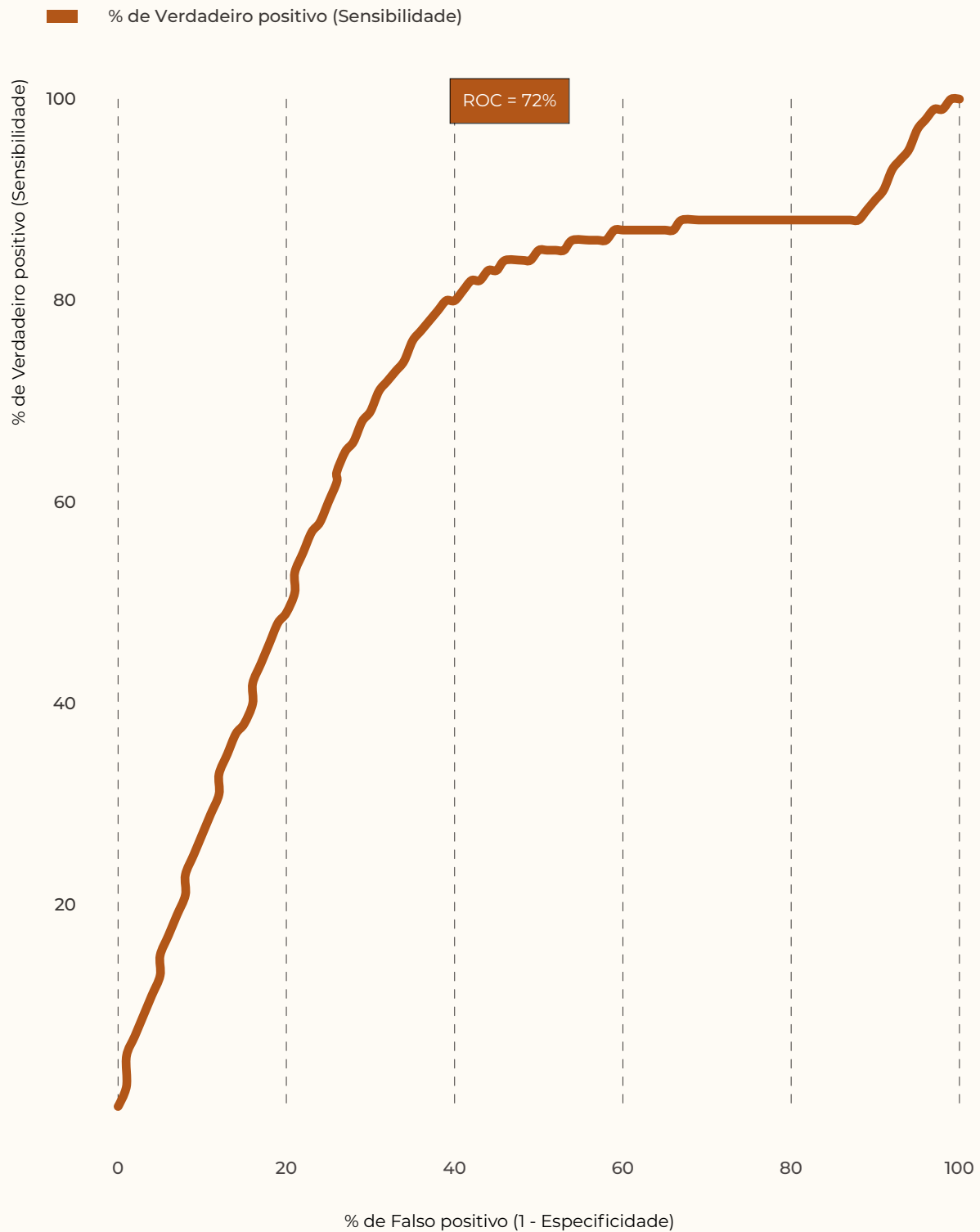
Variáveis independentes	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 8	Modelo 9
Densidade de desmatamento	1	1	1	1
Densidade de frigoríficos que exportaram para China	1	1	1	1
Densidade de frigoríficos	1	1	1	1
Densidade de silos	1	1	1	1
Distância de áreas embargadas	1	1	1	1
Distância de pastos não degradados	1	1	1	1
Distância de rios navegáveis	1	1	1	1
Distância de estradas	1	1	1	1
Água disponível no solo	1	1	1	1
Precipitação anual média	1	1	1	1
Declividade do terreno	1	1	1	1
Carbono no solo	1	1	1	0
Assistência técnica	1	1	0	0
Energia elétrica	0	0	0	1
Ensino Fundamental	0	0	0	0
Ensino Médio	0	0	0	0
Financiamento	0	0	0	0
Crédito (R\$) / Área de pasto degradado (Ha)	0	0	0	0
Quantidade de amostras (Mil)	30	10	30	30
Porcentagem de acurácia do modelo	88,56%	83,00%	87,00%	81,00%
Porcentagem de validação do modelo	72,00%	70,00%	72,00%	72,00%

Validação do modelo. Validar um modelo é o processo de verificar se ele faz previsões corretas. Isso é feito comparando os resultados previstos pelo modelo com dados reais. Se as previsões estiverem próximas dos dados reais, o modelo é considerado preciso e confiável. Caso contrário, ajustes são feitos para melhorar sua precisão. Por exemplo, se você criou um modelo para prever o crescimento das plantas com base em fatores como água, luz e fertilizante, você verificaria se as previsões do modelo estão alinhadas com o crescimento real das plantas. A validação indica que o modelo funciona bem e faz previsões confiáveis para o futuro.

Avaliamos o desempenho do nosso modelo por meio da estimativa de erros e acertos na previsão da transição de pastos degradados para pastos de alto vigor. Para isso, comparamos o mapa que mostra onde é provável que ocorram mudanças nos pastos com as áreas que de fato foram modificadas entre 2022 e 2023. Usamos uma técnica chamada de Receiver Operating Characteristic (ROC) (Mandrekar, 2010) que calcula a chance de o nosso modelo identificar corretamente as áreas que foram alteradas nos pastos. O modelo escolhido resultou em curva ROC de 72%, a qual demonstra um nível satisfatório de acertos (Figura 27).

ROC = 72%

Figura 27. Validação do modelo de potencial de reforma de pastagens degradadas por meio da Curva ROC, que demonstra as taxas de acerto do modelo através da área sob a curva (AUC)



Fonte de dados: Calculados pelos autores com base em dados de MapBiomass Brasil (2023).

Apêndice 2.

Políticas públicas e privadas que contribuíram para a redução do desmatamento

Entre 2005 e 2012 a taxa de desmatamento no bioma Amazônia caiu cerca de 83% (de 27,8 mil quilômetros quadrados para 4.600 quilômetros quadrados) de acordo com dados do Prodes (INPE, 2024). Vários estudos atribuíram parte dessa queda a políticas públicas e privadas. Dentre as políticas públicas destacam-se a implementação do Código Florestal Brasileiro e do Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) (Arima et al., 2014; Assunção et al., 2023; Gandour 2021; Garrett et al., 2018; Soares-Filho et al., 2023). O PPCDAm (Brasil 2013, 2016) incluiu:

- O monitoramento mais preciso e frequente do desmatamento e o foco da fiscalização em municípios críticos (aqueles com maiores taxas de desmatamento) (Arima et al., 2014; Gandour, 2021).
- A aplicação de penas contra os infratores, como multas, publicação de lista de infratores e potencial penalização de quem comprasse dessas áreas, confisco de bens (como gado) e destruição de equipamentos como tratores (Gandour 2021; IPEA et al., 2011).
- A criação de unidades de conservação e o reconhecimento de terras indígenas, especialmente aquelas em zonas que estavam sendo alvo de ocupação ilegal. As áreas protegidas da Amazônia reduziram o desmatamento em 21% entre 2008 e 2020 (Soares-Filho et al., 2023). O desmatamento foi de 9% a 39% menor nas unidades de conservação com apoio do Programa Áreas Protegidas da Amazônia (Arpa) (Soares-Filho et al., 2023), indicando a relevância de financiamento e meios para a implementação efetiva das unidades de conservação. Criado em 2002, o Programa Arpa nasceu para apoiar a consolidação de um total de 60

milhões de hectares de unidades de conservação na Amazônia.

- O condicionamento do crédito rural ao cumprimento de regras ambientais como o registro das fazendas no Cadastro Ambiental Rural. A partir de 2008, o Conselho Monetário Nacional ordenou que todos os bancos concedessem crédito rural apenas aos proprietários de terras em conformidade com as regras ambientais. A redução do crédito rural – especialmente para os médios e grandes proprietários de terras – foi associada a uma queda de 60% do desmatamento de 2009 a 2011 em comparação com o que teria sido na ausência de restrições de crédito (Assunção, Gandour, et al. 2020).
- O programa Bolsa Verde pagou famílias muito pobres para realizarem atividades sustentáveis e manterem a cobertura florestal em suas comunidades. Os pesquisadores descobriram que o programa reduz o desmatamento em 22% nas áreas tratadas, comparado ao de áreas semelhantes que não participam do programa. Os benefícios do programa em termos de redução de emissões de carbono são cerca de quatro vezes maiores que os custos do programa. Efeitos variados em diferentes tipos de propriedades sugerem que o programa oferece proteção contra a pressão do desmatamento de grupos que dele não participam. Dados sobre multas e alarmes de satélite indicam que a fiscalização e os relatórios feitos pelos beneficiários ajudam a reduzir o desmatamento ilegal. O Programa Bolsa Verde, criado em 2011, pagava R\$ 300,00 trimestrais a cerca de 100 mil famílias em extrema pobreza, principalmente na Amazônia, para apoiar a conservação ambiental. Foi desativado em 2016 devido à falta de orçamento (Brasil [s.d.]-b).

Em 2008, o Ministério Público Federal e o Ibama usaram a lista de embargo de áreas desmatadas ilegalmente para fiscalizar frigoríficos que compravam gado destas áreas. Para paralisar os processos judiciais, vários frigoríficos que compraram de áreas irregulares assinaram compromissos (termos de ajustamento de conduta – TAC) de não comprar gado de áreas com desmatamento após 2008. O TAC da pecuária ajudou a reduzir parcialmente o desmatamento, mas não atingiu todo seu efeito potencial por várias falhas, como a falta de divulgação de dados das fazendas que vendem bezerros e novilhos para as fazendas de engorda que vendem gado para os frigoríficos (Alix-Garcia e Gibbs,

2017; Barreto et al., 2023; Gibbs et al., 2015; Levy et al., 2023; Moffette et al., 2021; Pereira et al., 2020; Skidmore et al., 2021).

A partir de 2006, campanhas ambientais levaram empresas a boicotar soja oriunda de novos desmatamentos na Amazônia, o que ficou conhecido como moratória da soja. Essa medida reduziu o desmatamento para o plantio de soja, o qual cresceu em pastos degradados (Gibbs et al., 2015). Entretanto, houve um deslocamento de parte da pecuária das regiões ocupadas por soja para novas fronteiras de floresta (Arima et al., 2011).

Apêndice 3.

Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural nos estados da Amazônia Legal

Nos cinco estados com os maiores rebanhos bovinos da Amazônia (Mato Grosso, Pará, Rondônia, Tocantins e Maranhão), que concentram 92% do rebanho da região, houve um aumento de 174% na contratação de crédito rural, passando de R\$ 9,7 bilhões (média 2013-2020) para R\$ 26,6 bilhões (2020-2023). A proporção de crédito destinada à produtividade na pecuária aumentou de 14% em 2013 para 25% em 2023, com um aumento significativo em 2017 (12% para 17%).

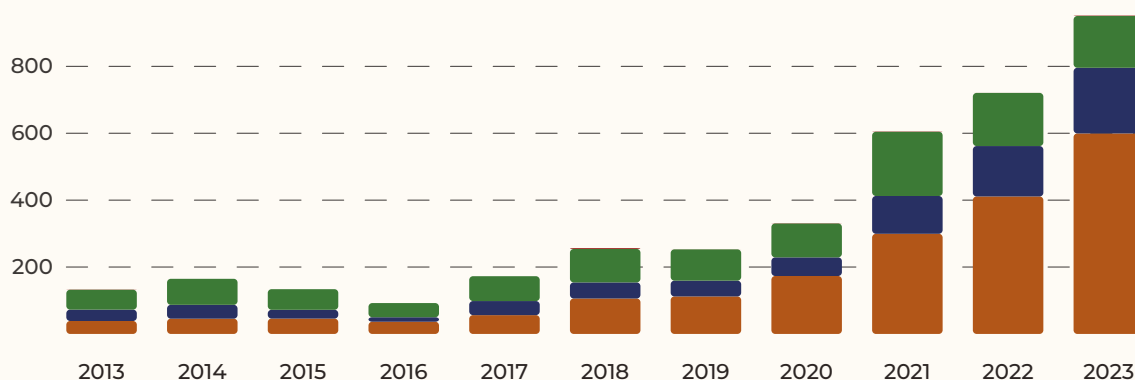
Nos estados com menor representatividade (Amazonas, Amapá e Roraima), a proporção de crédito voltada à produtividade é maior (11%-40%), mas a evolução é mais irregular e com flutuações acentuadas, especialmente no Amazonas e Amapá.

