

Radiografia da pecuária do Cerrado



Resumo executivo

- Em 2023, a perda do Cerrado atingiu novo recorde para os últimos 10 anos. Neste relatório, analisamos a relação entre a pecuária, incluindo as empresas frigoríficas e varejistas, e a perda de vegetação nativa no Cerrado. Também elencamos ações necessárias para a redução desse impacto e demonstração de desempenho nos critérios socioambientais.
- Políticas públicas e privadas estão sendo discutidas e implementadas. Dois destaques são o Protocolo do Cerrado – lançado em 2024 e direcionados a frigoríficos e varejistas, e a quarta fase do PPCerrado – lançada em 2023 e com foco nas fazendas produtoras.
- A porção do Cerrado dentro da Amazônia Legal representa 62% do desmatamento para expansão de pastagens de todo o Bioma Cerrado. O sucesso dessas políticas em reduzir o desmatamento está intrinsecamente ligado ao adequado monitoramento da região através do PRODES Cerrado.
- Os aderentes do Protocolo do Cerrado cobrem apenas 38,8% (26,1–49,3%) da capacidade de abate no Cerrado e 33,6% (23–42,3%) da perda de vegetação associada ao gado no Cerrado. Mas o engajamento dos associados da Abiec poderia expandir a cobertura para 65,5% (44,4–82,6%) do abate e 67,8% (46,3–84,0%) do desmatamento.
- Usando dados da iniciativa do Pasto ao Prato, rastreamos a carne bovina do Cerrado até os varejistas em todo o Brasil. Todas as principais marcas de varejo estão expostas ao desmatamento no Cerrado. O relatório aponta que a implementação de sistemas de monitoramento do desmatamento no Cerrado pode auxiliar Assaí Atacadista, Mateus Supermercados, Supermercados BH, Irmãos Muffato e Atacadão Dia a Dia a reduzir sua exposição a esse risco.
- Verificou-se que o Carrefour e o Grupo Pão de Açúcar, apesar de terem aderido ao Protocolo do Cerrado, ainda adquirem carne de frigoríficos que não o assinaram. Incentivar a adesão de seus fornecedores ao Protocolo pode fortalecer a efetividade do compromisso assumido por essas empresas.



A crise no Cerrado

Com mais da metade de todo o território convertido para uso agrícola, o bioma Cerrado vem ultrapassando o bioma Amazônico em área total desmatada, ano após ano. Apesar da redução na expansão do desmatamento no Cerrado em 2024, o bioma continua a exibir desmatamento muito alto – entre 2015 e 2024, o desmatamento no Cerrado foi equivalente a mais de 0,4% do seu território, o que representa o dobro do observado no bioma Amazônia no mesmo período. Nesse relatório, investigamos o impacto da pecuária no Cerrado, identificamos quais empresas comercializam a carne bovina ligada às áreas de fornecimento com altas taxas de desmatamento. Por fim, apontamos os passos necessários para que a pecuária no Cerrado possa tomar caminhos mais sustentáveis.

1. <https://terrabrazilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/cerrado/increments>
2. <https://www.nature.com/articles/s41559-017-0099>
3. <https://www.cepf.net/sites/default/files/cerrado-ecosystem-profile-en-updated.pdf>
4. http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252011000300011
5. <https://www.embrapa.br/en/cerrados/colecao-entomologica/bioma-cerrado>
6. https://storage.googleapis.com/alerta-public/rad_2023/RAD2023_COMPLETO_FINAL_28-05-24.pdf

Conversão na maior savana do mundo

O que é o bioma Cerrado? Um complexo vegetacional que abrange cerca de 22% do território brasileiro. Os estados do Brasil abrangidos pelo Cerrado são: Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal.

O Cerrado brasileiro é reconhecido como um hotspot global de biodiversidade² pois além de ser a savana com maior biodiversidade do mundo, também está em avançado estágio de destruição. O bioma ainda desempenha funções importantes no fornecimento de uma série de serviços ecossistêmicos, entre eles a conservação de grandes estoques de carbono³ e a manutenção do ciclo hidrológico do Brasil. O Cerrado abriga conjuntos de nascentes que formam oito das doze bacias hidrográficas do país.⁴

O Cerrado é composto por um mosaico de tipos de vegetação,⁵ entre eles formações florestais, savânicas, e campestres. Nesse relatório usamos a palavra 'desmatamento' para designar a conversão de todos os tipos de vegetação nativa em outros tipos de uso antrópico – em particular pastagens plantadas ou não naturais.

Apesar do valor enorme do bioma, as áreas públicas protegidas cobrem apenas 7,5% de seu território (em comparação com 46% da Amazônia). Em terras privadas, de acordo com a Lei de Proteção da Vegetação Nativa, apenas 20–35% (em comparação com 80% das florestas Amazônicas) das áreas dos imóveis rurais devem ser conservadas. Mesmo com a baixa proteção exigida em terras privadas, estima-se que 92% da área desmatada no Cerrado tenha indícios de ilegalidade ou irregularidade.⁶



Cerrado sob pressão do gado

O Cerrado é o líder em tamanho do rebanho bovino e emissões de gases de efeito estufa ligadas à pecuária. Também é o segundo bioma com maior área desmatada para expansão de pastagens (Figura 1). Foi no Cerrado que 25% dos casos (16 casos com 85 trabalhadores) de trabalho análogo à escravidão em estabelecimentos ligados à pecuária foram encontrados, de acordo com a Lista Suja de 2024.⁷

7. <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/areas-de-atuacao/combate-ao-trabalho-escravo-e-analogo-ao-de-escravo>