As figuras 28 a 36 mostram os resultados por estado da região com dados do Banco Central do Brasil (s.d).

Figura 28. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural, no estado do Acre, em milhões de reais, entre 2013 e 2023

A. Em reais nominais

■ CUSTEIO - BOVINOS
 ■ INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE
 ■ INVESTIMENTO - BOVINOS
 ■ OUTROS



	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
● CUSTEIO - BOVINOS	R\$ 38,7	R\$ 45,6	R\$ 45,9	R\$ 36,5	R\$ 56,2	R\$ 105,9	R\$ 112,1	R\$ 173,2	R\$ 299,4	R\$ 411,0	R\$ 599,4
● INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE	R\$ 34,0	R\$ 41,4	R\$ 26,3	R\$ 13,4	R\$ 42,1	R\$ 48,1	R\$ 47,2	R\$ 55,7	R\$ 113,0	R\$ 150,7	R\$ 196,3
● INVESTIMENTO - BOVINOS	R\$ 59,5	R\$ 77,8	R\$ 61,6	R\$ 42,4	R\$ 74,3	R\$ 100,1	R\$ 93,6	R\$ 101,5	R\$ 192,0	R\$ 158,9	R\$ 154,9
● OUTROS	R\$ 0,7	R\$ 0,0	R\$ 0,0		R\$ 0,0	R\$ 2,7	R\$ 0,2	R\$ 0,7	R\$ 1,0	R\$ 0,1	R\$ 1,3

B. Em percentual

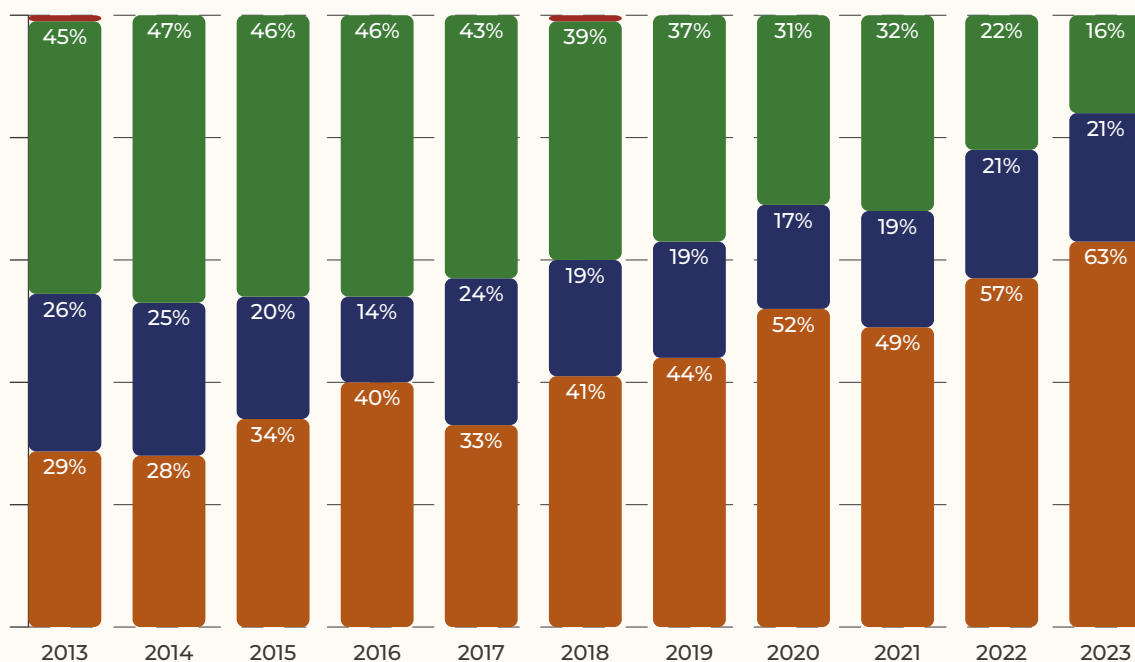
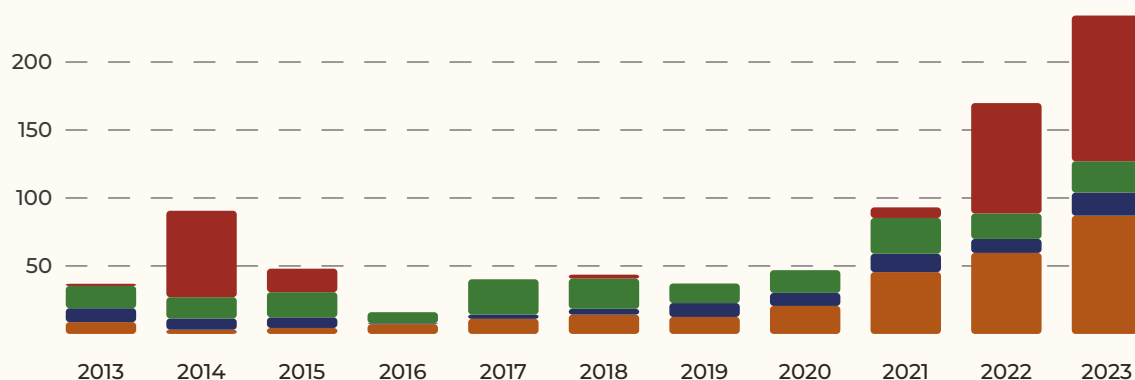


Figura 29. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural, no estado do Amazonas, em milhões de reais, entre 2013 e 2023

A. Em reais nominais

■ CUSTEIO - BOVINOS
 ■ INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE
 ■ INVESTIMENTO - BOVINOS
 ■ OUTROS



	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
CUSTEIO - BOVINOS	R\$ 8,7	R\$ 3,1	R\$ 4,4	R\$ 7,2	R\$ 11,1	R\$ 14,2	R\$ 12,5	R\$ 20,6	R\$ 45,5	R\$ 59,6	R\$ 87,0
INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE	R\$ 10,2	R\$ 8,3	R\$ 7,8	R\$ 0,6	R\$ 3,2	R\$ 4,3	R\$ 10,2	R\$ 9,6	R\$ 13,5	R\$ 10,3	R\$ 17,0
INVESTIMENTO - BOVINOS	R\$ 16,4	R\$ 15,6	R\$ 18,5	R\$ 8,2	R\$ 25,9	R\$ 22,2	R\$ 14,4	R\$ 16,7	R\$ 26,3	R\$ 18,7	R\$ 23,0
OUTROS	R\$ 1,6	R\$ 63,6	R\$ 17,3			R\$ 2,9			R\$ 7,8	R\$ 81,2	R\$ 107,2

B. Em percentual

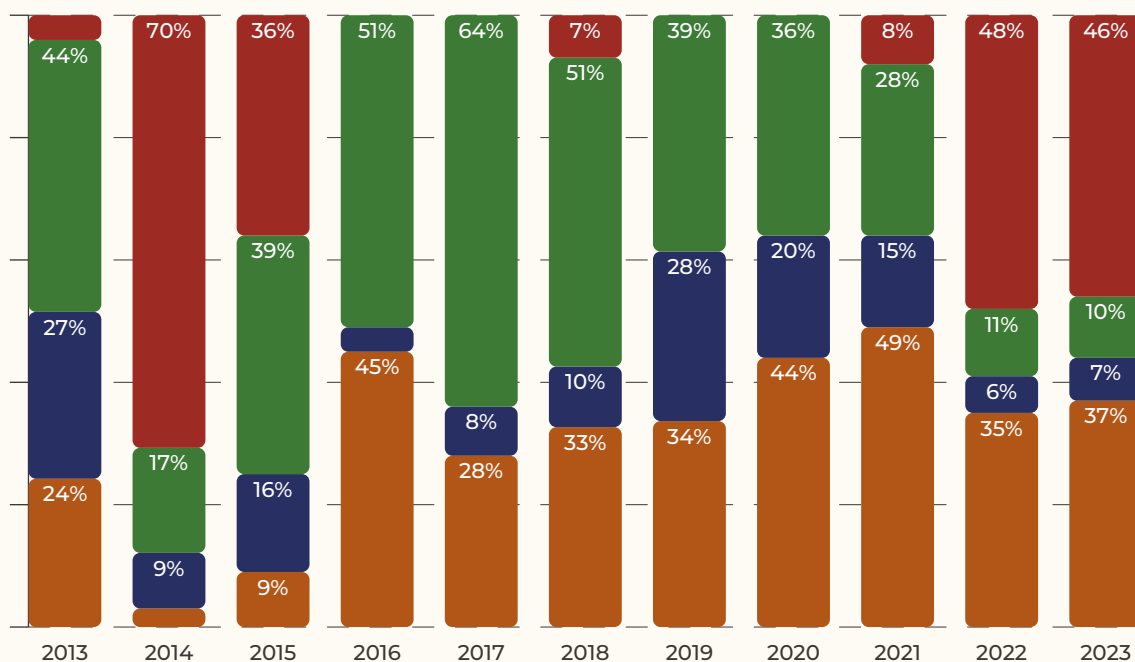
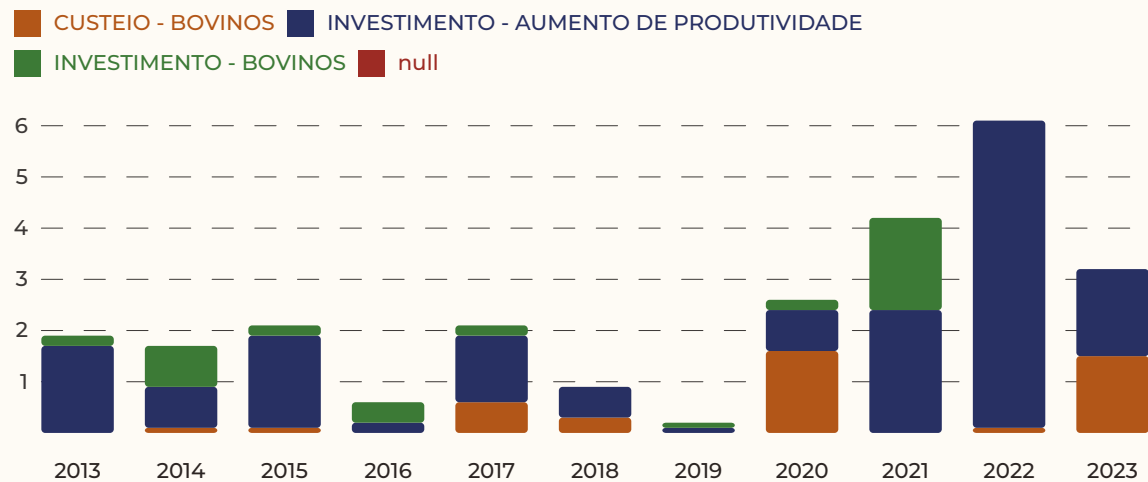


Figura 30. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural, no estado do Amapá, em milhões de reais, entre 2013 e 2023

A. Em reais nominais



	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
CUSTEIO - BOVINOS		R\$ 0,1	R\$ 0,1		R\$ 0,6	R\$ 0,3		R\$ 1,6		R\$ 0,1	R\$ 1,5
INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE	R\$ 1,7	R\$ 0,8	R\$ 1,8	R\$ 0,2	R\$ 1,3	R\$ 0,6	R\$ 0,1	R\$ 0,8	R\$ 2,4	R\$ 6,0	R\$ 1,7
INVESTIMENTO - BOVINOS	R\$ 0,2	R\$ 0,8	R\$ 0,2	R\$ 0,4	R\$ 0,2	R\$ 0,0	R\$ 0,1	R\$ 0,2	R\$ 1,8		
OUTROS	R\$ 2,846	R\$ 3,279	R\$ 2,863	R\$ 3,120	R\$ 4,974	R\$ 5,203	R\$ 5,480	R\$ 3,909	R\$ 4,626	R\$ 3,481	R\$ 3,706

B. Em percentual

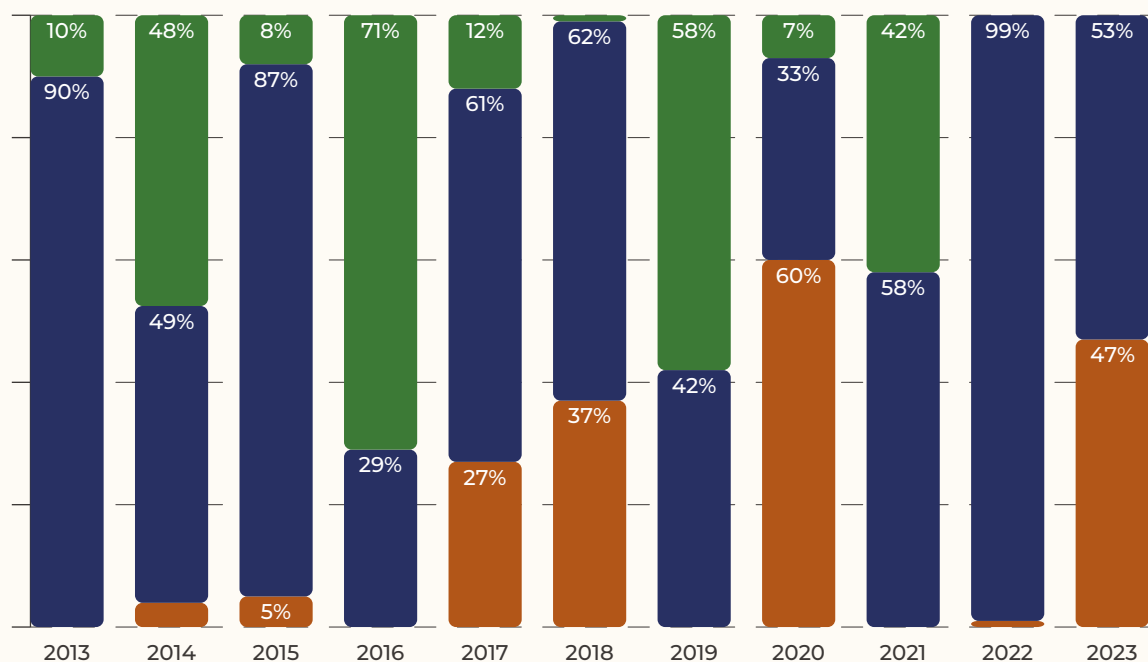
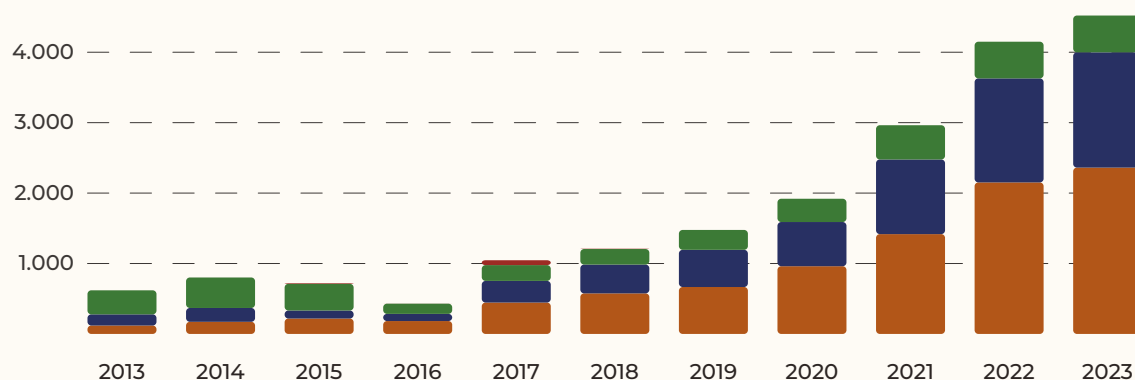


Figura 31. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural, no estado do Maranhão, em milhões de reais, entre 2013 e 2023

A. Em reais nominais

■ CUSTEIO - BOVINOS ■ INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE
■ INVESTIMENTO - BOVINOS ■ OUTROS



	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
CUSTEIO - BOVINOS	R\$ 119,5	R\$ 172,2	R\$ 218,7	R\$ 183,0	R\$ 445,7	R\$ 575,9	R\$ 666,3	R\$ 961,6	R\$ 1.417,4	R\$ 2.151,4	R\$ 2.361,8
INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE	R\$ 158,6	R\$ 196,4	R\$ 113,8	R\$ 101,7	R\$ 307,3	R\$ 408,8	R\$ 528,1	R\$ 627,4	R\$ 1.059,8	R\$ 1.477,3	R\$ 1.636,9
INVESTIMENTO - BOVINOS	R\$ 341,2	R\$ 432,8	R\$ 379,4	R\$ 145,3	R\$ 224,5	R\$ 221,1	R\$ 282,3	R\$ 330,6	R\$ 486,3	R\$ 520,7	R\$ 522,4
OUTROS	R\$ 0,1	R\$ 0,1	R\$ 9,0	R\$ 0,9	R\$ 69,0	R\$ 4,3		R\$ 0,0		R\$ 0,0	

B. Em percentual

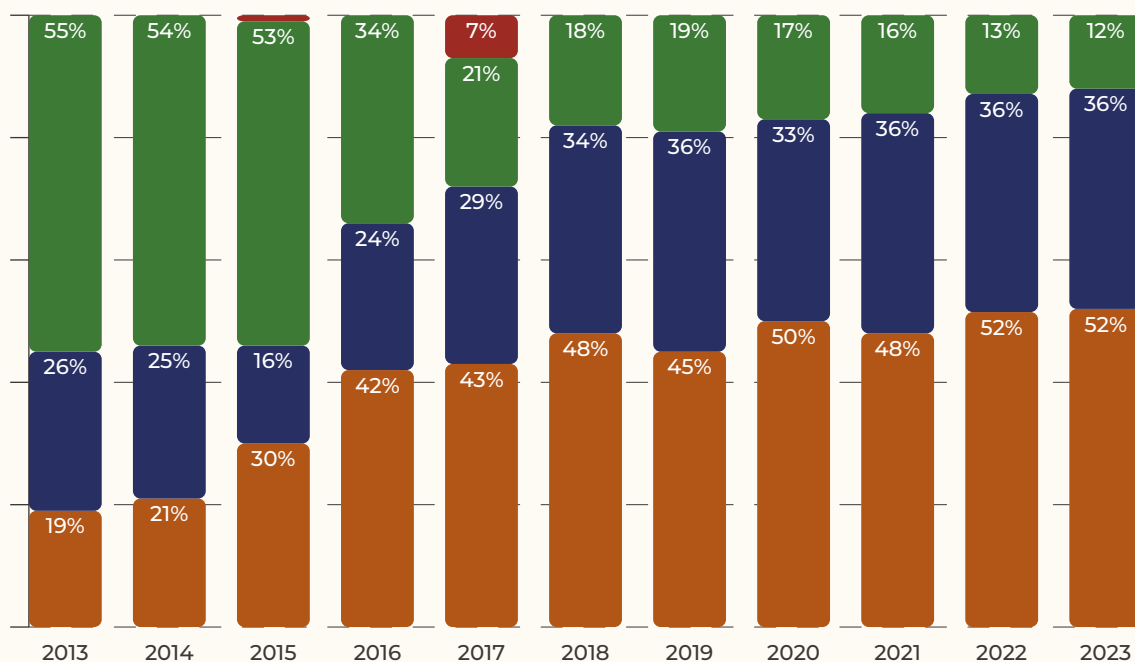
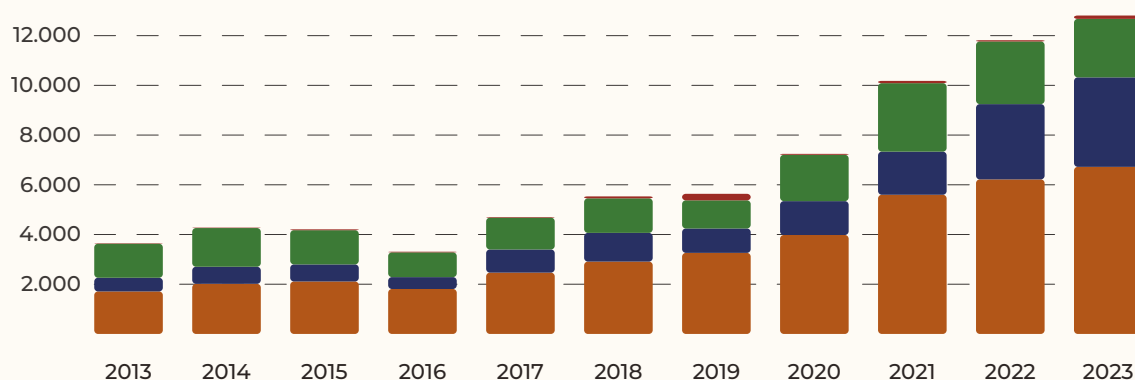


Figura 32. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural, no estado do Mato Grosso, em milhões de reais, entre 2013 e 2023

A. Em reais nominais

■ CUSTEIO - BOVINOS
 ■ INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE
 ■ INVESTIMENTO - BOVINOS
 ■ OUTROS



	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
CUSTEIO - BOVINOS	R\$ 1.709,3	R\$ 2.015,4	R\$ 2.110,0	R\$ 1.807,7	R\$ 2.466,3	R\$ 2.910,1	R\$ 3.261,0	R\$ 3.979,8	R\$ 5.598,6	R\$ 6.216,6	R\$ 6.721,3
INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE	R\$ 550,6	R\$ 687,3	R\$ 686,8	R\$ 477,7	R\$ 931,6	R\$ 1.155,2	R\$ 980,9	R\$ 1.362,6	R\$ 1.733,9	R\$ 3.028,6	R\$ 3.599,9
INVESTIMENTO - BOVINOS	R\$ 1.369,3	R\$ 1.556,7	R\$ 1.376,3	R\$ 995,8	R\$ 1.280,0	R\$ 1.389,7	R\$ 1.133,0	R\$ 1.864,0	R\$ 2.755,5	R\$ 2.520,6	R\$ 2.353,1
OUTROS	R\$ 18,5	R\$ 17,1	R\$ 34,7	R\$ 26,7	R\$ 25,2	R\$ 77,8	R\$ 261,9	R\$ 37,7	R\$ 91,4	R\$ 49,5	R\$ 134,7