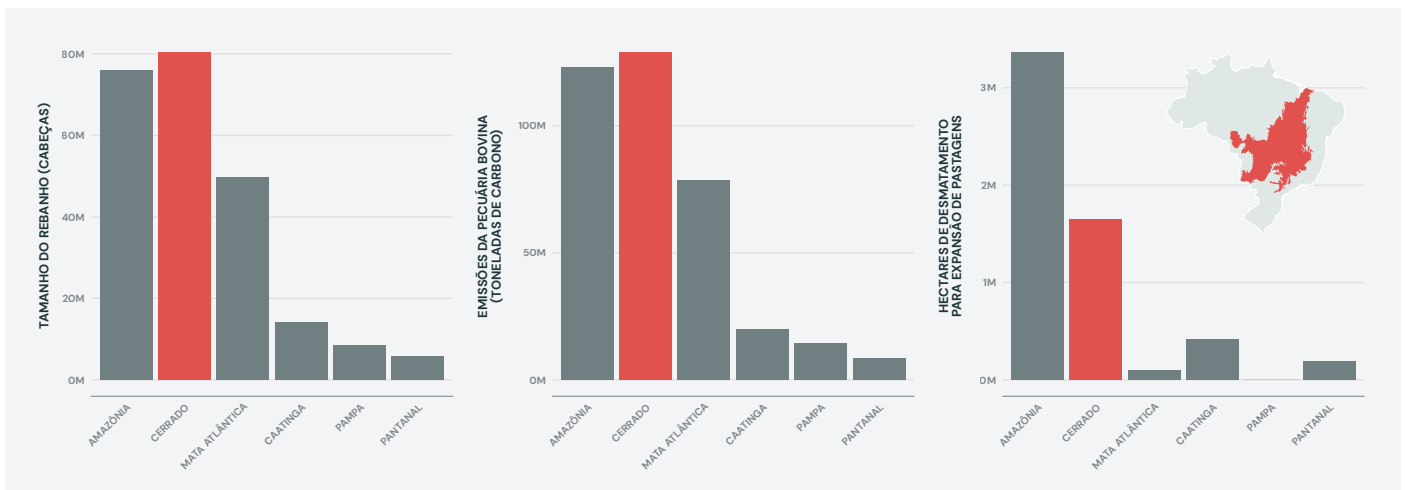


Figura 1 - O Cerrado é a sede do setor pecuário, com o maior rebanho bovino do país, causando emissões de gases de efeito estufa e desmatamento para expansão de pastagens.

Há mais de 225 abatedouros bovinos ativos no Cerrado, outros 68 abatedouros bovinos ficam localizados nos arredores e mais de 25% dos animais abatidos vêm da produção no bioma. O destino dessa carne são empresas atacadistas, distribuidoras locais e regionais, além de mercados varejistas. Esses frigoríficos ainda podem fornecer a outros frigoríficos com foco no processamento da carne (ex. fábricas de hambúrguer ou carne em lata) antes do destino final, como açougues e varejo. A pecuária no Cerrado abastece mais de 1500 frigoríficos nacionalmente (Figura 2).

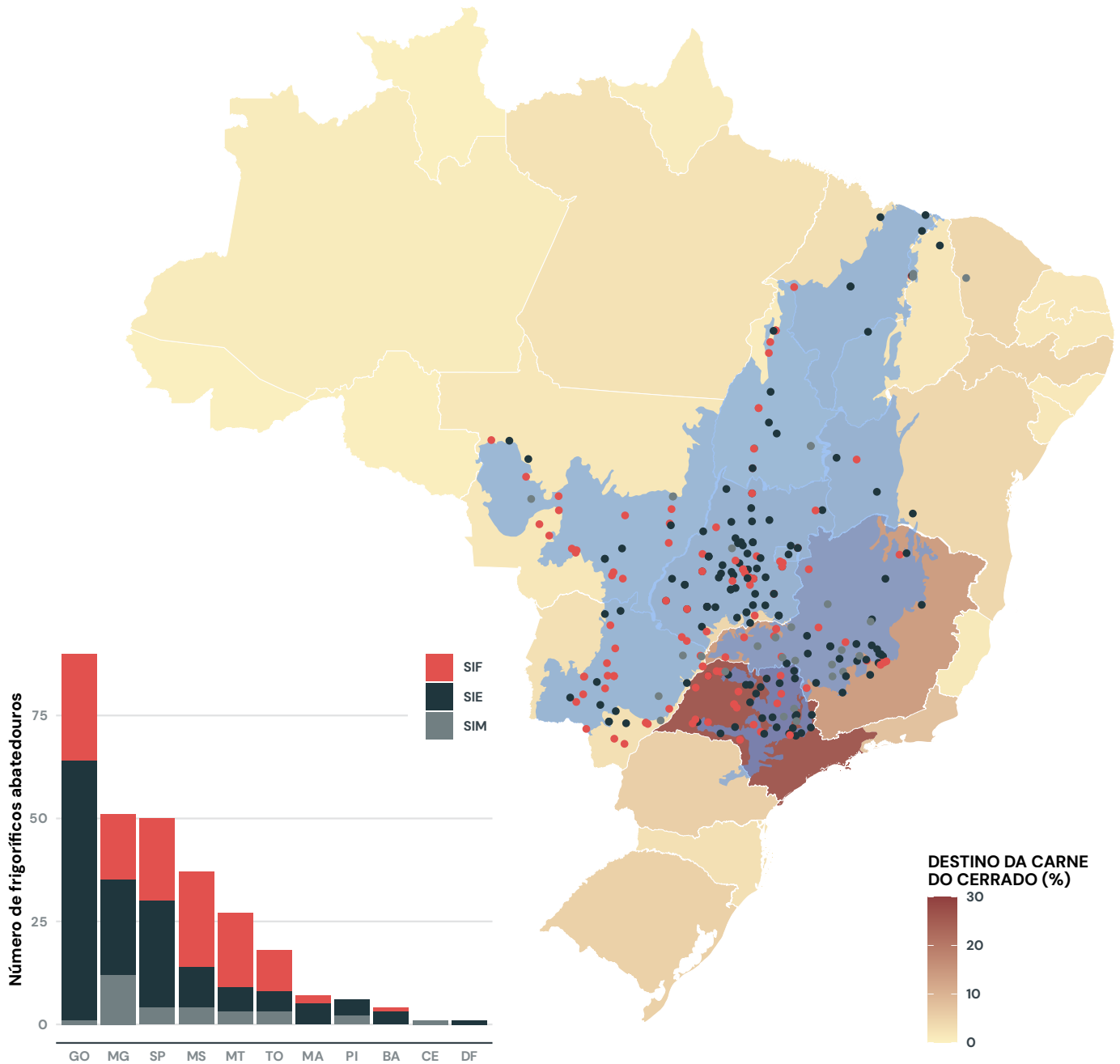
A principal região consumidora de carne produzida no Cerrado é o Sudeste do Brasil, recebendo de 44 a 52%, da carne bovina. Seguido pela região Nordeste (19–30%), Sul (10–15%), Centro-Oeste (9–13%) e Norte (3–7%) do Brasil.





O destino da carne bovina produzida no Cerrado

E os abatedouros que compram gado do bioma



SIF: Serviço de Inspeção Federal; SIE: Serviço de Inspeção Estadual; SIM: Serviço de Inspeção Municipal.

Figura 2 – Os destinos nacionais da carne produzida no Cerrado, a localização dos frigoríficos abastecidos por gado criado no Cerrado, e o número de frigoríficos identificados por estado (inserido).



O caminho para a redução do impacto socioambiental

Estratégias para alcançar uma pecuária mais sustentável tem origem em políticas públicas e privadas. Enquanto políticas públicas como o Plano ABC+ e o PPCerrado incentivam práticas de produção mais eficazes e a redução da expansão de pastagens sob formações naturais, políticas privadas focam no monitoramento da cadeia de custódia. Em abril de 2024, foi lançado o Protocolo de Monitoramento Voluntário de Fornecedores de Gado no Cerrado – “O Protocolo do Cerrado”. O Protocolo foi o resultado de quatro anos de negociações entre empresas no setor e a sociedade civil, e identificou critérios para a compra responsável de gado. Entre eles o cruzamento de dados sobre a identidade e a localização das propriedades fornecedoras dos frigoríficos com dados de transporte animal, desmatamento – incluindo desmatamento zero depois de 31/12/2020, Lista Suja do Trabalho Escravo, e áreas embargadas pelo IBAMA, ICMBio e órgãos estaduais competentes. Fornecedores com irregularidades podem ser bloqueados por empresas signatárias do Protocolo, as quais passam a não comprar desses produtores. A reintegração de fornecedores na cadeia também faz parte do protocolo, e é feita desde que o fornecedor demonstre sua adequação. Importante destacar que a data de corte para desmatamento zero converge com o novo regulamento da União Europeia sobre desmatamento que será aplicada às exportações brasileiras para o bloco a partir de 2026.

8. <https://www.cerrado.protocol.net/>

Os onze critérios do Protocolo⁸

ANÁLISE GEOESPACIAL



Desmatamento e Conversão de Vegetação Nativa



Terras Indígenas



Territórios Quilombolas



Unidades de Conservação



Embargos Ambientais – Vetores

ANÁLISE DE LISTAS PÚBLICAS



Alterações nos limites do CAR



Embargos Ambientais – Listas Pública



Trabalho Escravo

ANÁLISE DOCUMENTAL



Cadastro Ambiental Rural



Guia de Trânsito Animal

ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE



Produtividade



Radiografia da pecuária do Cerrado

Já adotam o protocolo os frigoríficos JBS, Minerva, Marfrig, Frigol, e Masterboi, as varejistas Grupo Pão de Açúcar, Carrefour Brasil, e o restaurante Arcos Dourados (McDonald's no Brasil). Contudo, o maior desafio após o lançamento está na expansão do número de empresas signatárias do Protocolo. Em paralelo, o tratamento de fornecedores indiretos e as incertezas sobre as auditorias são desafios para a efetividade da implementação do Protocolo na redução dos impactos socioambientais na cadeia da pecuária.

O papel dos frigoríficos e varejo na sustentabilidade do Cerrado

Dentre os 225 abatedouros do Cerrado, somente cinco empresas com 35 unidades processadoras já assumiram o Protocolo, cobrindo 38,8% da capacidade de abate e 33,6% do desmatamento associado à expansão de pastagens no Cerrado.