B. Em percentual

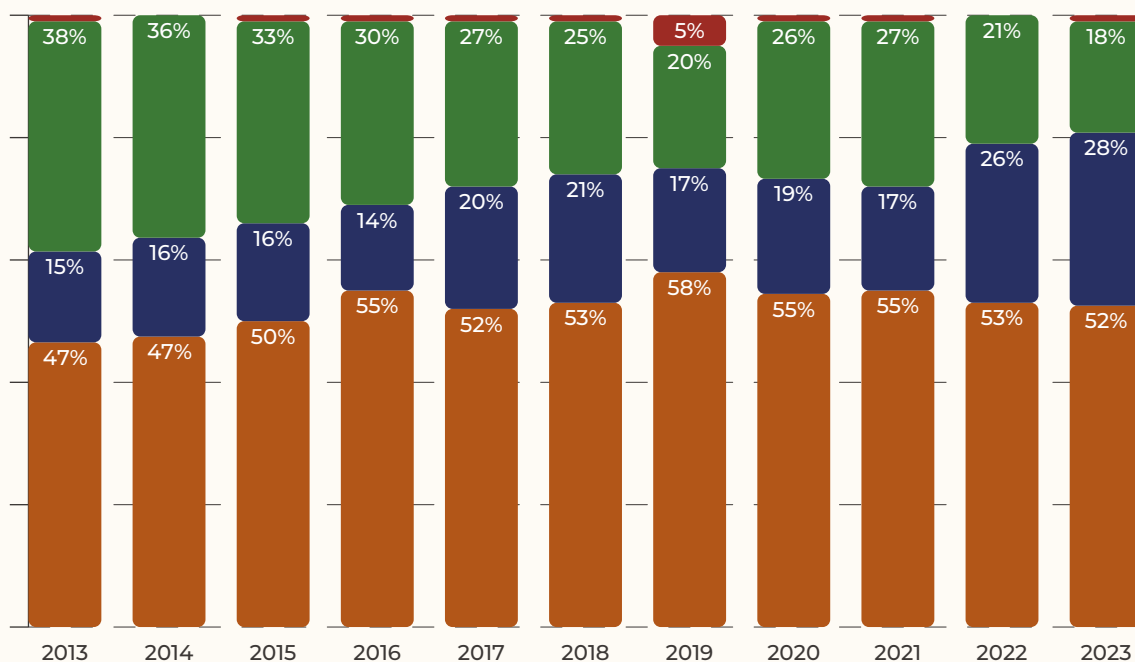
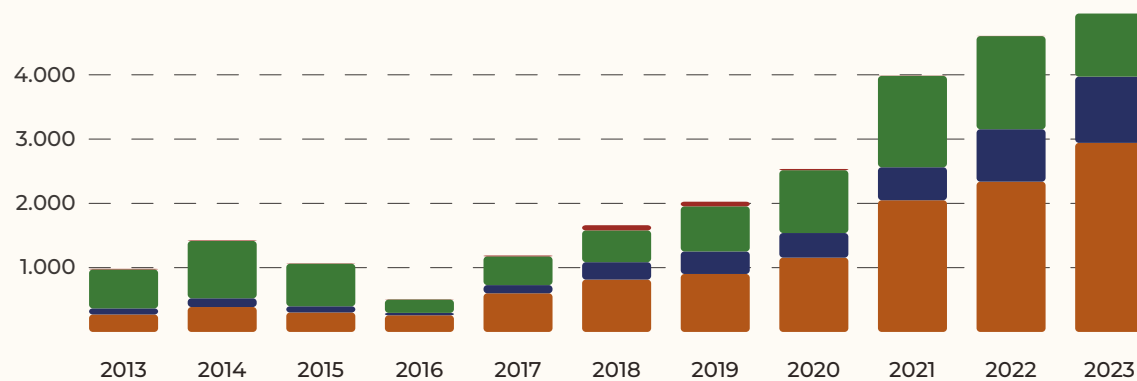


Figura 33. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural, no estado do Pará, em milhões de reais, entre 2013 e 2023 Em reais

A. Em reais nominais

■ CUSTEIO - BOVINOS
 ■ INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE
 ■ INVESTIMENTO - BOVINOS
 ■ OUTROS



	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
CUSTEIO - BOVINOS	R\$ 271,3	R\$ 387,4	R\$ 302,8	R\$ 259,0	R\$ 601,1	R\$ 814,2	R\$ 901,7	R\$ 1.155,6	R\$ 2.048,6	R\$ 2.337,5	R\$ 2.940,9
INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE	R\$ 95,3	R\$ 136,1	R\$ 96,2	R\$ 37,1	R\$ 127,5	R\$ 271,0	R\$ 350,6	R\$ 383,0	R\$ 513,2	R\$ 815,9	R\$ 1.030,4
INVESTIMENTO - BOVINOS	R\$ 605,6	R\$ 892,4	R\$ 662,5	R\$ 208,1	R\$ 446,9	R\$ 494,6	R\$ 701,4	R\$ 977,5	R\$ 1.421,5	R\$ 1.448,8	R\$ 981,9
OUTROS	R\$ 9,4	R\$ 8,5	R\$ 5,5	R\$ 4,4	R\$ 13,3	R\$ 80,3	R\$ 72,4	R\$ 19,1	R\$ 3,7	R\$ 3,0	

B. Em percentual

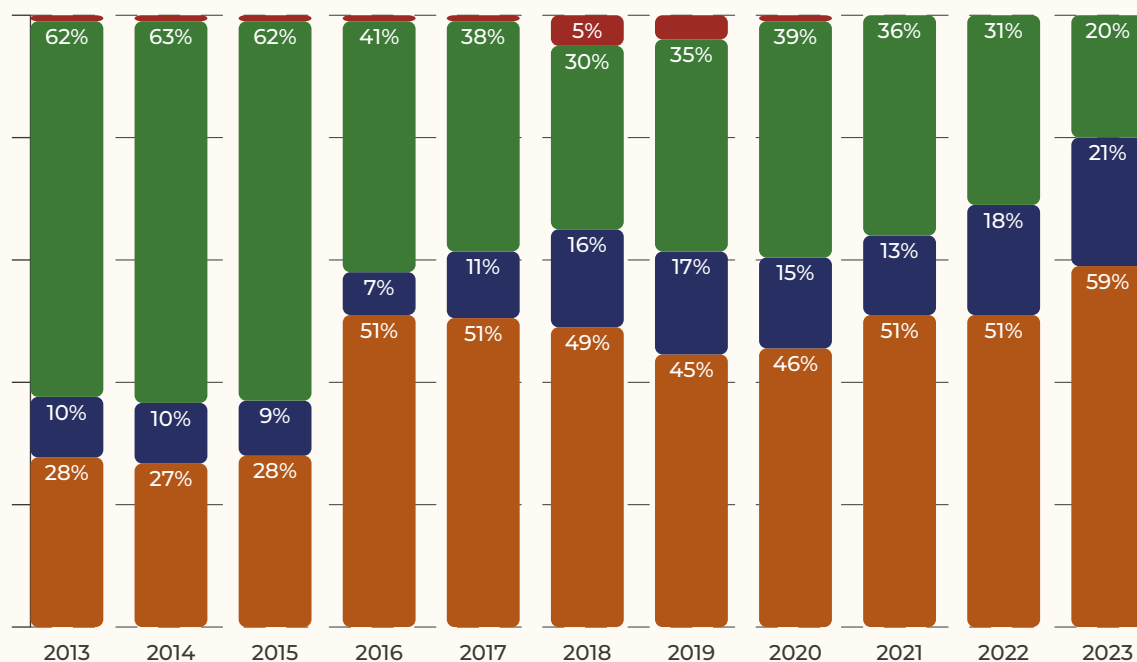
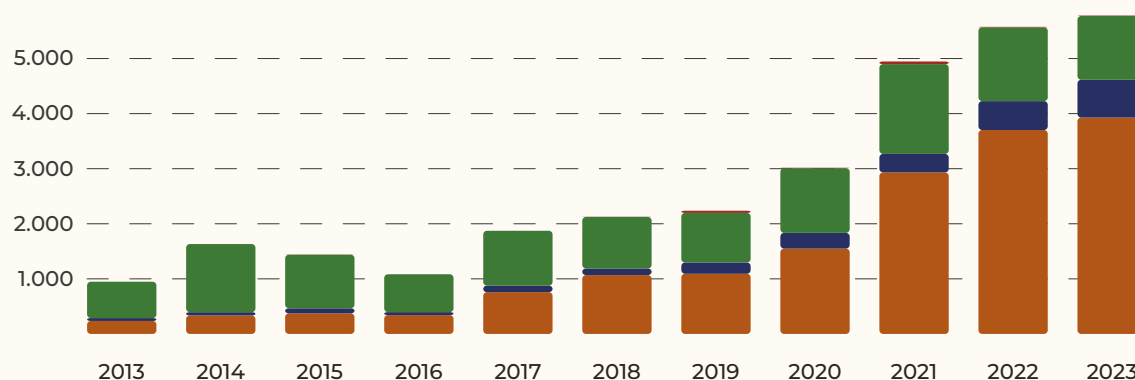


Figura 34. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural, no estado de Rondônia, em milhões de reais, entre 2013 e 2023

A. Em reais nominais

■ CUSTEIO - BOVINOS ■ INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE
■ INVESTIMENTO - BOVINOS ■ OUTROS



	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
CUSTEIO - BOVINOS	R\$ 235,8	R\$ 336,0	R\$ 373,5	R\$ 341,7	R\$ 758,3	R\$ 1.068,1	R\$ 1.092,0	R\$ 1.549,5	R\$ 2.932,4	R\$ 3.702,0	R\$ 3.928,5
INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE	R\$ 51,9	R\$ 58,6	R\$ 91,7	R\$ 54,2	R\$ 118,4	R\$ 119,5	R\$ 205,3	R\$ 285,6	R\$ 335,9	R\$ 524,7	R\$ 685,7
INVESTIMENTO - BOVINOS	R\$ 659,8	R\$ 1.237,5	R\$ 973,5	R\$ 687,4	R\$ 996,0	R\$ 936,3	R\$ 900,0	R\$ 1.174,9	R\$ 1.630,3	R\$ 1.339,9	R\$ 1.158,4
OUTROS	R\$ 0,4	R\$ 0,0	R\$ 3,7	R\$ 0,2	R\$ 0,1	R\$ 4,0	R\$ 39,8	R\$ 7,1	R\$ 47,8	R\$ 9,0	R\$ 8,1

B. Em percentual

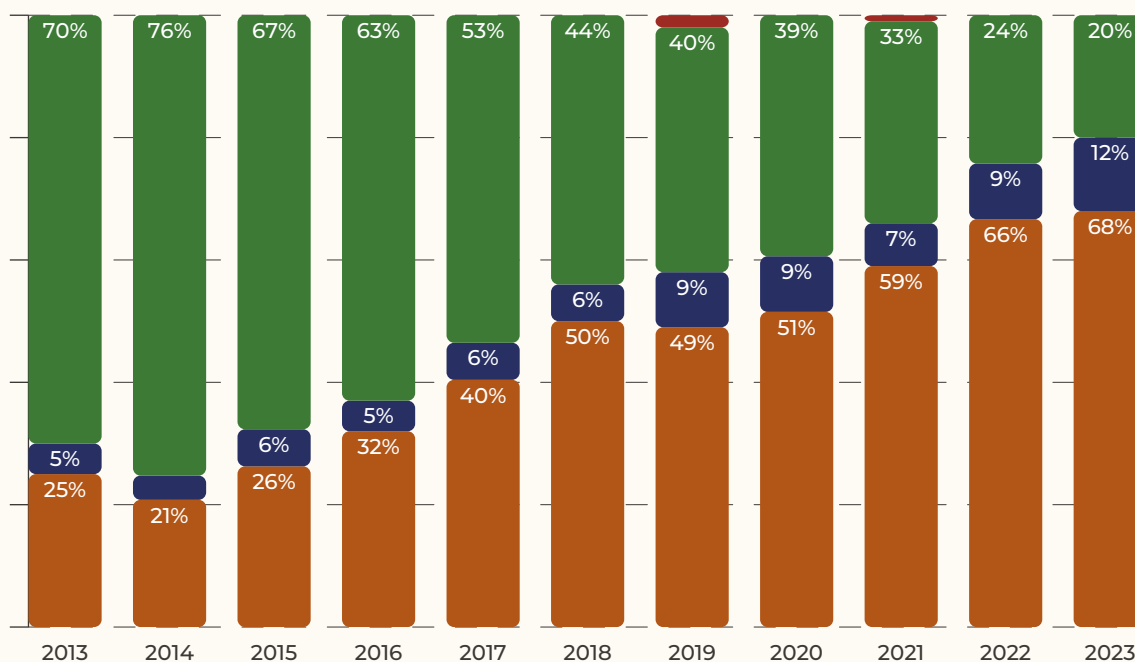
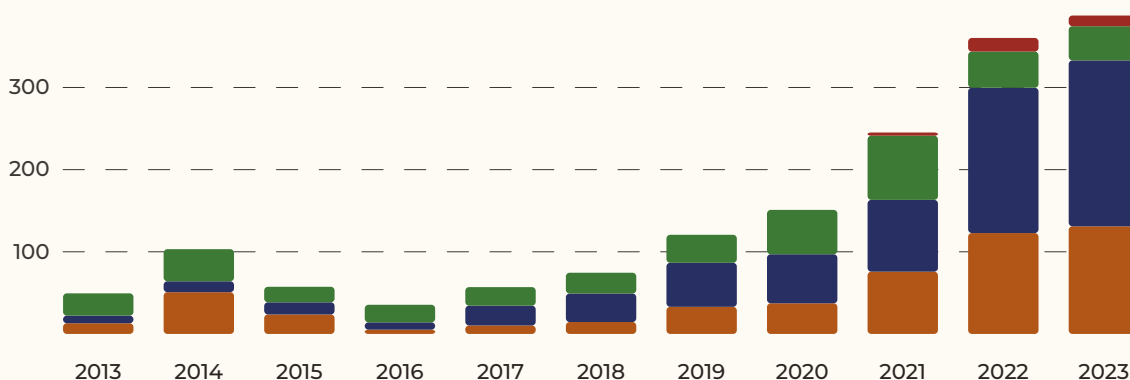