Exposição de desmatamento no Cerrado por frigorífico

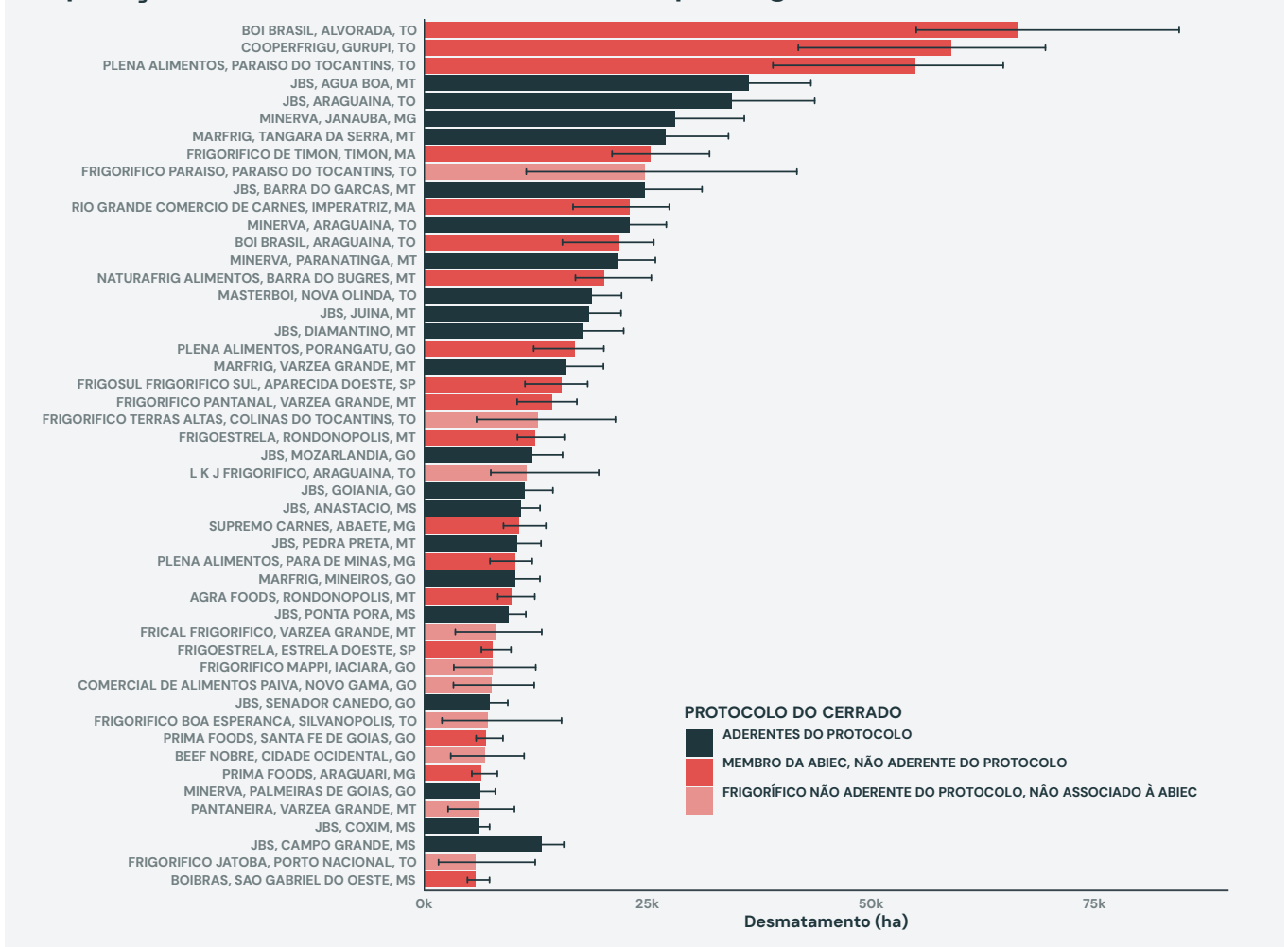


Figura 3 – Os 50 principais frigoríficos com maior exposição ao desmatamento no Cerrado. As barras de erro capturam a incerteza na área de desmatamento à qual cada empresa está exposta, associada à quantidade de gado abatido por cada frigorífico.



Radiografia da pecuária do Cerrado

A adesão da Abiec é esperada já que o Protocolo foi concebido em conjunto com a iniciativa Boi na Linha, a qual a Abiec comprometeu-se a engajar seus associados em todo território nacional.⁹ A Abiec representa 98% das exportações do setor, além de uma grande fatia do mercado doméstico,¹⁰ e a sobreposição do Protocolo com regras anti-desmatamento de importação pela União Européia também deve estimular a aderência. Essa adesão representaria expandir a cobertura do Protocolo para 65,5% (44,4–82,6%) do abate e 67,8% (46,3–84%) do desmatamento no bioma.

9. <https://reporterbrasil.org.br/2023/06/projeto-boi-na-linha-para-conter-desmatamento-sera-aplicado-a-todos-os-biomas-brasileiros/>
10. <https://www.abiec.com.br/>
11. <https://superhiper.abras.com.br/pdf/302.pdf>

Ainda assim, muitas empresas abatedoras ainda não possuem mecanismos eficazes para evitar o desmatamento em suas cadeias produtivas. A adesão dessas empresas é essencial para o avanço da agenda de sustentabilidade socioambiental. O principal desafio para isso é o engajamento direto com cada empresa, e a capacidade de cada uma em implementar processos de monitoramento eficazes através do Protocolo.

A exposição ao desmatamento se propaga até as redes varejistas que ofertam os produtos aos consumidores. Dentre as mais de 1250 empresas supermercadistas no Brasil, somente dois assumiram o Protocolo do Cerrado – Grupo Carrefour Brasil¹¹ e o Grupo Pão de Açúcar – GPA. Os supermercados Assaí Atacadista, Mateus Supermercados, Supermercados BH, Irmãos Muffato e Atacadão Dia a Dia destacam-se por apresentar as maiores exposições ao desmatamento no Cerrado sem ainda possuírem compromisso público, como a adesão ao Protocolo do Cerrado, nem dados divulgados de monitoramento em vigor (Figura 4). Estima-se que as vendas dessas empresas estejam vinculadas a um desmatamento que supera 83,8 mil hectares (variação entre 50,4 e 125,2 mil hectares).