Figura 35. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural, no estado de Roraima, em milhões de reais, entre 2013 e 2023

A. Em reais nominais

■ CUSTEIO - BOVINOS
 ■ INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE
 ■ INVESTIMENTO - BOVINOS
 ■ OUTROS



	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
CUSTEIO - BOVINOS	R\$ 13,0	R\$ 50,8	R\$ 23,7	R\$ 5,2	R\$ 10,3	R\$ 14,5	R\$ 33,0	R\$ 37,3	R\$ 75,8	R\$ 122,8	R\$ 131,0
INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE	R\$ 9,3	R\$ 13,3	R\$ 14,8	R\$ 8,9	R\$ 24,1	R\$ 34,7	R\$ 53,6	R\$ 59,7	R\$ 87,4	R\$ 176,9	R\$ 202,0
INVESTIMENTO - BOVINOS	R\$ 27,1	R\$ 39,1	R\$ 18,9	R\$ 21,4	R\$ 22,6	R\$ 25,3	R\$ 34,1	R\$ 54,0	R\$ 78,1	R\$ 44,0	R\$ 41,6
OUTROS									R\$ 3,9	R\$ 16,6	R\$ 13,0

B. Em percentual

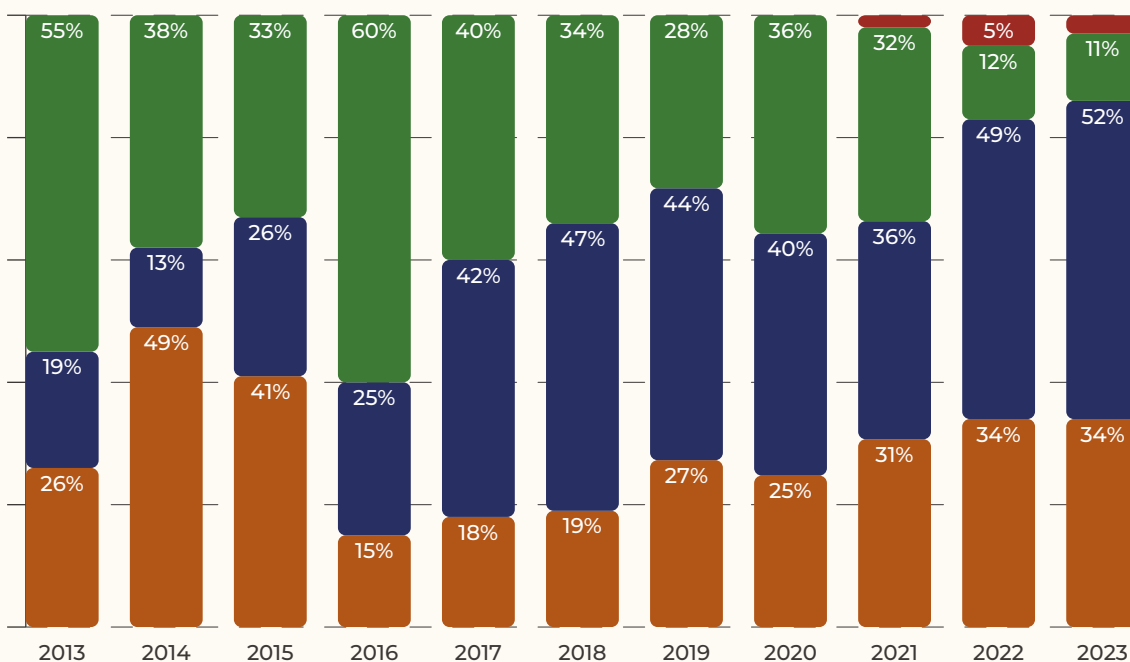
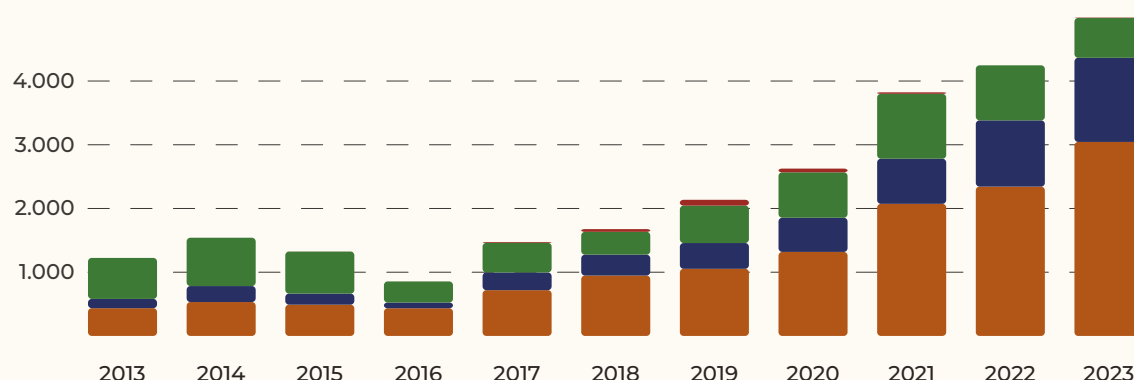


Figura 36. Finalidade e tipo de produto contratado para aumento de produtividade na pecuária bovina via crédito rural, no estado do Tocantins, em milhões de reais, entre 2013 e 2023

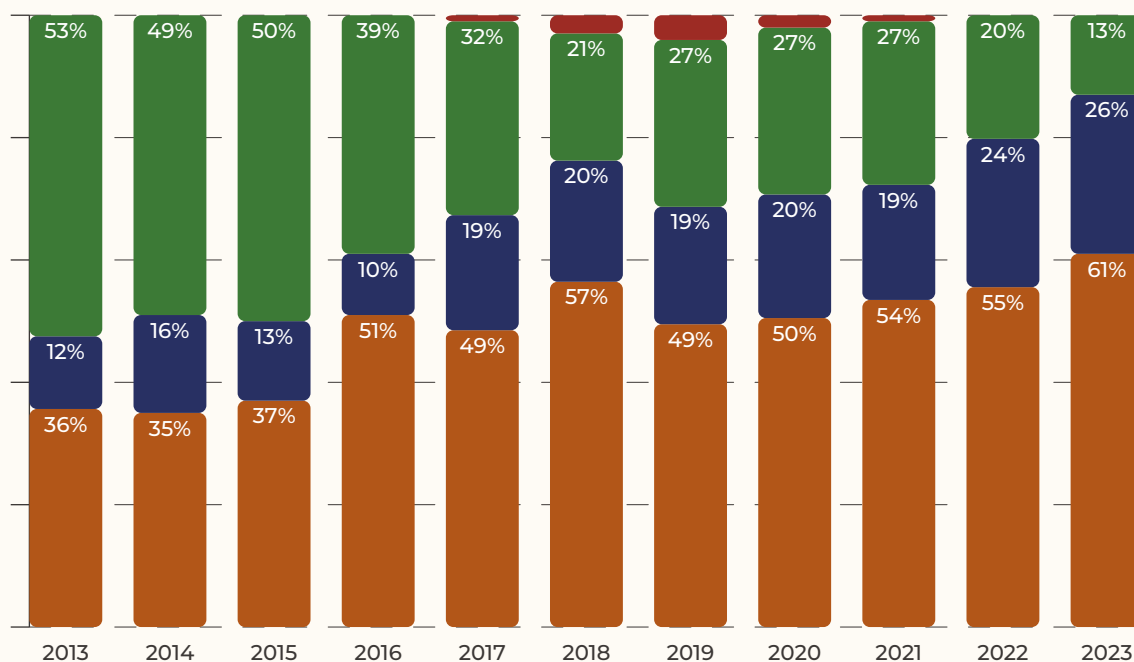
A. Em reais nominais

■ CUSTEIO - BOVINOS
 ■ INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE
 ■ INVESTIMENTO - BOVINOS
 ■ OUTROS



	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
CUSTEIO - BOVINOS	R\$ 435,4	R\$ 531,9	R\$ 490,6	R\$ 434,4	R\$ 718,4	R\$ 947,7	R\$ 1.053,3	R\$ 1.318,4	R\$ 2.072,9	R\$ 2.342,9	R\$ 3.044,2
INVESTIMENTO - AUMENTO DE PRODUTIVIDADE	R\$ 145,5	R\$ 250,8	R\$ 173,5	R\$ 89,5	R\$ 277,8	R\$ 327,5	R\$ 404,6	R\$ 536,3	R\$ 707,8	R\$ 1.039,8	R\$ 1.320,3
INVESTIMENTO - BOVINOS	R\$ 643,4	R\$ 758,4	R\$ 659,5	R\$ 331,0	R\$ 464,7	R\$ 358,5	R\$ 586,9	R\$ 713,0	R\$ 1.018,6	R\$ 863,7	R\$ 626,4
OUTROS	R\$ 0,0		R\$ 1,3	R\$ 0,8	R\$ 12,7	R\$ 42,5	R\$ 91,6	R\$ 58,3	R\$ 23,8		R\$ 5,6

B. Em percentual



Apêndice 4.

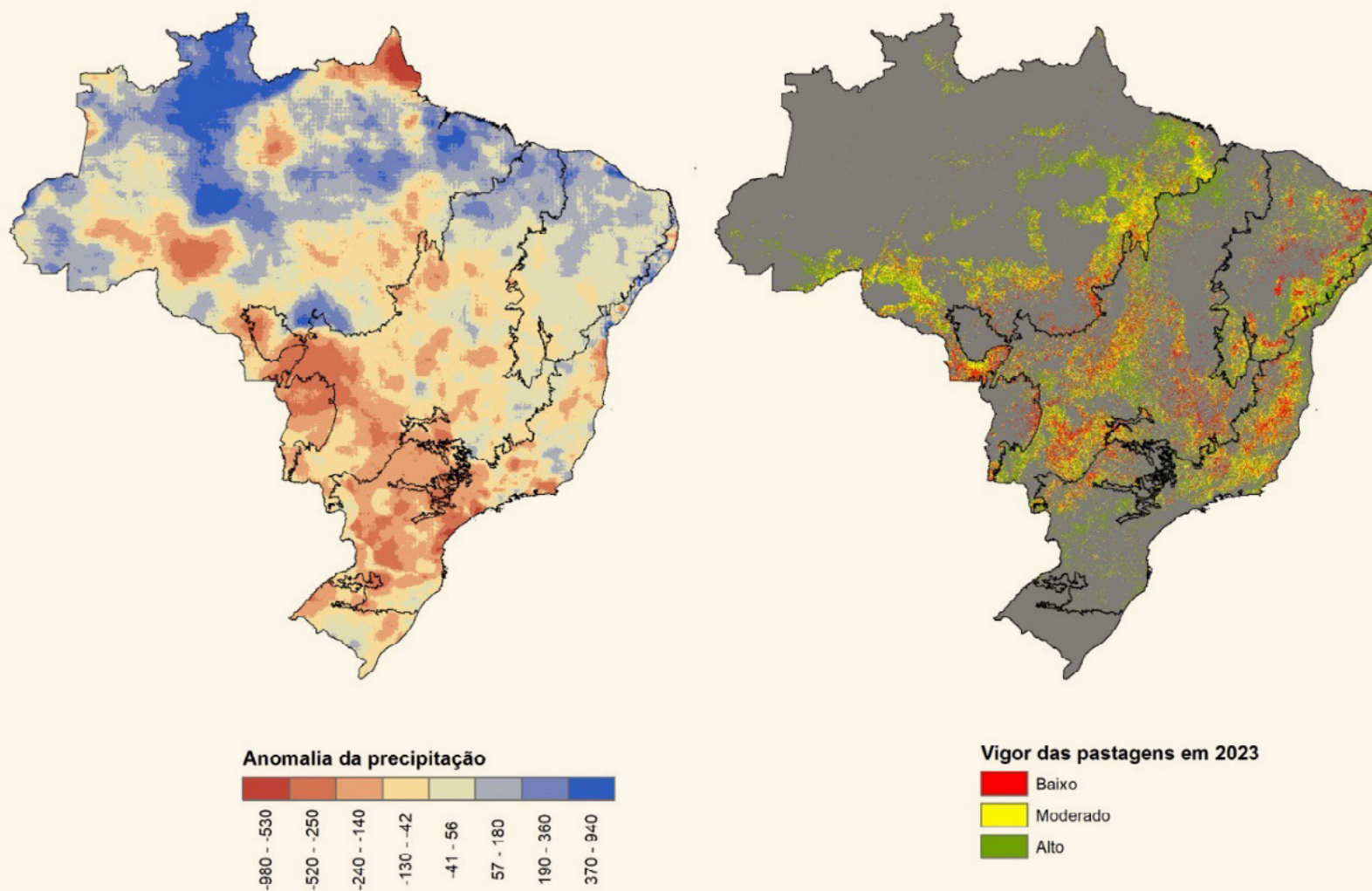
Anomalias de precipitação e vigor de pastagens no Brasil

Uma anomalia de precipitação é a diferença entre a quantidade de chuva em uma região e a média histórica para aquela área. Em outras palavras, é o quanto chove mais ou menos do que o normal.