Radiografia da pecuária do Cerrado

Exposição ao desmatamento no Cerrado dos maiores varejistas do Brasil

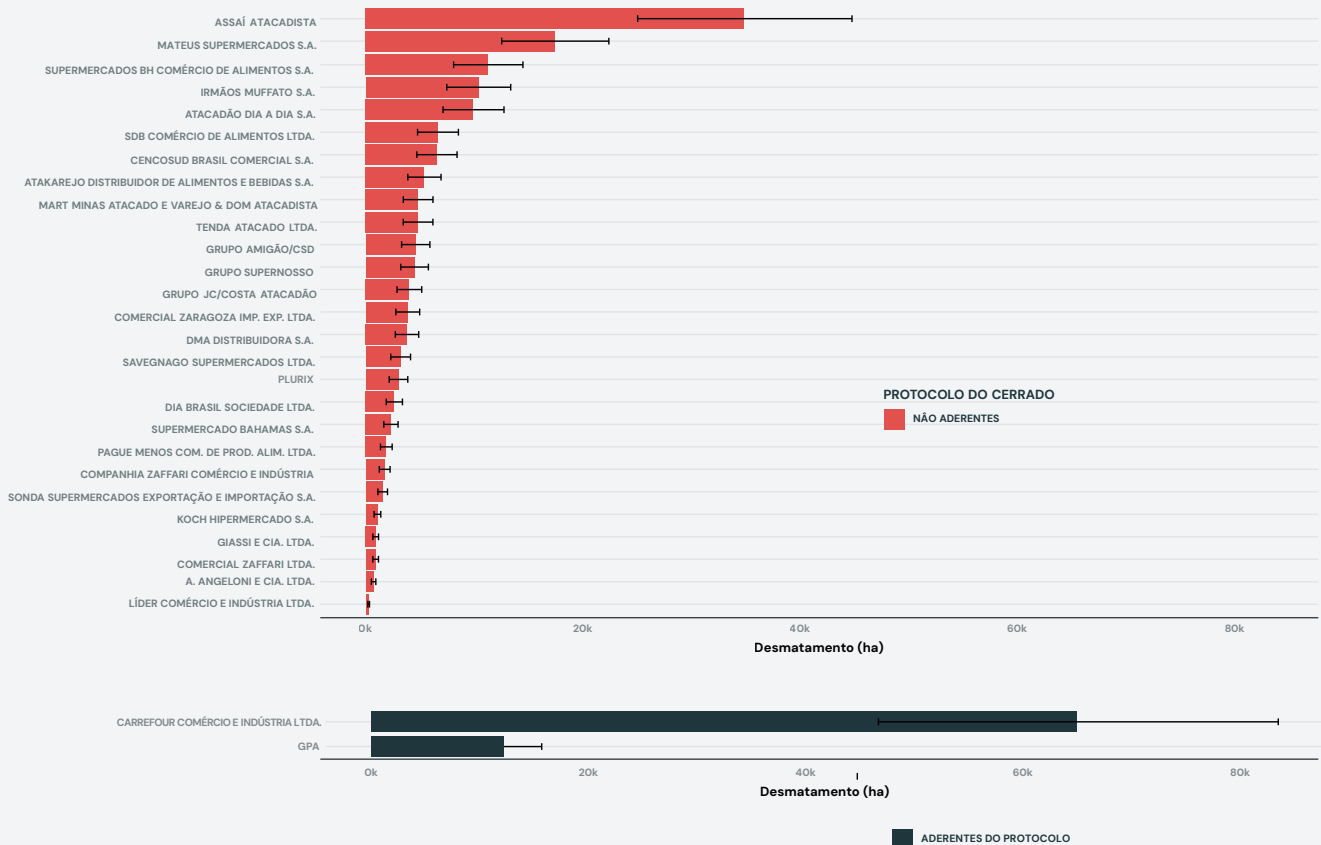


Figura 4 – Principais varejistas cujos produtos de carne bovina foram escaneados no aplicativo ‘Do Pasto ao Prato’. Cada barra quantifica a exposição ao desmatamento médio, e as margens de erro capturam a incerteza associada à quantidade de carne bovina comercializada por cada empresa.

Lacunas no impulsionamento da sustentabilidade no setor

Uma grande lacuna nos protocolos de monitoramento em todo o país é a restrição do monitoramento aos produtores diretos. Durante o processo de produção bovina para abate, frequentemente, as fazendas são especializadas em uma fase de desenvolvimento do animal – seja a cria, recria ou engorda. Os animais são transferidos de uma fazenda a outra, de acordo com a fase que se encontra, mas apenas a última fazenda, seja de engorda ou de ciclo completo, anterior ao abate é monitorada. Assim, deixando de fora grande parte do desmatamento que ocorre em fazendas que estão no início da cadeia produtiva.¹²

A sobreposição de compromissos e acordos distintos pode comprometer a efetividade de iniciativas específicas para o Cerrado. Algumas empresas que compram gado da porção do Bioma Cerrado dentro da Amazônia Legal – região com 62% do desmatamento para expansão de pastagens no bioma Cerrado – podem

12. <https://gtfi.org.br/publicacoes/importancia-dos-fornecedores-indiretos-de-nivel-1-na-cadeia-da-carne-no-brasil/>



Radiografia da pecuária do Cerrado

já estar executando protocolos de monitoramento para o bioma amazônico e/ou a Amazônia Legal. Contudo, os métodos empregados não são o ideal, já que os protocolos de monitoramento normalmente indicam o uso do PRODES Amazônia para verificação de desmatamento. Para o bioma Cerrado, o PRODES Amazônia não apresenta qualquer cobertura e o PRODES Amazônia Legal apenas cobre certas formações florestais. Assim, há a completa necessidade do uso do PRODES Cerrado para monitoramento de qualquer porção do bioma, de forma a evitar falsa baixa detecção de desmatamento.

Outros desafios de monitoramento do setor são atrelados a questões ainda não definidas pelo Protocolo. Ainda é incerto como será o processo de implementação por parte das redes varejistas que aderiram à iniciativa. O Carrefour e o GPA, que saíram na frente ao estarem entre os primeiros a aderir ao Protocolo, ainda enfrentam desafios na aplicação prática dos compromissos: ambos comercializam produtos de frigoríficos não aderentes do Protocolo do Cerrado (Anexo 1). Também é incerto como devem ser conduzidos os processos de auditorias para mensurar o desempenho dos aderentes. Vale ressaltar que, embora algumas varejistas engajadas possam empregar estratégias internas de segregação de produtos (como a dedicação de linhas de abate e dias específicos para atender a suas redes a partir de fazendas fornecedoras selecionadas), a inexistência de divulgação pública dos resultados de auditoria dessas varejistas impede que incorporem essa granularidade em nossa análise. Consequentemente, nossa metodologia, baseada no escaneamento de código sanitário do produto dentro dos supermercados, vincula todos os fornecedores desse frigorífico à rede varejista.



Embarcadouro da sustentabilidade

Embora o aumento da sustentabilidade socioambiental seja um grande desafio para o Cerrado, o lançamento de políticas como o Protocolo do Cerrado e o PPCerrado são um marco em direção à adoção de práticas produtivas mais sustentáveis no bioma. Aqui identificamos alguns pontos de destaque para uma maior eficácia no impulsionamento da sustentabilidade socioambiental no bioma.