- **Anomalia positiva:** Se chove mais do que o esperado, temos um excesso de chuva (tons azuis no mapa – Figura 37).
- **Anomalia negativa:** Se chove menos do que o esperado, temos uma seca (verde claro até marrom no mapa).

Na maior parte do território brasileiro houve uma redução expressiva de chuvas comparando a média de 2019 e 2023 com a média de 36 anos anteriores (1982 a 2018). O impacto dessa tendência é crucial, pois a probabilidade de reforma de pastos foi menor em áreas com déficit hídrico no solo.

Figura 37. Anomalia de precipitação no Brasil comparando a média de 2019 e 2023 com a média de 1982 e 2018 e o vigor de pastagens em 2023



Fonte de dados: Cálculos de anomalias de precipitação com dados a Universidade da Califórnia (University of California, s.d.). Vigor de pastagens (Mapbiomas Brasil, 2023).

Apêndice 5.

Medidas necessárias para reforçar o combate ao desmatamento

Políticas públicas de larga escala para combater o desmatamento

Destinar terras públicas de acordo com a Constituição e para fins compatíveis com usos mais sustentáveis. Em 2021, havia na Amazônia aproximadamente 143 milhões de hectares de terras públicas não destinadas (Brito et al., 2021), com milhões de hectares passíveis de regularização por ocupantes ilegais (Brito et al., 2019). Algumas leis estaduais, ao não estabelecerem data limite para ocupação, incentivam novas ocupações (Brito e Gomes, 2022).

Para evitar o desmatamento especulativo e ilegal de terras públicas o poder executivo deveria:

- destinar terras públicas para usos compatíveis com a conservação florestal e direitos constitucionais prioritários, como os de povos indígenas;
- extinguir a doação e venda de terras públicas abaixo do preço de mercado;
- retomar a posse de terras ocupadas ilegalmente e proibir a titulação de imóveis com desmatamento recente.
- conceder terras públicas já desmatadas para a restauração florestal gerar renda e reduzir risco climático. Iniciativas recentes do governo federal (SFB, 2024) e do governo do Pará (Governo do Pará, 2025; Nascimento, 2024) são relevantes e podem oferecer lições para a expansão desta abordagem.

Além das ações executivas, a intervenção judicial é crucial, dado que alguns formuladores de políticas executivas e legislativas têm atrasado ou violado a aplicação da Constituição. Por exemplo, o Supremo Tribunal Federal (STF) poderia:

- assegurar a aplicação da lei, aceitando o caso iniciado pelo Ministério Público em 2017 (ADI 5771 – Ação Direta de Inconstitucionalidade) contra um novo plano de regularização de terras ilegais (Barreto e Brito, 2023);
- obrigar as autoridades estaduais a estabelecer datas limite para ocupações de terras elegíveis para regularização (Barreto e Brito, 2023).

Reforçar e expandir o controle ambiental do crédito privado para o setor rural. Apesar dos avanços na restrição do crédito rural para produtores irregulares, falta regulação ou clareza da regulação quanto à obrigatoriedade de controle ambiental de outras modalidades de crédito subsidiado para o setor rural (Greenpeace, 2024) que somavam R\$ 1,1 trilhão em 2024 (Figura 19). É necessário expandir os controles ambientais para esses instrumentos e aumentar a transparência sobre sua aplicação para facilitar o monitoramento de seus impactos em produtividade e ambientais.

Tornar acessíveis os dados de origem de gado. Tornar acessíveis os dados sobre a origem do gado (Guia de Trânsito Animal) e das fazendas (Cadastro Ambiental Rural) é crucial para mitigar o risco de desmatamento e fomentar investimentos sustentáveis no setor agropecuário. Isso facilitaria o rastreamento da origem do gado por frigoríficos e outras partes interessadas, o que estimularia a conformidade com práticas sustentáveis (Barreto et al., 2023). Esta medida representaria um avanço significativo até a implementação de sistemas de rastreamento individual do gado, prometidos pelo governo federal até 2032. A maior transparência não só atenderia às demandas das empresas do setor, que enfrentam desafios devido à falta de dados públicos (Coalizão Brasil Clima Florestas e Agricultura, 2024; Mesa Brasileira da Pecuária Sustentável & Coalizão Brasil Clima Florestas e Agropecuária, 2024; Prizibiszki, 2023) como também promoveria um ambiente de negócios mais responsável e atraente para investidores.

A recente decisão do Supremo Tribunal Federal (STF) representou um avanço importante na transparência e controle da origem do gado no Brasil (Arguição de descumprimento de preceito fundamental 760, 2025). O STF determinou

que os dados das Guias de Trânsito Animal (GTA) devem ser disponibilizados para os órgãos de fiscalização ambiental. Além disso, o governo federal deve apresentar, em 60 dias, um plano para tornar esses dados acessíveis.

Enquanto esta medida fortalece o rastreamento e a fiscalização, há uma necessidade crítica de expandir o acesso aos dados das GTAs para incluir o setor privado. O programa de rastreamento individual de gado, anunciado pelo governo em dezembro de 2024, é considerado inadequado, pois não está vinculado à legalidade ambiental e prevê a conclusão do rastreamento apenas em 2032 (Prizibiszki, 2024). A inclusão do setor privado no acesso aos dados é essencial para garantir uma fiscalização eficaz e combater práticas ilegais de desmatamento, promovendo a sustentabilidade e a conservação ambiental na região.

Medidas privadas e multilaterais de larga escala para reduzir o desmatamento

Regulamento europeu contra importação de produtos associados ao desmatamento. O Regulamento de Desmatamento da União Europeia, que entrou em vigor em 29 de junho de 2023, visa minimizar a contribuição da UE para o desmatamento global e a degradação florestal, garantindo que commodities como carne bovina, soja, óleo de palma, cacau, café, borracha e madeira sejam livres de desmatamento. O regulamento exige que operadores e comerciantes realizem a devida diligência para rastrear essas commodities até sua origem, garantindo que não tenham sido produzidas em terras desmatadas após 31 de dezembro de 2020. Os prazos de implementação estão fixados para 30 de dezembro de 2025, para grandes e médias e pequenas empresas, e 30 de junho de 2026 para micro e pequenas empresas. Espera-se que este regulamento reduza significativamente as emissões de gases com efeito de estufa e a perda de biodiversidade associadas ao consumo na UE. As autoridades dos Estados-Membros europeus e os operadores de mercado adotarão deveres simplificados de diligência devida para os países de baixo risco e um controle reforçado para os países de alto risco.

Segundo a Chain Reaction Research, a Regulação de Desmatamento da UE impactará significativamente os frigoríficos brasileiros JBS, Marfrig e Minerva, com possíveis multas e reduções nos lucros operacionais devido à ligação das suas cadeias de suprimentos com o desmatamento. Estimativas de 2022 apontaram a queda no EBITDA (Lucros antes de Juros, Impostos, Depreciação e Amortização) de 1,8% para a JBS, 2,7% para a Marfrig e 5,3% para a Minerva, e as multas podem atingir até 4% das vendas para a UE (Chain Reaction Research, 2022).

Entretanto, a Chain Reaction Research estimou que os riscos financeiros do desmatamento podem ser mitigados com investimentos na devida verificação. Pequenos aumentos de preço cobririam esses custos sem afetar os lucros dos acionistas. A análise da Chain Reaction Research indica que a grande escala das indústrias automotiva e de calçados, em comparação com o valor do couro brasileiro, apoia essa visão (Chain Reaction Research, 2022).

Compromisso voluntário da Federação Brasileira de Bancos (Febraban). Em 2023 a Febraban anunciou que os “bancos participantes da Autorregulação irão solicitar aos seus clientes frigoríficos, na Amazônia Legal e no Maranhão, a implementação de um sistema de rastreabilidade e monitoramento que permita demonstrar, até dezembro de 2025, a não aquisição de gado associado ao desmatamento ilegal de fornecedores diretos e indiretos” (FEBRABAN, 2023). Segundo a Febraban (Febraban 2023), a data “está alinhada com compromissos assumidos por alguns dos grandes frigoríficos para o monitoramento de seus fornecedores e com compromissos públicos dos bancos.”

Declaração Chinesa de Carne Sustentável. Em 2017, a Associação de Carne da China (CMA) e o World Wildlife Fund (WWF) publicaram uma declaração para conter o desmatamento ligado à demanda por carne bovina. Em 2021, a CMA especificou as regras da declaração que pede aos importadores de carne bovina que evitem o fornecimento de áreas de alto risco de desmatamento, como Amazônia e Cerrado, e enfatiza a necessidade de transparência e rastreabilidade nas cadeias de suprimentos, incluindo fornecedores diretos e indiretos. Embora a CMA não tenha fixado uma data limite para a aplicação das regras, espera-se que seja necessária a rastreabilidade total do gado dentro de poucos anos (Vilarino, 2024).

Referências

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. ([s.d.]). Exportações - ABIEC. Série histórica das exportações de carne bovina. Recuperado em 11 de janeiro de 2025, de <https://www.abiec.com.br/exportacoes/>

Agência Nacional de Águas. (2010, dezembro 3). Trechos Hidroviários. <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/48e26e99-db01-45dc-a-270-79f27680167b>

Alencar, A., Zimbres, B., Souza, E., Tsai, D., Barcellos Silva, F., de Oliveira Quintana, G., Graces, I., Coluna, I., Zanin Shimbo, J., Carvalho, K., & Fragoso Potenza, R. (2023). Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa dos Sistemas Alimentares no Brasil. https://oc.eco.br/wp-content/uploads/2023/10/SEEG_alimentares.pdf

Alix-Garcia, J., & Gibbs, H. K. (2017). Forest conservation effects of Brazil's zero deforestation cattle agreements undermined by leakage. *Global Environmental Change*, 47, 201–217. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2017.08.009>

Arguição de descumprimento de preceito fundamental 743 (25 de janeiro de 2025). <http://www.stf.jus.br/portal/autenticacao/autenticarDocumento.asp>

Arguição de descumprimento de preceito fundamental 760 (27 de janeiro de 2025). <https://portal.stf.jus.br/processos/downloadPeca.asp?id=15373378822&ext=.pdf>

Arguição de descumprimento de preceito fundamental 847 (29 de agosto de 2024). <http://www.stf.jus.br/portal/autenticacao/autenticarDocumento.asp>

Arima, E. Y., Barreto, P., Araújo, E., & Soares-Filho, B. (2014). Public policies can reduce tropical deforestation: Lessons and challenges from Brazil. *Land Use Policy*, 41, 465–473. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.06.026>

Arima, E. Y., Richards, P., Walker, R., & Caldas, M. M. (2011). Statistical confirmation of indirect land use change in the Brazilian Amazon. *Environmental Research Letters* (Vol. 6, Número 2, p. 024010). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/6/2/024010>

ASBIA/CEPEA. (2024). INDEX ASBIA 2023. https://asbia.org.br/wp-content/uploads/Index_ASBIA_2023-1.pdf

Assunção, J., Bragança, A., & Araújo, R. (2020). Os impactos ambientais da Ferrogrão - Uma avaliação ex-ante dos riscos de desmatamento. In Climate Policy Initiative. <https://www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2020/03/PB-Os-impactos-ambientais-da-Ferrograo-1.pdf>

Assunção, J., Gandour, C., Rocha, R., & Rocha, R. (2020). The Effect of Rural Credit on Deforestation: Evidence from the Brazilian Amazon. *Economic Journal*, 130(626). <https://doi.org/10.1093/ej/uez060>

Assunção, J., Gandour, C., & Rocha, R. (2023). DETER-ing Deforestation in the Amazon: Environmental Monitoring and Law Enforcement. *American Economic Journal: Applied Economics*, 15(2), 125–156. <https://doi.org/10.1257/APP.20200196>

Banco Central do Brasil. ([s.d.]). Matriz de Dados do Crédito Rural - Crédito Concedido. Matriz de Dados do Crédito Rural - Crédito Concedido. Recuperado 7 de janeiro de 2025, de <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/micrrural>

Barreto, P., Pereira, R., Brandão, A., & Baima, S. (2017). Os frigoríficos vão ajudar a zerar o desmatamento da Amazônia? <https://imazon.org.br//PDFimazon/Portugues/livros/Frigorificos%20e%20o%20desmatamento%20da%20Amaz%C3%B4nia.pdf>

Barreto, P. (2021). Políticas para desenvolver a pecuária na Amazônia sem desmatamento. https://amazonia2030.org.br/wp-content/uploads/2021/09/pecuaria-extrativa_final_Paulo-Barreto-1.pdf

Barreto, P. G., & Brito, B. (2023). Land Governance: Getting the Incentives Right. In N. Søndergaard, C. D. de Sá, & A. F. Barros-Platiau (Orgs.), *Sustainability Challenges of Brazilian Agriculture: Governance, Inclusion, and Innovation* (p. 339–365). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-29853-0_17

Barreto, P., Pereira, R., Rocha, A. J. da S., & Trigueiro, C. (2023). A cadeia de produção de carne continua contribuindo para o desmatamento na Amazônia. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon). https://drive.google.com/file/d/1sO336R5wHF3pKHZC-EFYQzSSS_96QQ-4/view

Baruselli, P. S., Ferreira, R. M., Colli, M. H. A., Elliff, F. M., Sá Filho, M. F., Vieira, L., & de Freitas, B. G. (2017). Timed artificial insemination: Current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. *Animal Reproduction*, 14(3), 558–571. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR999/PDF/ANIMREPROD-14-3-558.PDF>

Brasil. ([s.d.]-a). Estatísticas de Comércio Exterior em Dados Abertos. Estatísticas de Comércio Exterior em Dados Abertos. Recuperado em 7 de janeiro de 2025, de <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/comercio-exterior/estatisticas/ba-se-de-dados-bruta>

Brasil. ([s.d.]-b). Plano Safra. Plano Safra 24/25. Recuperado em 7 de janeiro de 2025, de <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/plano-safra/2024-2025/>

Brasil. ([s.d.]-c). Planos Safras anteriores. Planos Safras Anteriores. Recuperado em 7 de janeiro de 2025, de <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/plano-agricola-pecuario>

Brasil. ([s.d.]-d). Programa de Apoio à Conservação Ambiental – Programa Bolsa Verde. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Recuperado em 11 de janeiro de 2025, de <https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/snpct/dpct/bolsa-verde>

Brasil. (2013). Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal - PPCDAm 3 Fase.

Brasil. (2016). PPCDAm. Acompanhamento e a análise de impacto das políticas públicas. <http://redd.mma.gov.br/pt/acompanhamento-e-a-analise-de-impacto-das-politicas-publicas/ppcdam>

Brasil. (2023, dezembro 6). Governo Federal institui Programa Nacional de Conversão de Pastagens Degradadas. Ministério da Agricultura e Pecuária. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/governo-federal-institui-programa-nacional-de-conversao-de-pastagens-degradadas>

Brasil. (2024a). Boletim do Agro - Finanças Privadas. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/boletim-de-financas-privadas-do-agro/boletim-de-financas-privadas-do-agro-nov.2024>

Brasil. (2024b, novembro 19). Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP) — Ministério da Agricultura e Pecuária. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/valor-bruto-da-producao-agropecuaria-vbp>

Brito, B., Barreto, P., Brandão, A., Baima, S., & Gomes, P. H. (2019). Stimulus for land grabbing and deforestation in the Brazilian Amazon. *Environmental Research Letters*, 14(6), 064018. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab1e24>

Brito, B., Almeida, J., Pedro, G., & Rodney, S. (2021). Dez fatos essenciais sobre regularização fundiária na Amazônia. <https://imazon.org.br/wp-content/uploads/2021/04/10FatosRegularizacaoFundiaria.pdf>

Brito, B., & Gomes, P. (2022). Propostas para um Ordenamento Territorial na Amazônia que Reduza o Desmatamento. <https://amazonia2030.org.br/wp-content/uploads/2022/06/AMZ-2030-46-1.pdf>

Bronoski, B. (2025, janeiro 27). Segundo maior frigorífico brasileiro lucra na Bolsa com lavagem de gado, desmatamento ilegal e pressão sobre terra indígena. O Joio e o Trigo. <https://ojoioeotrigo.com.br/2025/01/segundo-maior-frigorifico-brasileiro-lucra-na-bolsa-com-lavagem-de-gado-desmatamento-ilegal-e-pressao-sobre-terra-indigena/>

Chain Reaction Research. (2022, novembro 30). JBS, Marfrig, and Minerva Unlikely Compliant with Upcoming EU Deforestation Law. Chain Reaction Research. <https://chainreactionresearch.com/report/jbs-marfrig-and-minerva-unlikely-compliant-with-upcoming-eu-deforestation-law/>

Clark Labs. (2020). TerrSet 2020 - Geospatial Monitoring and Modeling System. https://clarklabs.org/wp-content/uploads/2020/05/TerrSet_2020_Brochure-FINAL27163334.pdf

Coalizão Brasil Clima Florestas e Agricultura. (2024, fevereiro). Advocacy atua em agendas de rastreabilidade e silvicultura - Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura. <https://coalizaobr.com.br/advocacy-atua-em-agendas-de-rastreabilidade-e-silvicultura/>

Confinar Brasil 2024. (2024, setembro 6). Pará é líder na exportação brasileira de gado vivo. Confinar Brasil. <https://www.confinabrasil.com/para-exportacao-de-gado-vivo/>

CNJ. ([s.d.]). Programa Judicial de Acompanhamento do Desmatamento na Amazônia. Observatório do Meio Ambiente do Poder Judiciário. Recuperado em 29 de janeiro de 2025, de <https://www.cnj.jus.br/observatorio-do-meio-ambiente-do-poder-judiciario/programa-judicial-de-acompanhamento-do-desmatamento-na-amazonia-projada/>

Cordeiro, E. (2024, dezembro 27). STF suspende lei do Mato Grosso que restringe benefícios fiscais a empresas do setor agroindustrial. Supremo Tribunal Federal. <https://noticias.stf.jus.br/postsnoticias/stf-suspende-lei-do-mato-grosso-que-restringe-beneficios-fiscais-a-empresas-do-setor-agroindustrial/>

Coslovsky, S. (2021). Estratégias para o Desenvolvimento da Amazônia Brasileira: Lições Aprendidas dos Arranjos Pré-Competitivos. Amazônia 2030, 22. <https://amazonia2030.org.br/wp-content/uploads/2021/11/Arranjos-Pre-competitivos-final.pdf>

de Matos, S., Assad, C. E. D., Estevam, C. G., de Lima, C. Z., Pavão, E. de M., & Pinto, T. P. (2022). Custos da recuperação de pastagens degradadas nos estados e biomas brasileiros.. Observatório de bioeconomia - Boletim informativo. https://agro.fgv.br/sites/default/files/2023-02/boletim_custos_de_recuperacao_0.pdf

Eastman, J. R. ([s.d.]). Terrset Manual - Geospatial Monitoring and Modeling System. Clark Labs.

Farr, T. G., Rosen, P. A., Caro, E., Crippen, R., Duren, R., Hensley, S., Kobrick, M., Paller, M., Rodriguez, E., Roth, L., Seal, D., Shaffer, S., Shimada, J., Umland, J., Werner, M., Oskin, M., Burbank, D., & Alsdorf, D. E. (2007). The shuttle radar topography mission. Reviews of Geophysics, 45(2). <https://doi.org/10.1029/2005RG000183>

Gandour, C. (2021). Políticas Públicas para Proteção da Floresta Amazônica O que Funciona e Como Melhorar. Amazônia 2030, 08. <https://amazonia2030.org.br/wp-content/uploads/2021/07/REL-AMZ2030-Protacao-Florestal-3.pdf>

Garrett, R. D., Koh, I., Lambin, E. F., le Polain de Waroux, Y., Kastens, J. H., & Brown, J. C. (2018). Intensification in agriculture-forest frontiers: Land use responses to development and conservation policies in Brazil. *Global Environmental Change*, 53, 233–243. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.09.011>

Gibbs, H. K., Munger, J., L’Roe, J., Barreto, P. S. L. M., Pereira, R., Amaral, T., & Walker, N. (2015). Did Ranchers and Slaughterhouses Respond to Zero-Deforestation Agreements in the Brazilian Amazon? *Conservation Letters*. <https://doi.org/10.1111/conl.12175>

Globo Rural. (2015, janeiro 19). Cursos de engenharia agrônoma no Brasil. Globo Rural. <https://globo rural.globo.com/Noticias/noticia/2014/09/lista-faculdades-de-engenharia-agronomica.html>

Governo do Pará. (2023, dezembro 1). Pará lança, na COP 28, plano para rastrear individualmente todo o rebanho do Estado até 2026. Agência Pará. <https://www.agenciapara.com.br/noticia/49601/para-lanca-na-cop-28-plano-para-rastrear-individualmente-todo-o-rebanho-do-estado-ate-2026>

Governo do Pará. (2025, janeiro 29). SEMAS - Estado avança em projeto de concessão para restauração florestal e avalia parceria com o BID. <https://www.semas.pa.gov.br/2025/01/29/42185/>

Greenpeace. (2024). Bancando a Extinção Bancos e investidores como sócios no desmatamento. https://www.greenpeace.org/static/planet4-brasil-state-less/2024/07/c69cc5b8-bancando-a-extincao-greenpeace-digital-v22_single-page.pdf

Grisi, L., Leite, R. C., Martins, J. R. de S., de Barros, A. T. M., Andreotti, R., Cançado, P. H. D., de León, A. A. P., Pereira, J. B., & Villela, H. S. (2014). Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 23(2), 150–156. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014042>

IBGE. ([s.d.]). Tabela 1092: Número de informantes, Quantidade e Peso total das carcaças dos bovinos abatidos, no mês e no trimestre, por tipo de rebanho e tipo de inspeção. IBGE- Pesquisa Trimestral do Abate de Animais. Recuperado em 24 de setembro de 2023, de <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1092>

IMEA. (2024). RELATÓRIO DE ABATES JULHO/24. https://imea.com.br/imea-site/arquivo-externo?categoria=relatorio-de-mercado&arquivo=abate-bovinocultu-radecorte&numeropublicacao=6&_gl=1*k8p7ib*_ga*MTgwMzEzODg1MS4xNz-M2MzQwNzI3*_ga_243H7NMKPD*MTczNjM3OTk3MS4yLjEuMTczNjM4MDEwMS-42MC4wLjA.