Transparência

- A avaliação do progresso do setor só é possível com o acesso à movimentação de animais entre imóveis rurais, e entre imóveis rurais e frigoríficos. Embora não tenhamos um sistema nacional de rastreabilidade individual em âmbito nacional, as Guias de Trânsito Animal (GTAs) largamente implementadas para o controle sanitário também podem ser usadas para mapear o fluxo de animais. A disponibilização dos dados das GTAs pelos Estados e/ou pelo MAPA é essencial para assegurar o acesso equitativo a essas informações entre os diversos atores da cadeia de suprimento.



Radiografia da pecuária do Cerrado

Além do setor privado, a transparência ainda permite que a sociedade civil, academia e diferentes órgãos governamentais acompanhem o progresso de políticas públicas e privadas voltadas ao setor.

- O acesso aos dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e seu histórico de alterações também é imprescindível para a identificação dos imóveis rurais por onde o gaado transita.



O Protocolo

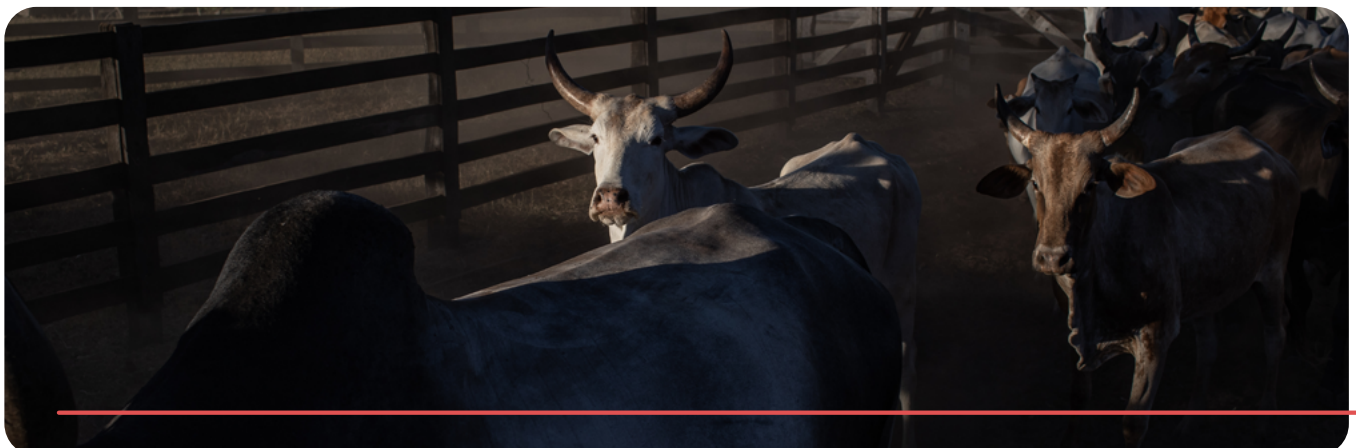
- O processo de auditoria do Protocolo deve ser definido e harmonizado com outros processos de auditoria vigente, como o efetivado no âmbito do Boi na Linha.
- Os resultados das auditorias devem ser publicados continuamente, idealmente integrados com os resultados das auditorias já obtidas por outros protocolos como o do Boi na Linha.
- Abranger os critérios de monitoramento para fornecedores indiretos de cada frigorífico.

13. <https://forestsandfinance.org/news/bndes-takes-advantage-of-legal-breach-to-finance-ambiental-infractors-in-the-cerrado-biome/>



Setores

- Empresas vinculadas a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (Abiec) devem anunciar o cronograma para a adoção do Protocolo do Cerrado, expandindo o controle sobre áreas com altas taxas de desmatamento.
- Os membros da Associação Brasileira dos Supermercados (Abras) devem anunciar suas previsões na adoção do Protocolo do Cerrado.
- Os aderentes do protocolo, incluindo os varejistas e a Arcos Dourados, devem requerer a conformidade com o Protocolo do Cerrado dos seus Frigoríficos fornecedores, estabelecer um sistema de controle e responsabilização de acordo com o resultado das auditorias, e também apoiar a re-integração de produtores na cadeia através da regularização dos mesmos.
- Os resultados das auditorias do Protocolo devem também ser direcionados a instituições financeiras, as quais devem requerer adesão e bons resultados verificáveis.
- Instituições financeiras nacionais devem bloquear imediatamente produtores que não se adequem ao critérios estabelecidos pelo Protocolo.¹³



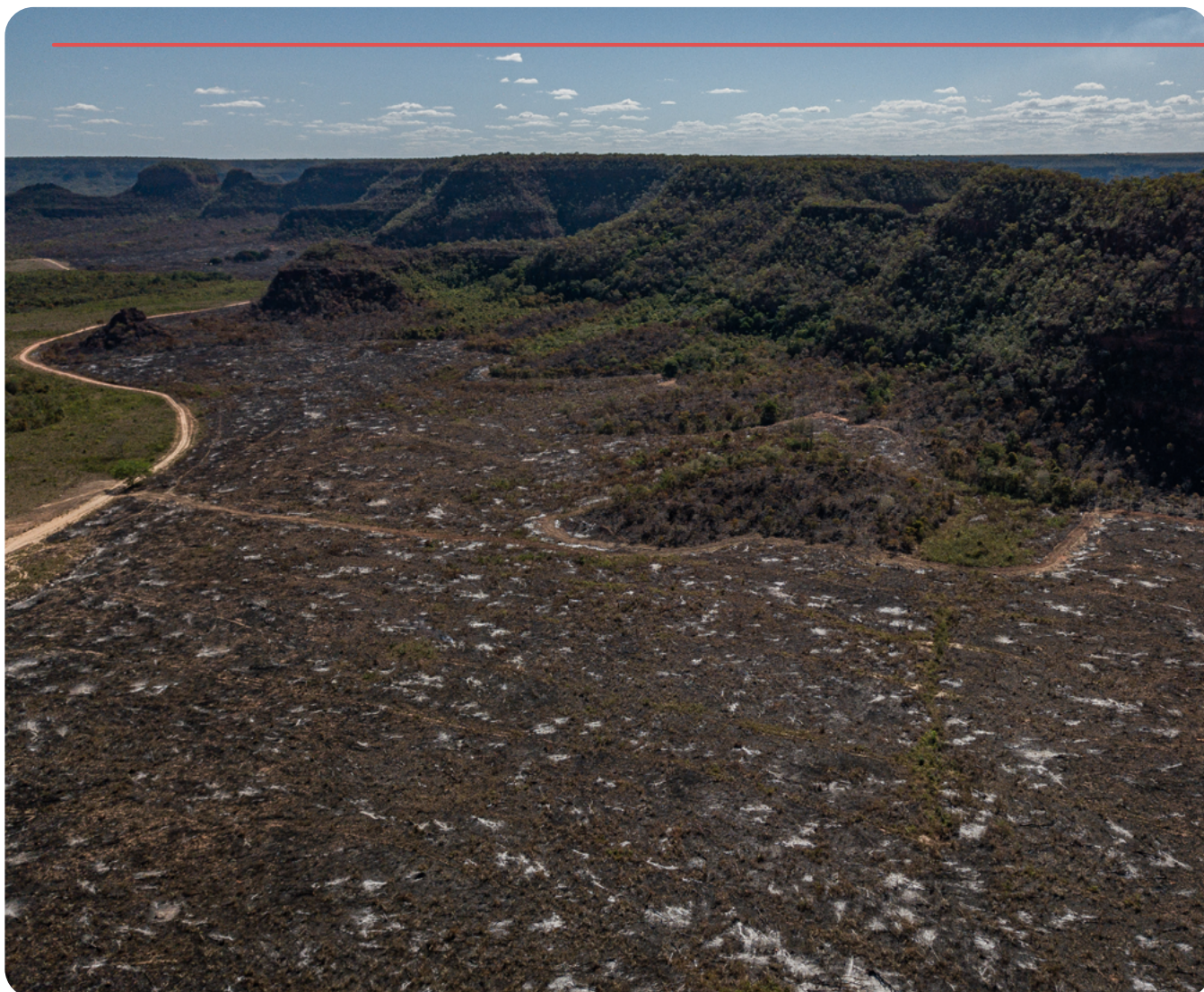


Radiografia da pecuária do Cerrado



Colaboração público-privada

- Concomitante a implementação do Protocolo do Cerrado, o Ministério Público Federal deve expandir sua atuação para o Cerrado, garantindo, assim como na Amazônia, que frigoríficos no bioma não comprem animais advindos de fazendas com desmatamento ilegal, embargadas ou produzidos indevidamente em áreas de preservação ambiental.
- O fortalecimento de sistemas de transparência de movimentação animal, cadastro ambiental rural, entre outros, e a expansão e fortalecimento do Protocolo estão alinhados com o PPCerrado.
- Desenvolvimento do sistema nacional de rastreabilidade animal com transparência, viabilizando frigoríficos e varejistas a integrarem sistemas de monitoramento. Assim, possibilitando essas empresas que ligam o campo ao consumidor a demonstrarem sua conformidade com os critérios do protocolo.





Sobre do Pasto ao Prato

O **'do Pasto ao Prato' (dPaP)** é uma iniciativa não governamental e sem fins lucrativos, engajada em conectar sociedade e ciência para **tornar o setor da carne no Brasil mais transparente e sustentável**. A iniciativa é formada pela UCLouvain, Stockholm Environment Institute e Global Canopy, e ainda conta com vários parceiros. O aplicativo dPaP é usado por cidadãos em todo Brasil para consultar **indicadores socioambientais** (desmatamento, focos de incêndio, trabalho análogo ao escravo e desempenho sanitário) sobre os produtos que são encontrados nas gôndolas dos supermercados. Ao usar o aplicativo, **o consumidor também alimenta o banco de dados da iniciativa**, especificando onde o produto está sendo vendido (ponto de venda varejista) e escaneando o código sanitário (ou número do cadastro nacional de pessoa jurídica) do frigorífico fornecedor. Dessa forma, **os consumidores tornam-se participantes ativos na geração de dados sobre a cadeia de fornecimento**, enquanto a responsabilidade por mudanças estruturais recai também sobre os varejistas.



Agradecimentos

Agradecemos aos usuários do aplicativo 'do Pasto ao Prato' e a todos nossos parceiros. Também agradecemos a Victor Moriyama pela disponibilização de suas fotos retratando a pecuária no bioma. Esse trabalho foi financiado pela Embaixada da Noruega em Brasília (BRA-22/0017), pelo CIFF (2409-09836), e pelo projeto DOMESTIC (101162844) da ERC.

Como citar este documento:

zu Ermgassen, E.K.H.J., Garcia, A., Ribeiro, V., & Santos, D. & os cientistas cidadãos da iniciativa do Pasto ao Prato, Radiografia da pecuária do Cerrado (2025). do Pasto ao Prato. DOI: <https://doi.org/10.48650/H7NE-D408>



Radiografia da pecuária do Cerrado



Anexo 1 Resultados suplementar

Supermercado	Localização da loja	Fornecedor de alto risco
Pão Açúcar	Fortaleza (CE) e Teresina (PI)	Frigorífico de Timon (Timon, MA)
Atacadão e Carrefour	Araguaína (TO), Gurupi (TO), e Vila Velha (ES)	Plena Alimentos (Paraíso do Tocantins, TO)
Carrefour	São Paulo (SP)	Frigoestrela (Estrela d'Oeste, SP)
Carrefour	Rio de Janeiro (RJ)	Rio Grande Comércio de Carnes (Imperatriz, MA)

Tabela 1 – Os fornecedores de lojas do Carrefour e do Grupo Pão Açúcar que ainda não assumiram o Protocolo do Cerrado apesar de ter alta exposição de desmatamento no bioma. Dados do aplicativo 'do Pasto ao Prato'.



Anexo 2 Metodologia

O rebanho bovino, as emissões e a expansão das pastagens no Cerrado

Filtramos esses dados para os municípios do Cerrado, selecionando aqueles municípios em que seu ponto geográfico central se sobrepõe aos limites do bioma Cerrado.