IBGE. (2017a, dezembro 3). Estabelecimentos rurais com energia elétrica. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6778>

IBGE. (2017b, dezembro 3). Estabelecimentos rurais que obtiveram financiamento. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6895>. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6895>

IBGE. (2017c, dezembro 3). Estabelecimentos rurais que receberam assistência técnica. <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6780>

IBGE. (2017d, dezembro 3). Quantidade de produtores rurais que concluíram o ensino fundamental. <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6779>

IBGE. (2017e, dezembro 3). Quantidade de produtores rurais que concluíram o ensino médio. <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6779>

IBGE. (2021, dezembro 3). Base cartográfica contínuas, estradas oficiais. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=downloads>

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2023). Áreas embargadas pelo IBAMA. <https://siscom.ibama.gov.br/>

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (2023). Áreas em-
bargadas pelo ICMBio. https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/dados_geoespaciais/mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-unidades-de-conservacao-federais

INPE. (2024). TerraBrasilis. TerraBrasilis. https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates

IPEA, Giz, & CEPAL. (2011). Avaliação do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal -PPCDAm 2007 • 2010. http://www.cepal.org/dmaah/publicaciones/sinsigla/xml/7/45887/IPEA_GIZ_Cepal_2011_Avaliacao_PPCDAm_2007-2011_web.pdf

Jornal da USP. (2023, setembro 19). Pecuária brasileira sofre prejuízos de cerca de US\$ 14 bilhões por conta de parasitas. Jornal da USP. <https://jornal.usp.br/radio-usp/pecuaria-brasileira-sofre-prejuizos-de-cerca-de-us14-bilhoes-por-conta-de-parasitas/>

Araújo Filho, J. C. de, et al. (2022). Avaliação, Predição e Mapeamento de Água Disponível em Solos do Brasil. BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO, 282. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1143345/1/CNPS-BPD-282-2022.pdf>

Junior, I. (2023, junho 23). Censo do Confinamento 2023 da DSM mostra estabilidade. Portal DBO. <https://portaldbo.com.br/censo-do-confinamento-2023-da-dsm-mostra-estabilidade/>

LAPIG. (2021, dezembro 3). Armazéns destinados a armazenamento e controle da produção. <https://atlasdaspastagens.ufg.br/map>

Levy, S. A., Cammelli, F., Munger, J., Gibbs, H. K., & Garrett, R. D. (2023). Deforestation in the Brazilian Amazon could be halved by scaling up the implementation of zero-deforestation cattle commitments. Global Environmental Change, 80, 102671. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2023.102671>

MapBiomas. (2023, dezembro 3). Mapeamento Anual dos Estoques de Carbono Orgânico do Solo do Brasil. <https://data.mapbiomas.org/dataset.xhtml?persistentId=doi>

MapBiomas. (2024a, dezembro 3). Projeto MapBiomas - Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>

MapBiomas. (2024b, dezembro 3). Projeto MapBiomas - Módulo de Condição de Vigor da Pastagem Versão 2. <https://data.mapbiomas.org/dataset.xhtml?persistentId=doi>

Mapbiomas Brasil. (2023). Projeto MapBiomas - Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso Da Terra Do Brasil. <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>

Marengo, J. A., Torres, R. R., & Alves, L. M. (2017). Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. *Theoretical and Applied Climatology*, 129(3–4), 1189–1200. <https://doi.org/10.1007/S00704-016-1840-8/METRICS>

Mendonça, R. (2022, outubro 24). Há risco iminente de embargo ao Brasil, diz Helder Barbalho. *Valor Econômico*. <https://valor.globo.com/politica/eleicoes-2022/noticia/2022/10/24/ha-risco-iminente-de-embargo-ao-brasil-diz-helder-barbalho.ghtml>

Mesa Brasileira da Pecuária Sustentável, & Coalizão Brasil Clima Florestas e Agropecuária. (2024). Proposta de política nacional de rastreabilidade individual obrigatória. https://coalizaobr.com.br/wp-content/uploads/2024/04/240319_Proposta-de-Politica-Publica-de-Rastreabilidade.pdf

Micol, L. (2023). WHY AND HOW TO SCALE UP LOW-EMISSIONS BEEF IN BRAZIL, AND THE ROLE OF CARBON MARKETS. <https://hdl.handle.net/10568/132563>

Moffette, F., Skidmore, M., & Gibbs, H. K. (2021). Environmental policies that shape productivity: Evidence from cattle ranching in the Amazon. *Journal of Environmental Economics and Management*, 109, 102490. <https://doi.org/10.1016/J.JEEM.2021.102490>

Morpurgo, J., Kissling, W. D., Tyrrell, P., Negret, P. J., & Allan, J. R. (2021). The role of elections as drivers of tropical deforestation. *bioRxiv*, 2021.05.04.442551. <https://doi.org/10.1101/2021.05.04.442551>

Nascimento, I. (2024, novembro 15). Pará lança modelo inédito de concessão para restauração florestal remunerada com créditos de carbono. Agência Pará. <https://agenciapara.com.br/noticia/61410/para-lanca-modelo-inedito-de-concessao-para-restauracao-florestal-remunerada-com-creditos-de-carbono>

Observatório do Clima. (2021, maio 1). Em 2 anos, só 1,7% das multas passa por “conciliação” imposta por Salles - OC | Observatório do Clima. <https://www.oc.eco.br/em-2-anos-so-17-das-multas-passam-por-conciliacao-imposta-por-salles/>

Observatório do Clima. (2022, novembro 30). Bolsonaro encerra governo com alta de 60% no desmate na Amazônia. Observatório do Clima. <https://www.oc.eco.br/bolsonaro-encerra-governo-com-alta-de-60-no-desmate-na-amazonia/>

Observatório do Clima. (2023a). SEEG - Sistema de Estimativa de Emissão de Gases. <https://plataforma.seeg.eco.br/>

Observatório do Clima. (2023b, junho 30). BC aperta no crédito a desmatadores. Oeco. <https://oeco.org.br/noticias/bc-aperta-no-credito-a-desmatadores/>

Oliveira, W. F. de, Souza, P., & Assunção, J. (2024). O Impacto do Crédito do Programa ABC para a Recuperação de Pastagens: Evidências para o Cerrado. Em Climate Policy Initiative. <https://www.climatepolicyinitiative.org/pt-br/publication/o-impacto-do-credito-do-programa-abc-para-a-recuperacao-de-pastagens-evidencias-para-o-cerrado/>

O Mundo Que Queremos, & Imazon. (2025). Radar Verde - Resultados Frigoríficos 2024. https://drive.google.com/file/d/1jg61db_kyRYjO2CcV32s_ALpLLLogGHL2/view

Pailler, S. (2018). Re-election incentives and deforestation cycles in the Brazilian Amazon. *Journal of Environmental Economics and Management*, 88, 345–365. <https://doi.org/10.1016/J.JEEM.2018.01.008>

Pereira, R., Rausch, L., Carrara, A., & Gibbs, H. K. (2020). Extensive Production Practices and Incomplete Implementation Hinder Brazil's Zero-Deforestation Cattle Agreements in Pará. *Tropical Conservation Science*. <https://doi.org/10.1177/1940082920942014>

Prizibiszki, C. (2023, maio 5). Com pressão ambiental, Brasil começa a tirar do papel rastreabilidade individual de bovinos. Oeco. <https://oeco.org.br/reportagens/com-pressao-ambiental-brasil-comeca-a-tirar-do-papel-rastreabilidade-individual-de-bovinos/>

Prizibiszki, C. (2024, dezembro 17). Governo lança plano de rastreio individual na pecuária, com foco apenas sanitário Oeco. <https://oeco.org.br/reportagens/governo-lanca-plano-de-rastreio-individual-na-pecuaria-com-foco-apenas-sanitario/>

Procuradoria da República no Pará. (2025, janeiro 30). MPF recorre para que governo do Pará volte a ser obrigado a publicar dados de transparência da pecuária. Ministério Público Federal. <https://www.mpf.mp.br/pa/sala-de-imprensa/noticias-pa/mpf-recorre-para-que-governo-do-para-volte-a-ser-obrigado-a-publicar-dados-de-transparencia-da-pecuaria>

Projeto Mapbiomas. (2022). DESTAQUES DO MAPEAMENTO ANUAL DA COBERTURA E USO DA TERRA NO BRASIL DE 1985 A 2021 - IRRIGAÇÃO. https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/08/MapBiomass_Irrigacao_2022_22_11_v2_1.pdf

Projeto Mapbiomas. (2024). PANORAMA DA SUPERFÍCIE DE ÁGUA DO BRASIL 1985-2023. https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2024/06/Fact_MapBiomass_Agua_2023_25.06.24.pdf

Pugliesi, G., Feltrin, I. R., Mattos, A. C. D., Silva, A. G., Morelli, K. G., Nishmura, T. K., & Sales, J. N. de S. (2024). Evolution over the last 40 years of the assisted reproductive technologies in cattle - the Brazilian perspective for embryo transfer and resynchronization programs (part II). *Animal Reproduction*, 21(3), e20240058. <https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2024-0058>

Rodrigues-Filho, S., Verburg, R., Bursztyn, M., Lindoso, D., Debortoli, N., & Vilhe-
na, A. M. G. (2015). Election-driven weakening of deforestation control in the
Brazilian Amazon. *Land Use Policy*, 43, 111–118. [https://doi.org/10.1016/J.LANDU-
SEPOL.2014.11.002](https://doi.org/10.1016/J.LANDU-SEPOL.2014.11.002)

Sant’Anna, A. A., & Costa, L. (2021). Environmental regulation and bail outs under
weak state capacity: Deforestation in the Brazilian Amazon. *Ecological Econo-
mics*, 186, 107071. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2021.107071>

Scot Consultoria. (2024). Pará é líder na exportação brasileira de gado vivo. Con-
fina Brasil 2024. <https://www.confinabrasil.com/para-exportacao-de-gado-vivo/>

SFB. (2024, novembro 1). SFB e BNDES firmam contrato para estruturar novos
projetos de concessão florestal. Serviço Florestal Brasileiro. [https://www.gov.br/
florestal/pt-br/assuntos/noticias/2024/novembro/sfb-e-bndes-firmam-contrato-para-estruturar-novos-projetos-de-concessao-florestal](https://www.gov.br/florestal/pt-br/assuntos/noticias/2024/novembro/sfb-e-bndes-firmam-contrato-para-estruturar-novos-projetos-de-concessao-florestal)

Skidmore, M. E. (2023). Outsourcing the dry season: Cattle ranchers’ responses
to weather shocks in the Brazilian Amazon. *American Journal of Agricultural
Economics*, 105(2), 409–433. <https://doi.org/10.1111/AJAE.12333>

Skidmore, M. E., Moffette, F., Rausch, L., Christie, M., Munger, J., & Gibbs, H. K.
(2021). Cattle ranchers and deforestation in the Brazilian Amazon: Production,
location, and policies. *Global Environmental Change*, 68. [https://doi.org/10.1016/j.
gloenvcha.2021.102280](https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102280)

Soares-Filho, B. S., Oliveira, U., Ferreira, M. N., Marques, F. F. C., de Oliveira, A.
R., Silva, F. R., & Börner, J. (2023). Contribution of the Amazon protected areas
program to forest conservation. *Biological Conservation*, 279, 109928. [https://
doi.org/10.1016/J.BIOCON.2023.109928](https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2023.109928)

STF. (22DC, novembro 3). STF determina reativação do Fundo Amazônia no prazo
de 60 dias . Supremo Tribunal Federal. [https://noticias.stf.jus.br/postsnoticias/
stf-determina-reativacao-do-fundo-amazonia-no-prazo-de-60-dias/](https://noticias.stf.jus.br/postsnoticias/stf-determina-reativacao-do-fundo-amazonia-no-prazo-de-60-dias/)

STF. (2024, fevereiro 14). STF inspeciona desintrusão da Terra Indígena Trincheira-Bacajá (PA) . Supremo Tribunal Federal. <https://noticias.stf.jus.br/post-snoticias/stf-inspeciona-desintrusao-da-terra-indigena-trincheira-bacaja-pa/>

Tribunal de Contas da União. ([s.d.]). Controle do desmatamento ilegal. Relatório de fiscalizações em políticas e programas de governo. Recuperado 29 de janeiro de 2025, de <https://sites.tcu.gov.br/relatorio-de-politicas/2022/controle-do-desmatamento-ilegal.html>

University of California. ([s.d.]). CHIRPS: Rainfall Estimates from Rain Gauge and Satellite Observations. Climate Hazards Center - University of California at Santa Barbara. Recuperado 9 de janeiro de 2025, de <https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps>

Vale, P., Gibbs, H., Vale, R., Christie, M., Florence, E., Munger, J., & Sabaini, D. (2019). The Expansion of Intensive Beef Farming to the Brazilian Amazon. *Global Environmental Change*, 57, 101922. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.05.006>

Velloso, I. (2025, janeiro 22). Supremo Tribunal Federal. Supremo Tribunal Federal . <https://noticias.stf.jus.br/postsnoticias/stf-determina-que-uniao-e-estados-apresentem-planos-emergenciais-contraqueimadas/>

World Bank Group. (2024, julho 10). No Tocantins, pecuária incorpora novas tecnologias e integra gerações. <https://www.worldbank.org/pt/news/feature/2024/07/10/in-tocantins-brazil-the-cattle-industry-embraces-new-technologies-and-bridges-the-gap-between-old-and-new-generations-of>

Zu Ermgassen, E. K. H. J., Godar, J., Lathuillière, M. J., Löfgren, P., Gardner, T., Vasconcelos, A., & Meyfroidt, P. (2020). The origin, supply chain, and deforestation risk of Brazil's beef exports. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(50), 31770–31779. https://doi.org/10.1073/PNAS.2003270117/SUPPL_FILE/PNAS.2003270117.SAPP.PDF

AMAZÔNIA
2030 