Os dados sobre emissões de gado são provenientes do SEEG Municípios 2.0.¹⁴ Especificamente, usamos os Potenciais de Aquecimento Global (GWP) do AR5, filtrados para os municípios do Cerrado. As emissões relacionadas à criação de gado incluem resíduos (setor: "RESIDUOS, 'PRODUÇÃO DE CARNE BOVINA'") e produção agrícola (setor: 'AGROPECUARIA', 'GADO DE CORTE'), excluindo a produção de laticínios e as emissões da mudança no uso da terra, que foram analisadas separadamente, abaixo.

O desmatamento para expansão de pastagem foi mapeado combinando dados do PRODES Cerrado e MapBiomas, onde qualquer tipo de área natural convertida em pastagem é computada como desmatamento. O cômputo do desmatamento foi acumulado durante o ciclo de vida médio do rebanho brasileiro (5 anos). Para o cálculo do desmatamento é feita uma média móvel da área desmatada por município e bioma dos últimos 5 ciclos de vida. O desmatamento foi, então, normalizado pela média móvel da produção para cada área analisada.

14. <https://seeg.eco.br/>



Radiografia da pecuária do Cerrado

Identificação dos frigoríficos do Cerrado

Agregamos vários conjuntos de dados do MAPA para identificar frigoríficos que abatem gado ou manipulam produtos de origem animal.¹⁵ A lista de frigoríficos inclui abatedouros (“abatedouro”, “matadouro”), bem como instalações onde as carcaças são processadas ou armazenadas (por exemplo, “unidade de beneficiamento”, “fábrica de conservas”).

Identificamos os frigoríficos localizados no bioma Cerrado, bem como os frigoríficos localizados fora do Cerrado que obtiveram mais de 25% do seu gado de municípios dentro do Cerrado. Os últimos foram identificados usando dados de movimentação animal para identificar a “zona de compra” de cada frigorífico. Isso seguiu três etapas.

Primeiro, para 195 frigoríficos no Cerrado para os quais os dados da GTA estavam disponíveis, processamos a GTA seguindo a metodologia de zu Ermgassen et al. (2020) para quantificar a proporção da origem do abastecimento de cada frigorífico de cada município, incluindo tanto as vendas diretas de gado para cada frigorífico quanto a movimentação de gado de fornecedores indiretos de nível 1 (os fornecedores dos fornecedores diretos do frigorífico). A GTA é um documento legalmente exigido emitido sempre que os agricultores movem gado entre propriedades ou para o frigorífico. Esses dados detalham o número de gado movido, a data de cada movimento, as fazendas ou frigoríficos que enviam e recebem gado, e suas idades e gênero.

Segundo, para mais 97 frigoríficos do Cerrado para os quais não tínhamos dados da GTA, usamos aprendizado de máquina para determinar sua fonte a nível municipal. Especificamente, treinamos um modelo de aprendizado de máquina de “random forest” (usando o pacote ‘ranger’ em [R]) com zona de compra de 776 frigoríficos encontrados em todo Brasil, calculados a partir dos dados da GTA disponíveis, como descrito acima. Ajustamos o modelo usando 90% dos dados (ou seja, dados de 698 frigoríficos) usando os seguintes preditores:

- A região onde o frigorífico foi localizado
- O nível de inspeção e classificação do frigorífico, conforme listado nos dados originais de inspeção sanitária. Frigoríficos são inspecionadas em nível federal (SIF), estadual (SIE) ou municipal (SIM), e as classificações são listadas, por exemplo, como “AB1 – BOVINO – MAIS DE 80/HIAB2 – BOVINO – MAIS DE 80/H” ou “ABATEDOURO FRIGORÍFICO”.
- O rebanho bovino (cabeças) por município em 2022, conforme registrado na Pesquisa da Pecuária Municipal do IBGE.
- Para frigoríficos de nível federal, a proporção de gado proveniente de cada município entre 2015 e 2020 (os anos mais recentes disponíveis). Esses dados são relatados por estado de abate (ou seja, a origem municipal do total de abates dos estados de São Paulo e Rondônia são relatados separadamente).
- A distância entre o município onde o frigorífico está localizado e o município de onde o gado é proveniente.
- Variável binária se o município de onde o gado é proveniente está no mesmo estado do frigorífico ou não.

15. Os seguintes fontes de dados foram acessados em abril e maio de 2022: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-animal/sif>, <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sgsi/app/servicos-de-inspecao>, <https://sidago.agrodefesa.gov.br/site/adicionaispropios/consultasla/consultasie.php>, <http://www.adapi.pi.gov.br/>, <http://www.esicrj.rj.gov.br/protocolo-da-solicitacao>, <https://www.reida.adapar.pr.gov.br/daeda/manterGIPOAClassificacaoPublico.do?action=consultar>, http://bi.agricultura.gov.br/reports/rwsvlet?sisbov_cons&frigorificos_web.rdf
16. <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2003270117>



Radiografia da pecuária do Cerrado

A exposição ao desmatamento dos frigoríficos do Cerrado

A exposição ao desmatamento de cada frigorífico (em hectares/ano) foi calculada sobrepondo a zona de compra (toneladas de carcaça por município) com a área de expansão de pastagens (ha/município/ano), descritos acima, e a produção de gado¹⁷ (toneladas de carcaça/município/ano). Essas estimativas usaram métodos Monte-Carlo para levar em conta a incerteza sobre o número de animais abatidos por frigorífico, e os pesos das carcaças.

Especificamente, o volume de abate de cada frigorífico por município foi estimado a partir de dados de movimentação animal e da classificação do frigorífico, seguindo quatro etapas, descrito abaixo.

Primeiro, somamos os volumes de abate (cabeças de gado) relatados por ano em nossa amostra de GTAs entre 2017-2019.¹⁸ Anos mais recentes não foram usados porque o acesso aos dados da GTA diminuiu desde 2019. Identificamos anos em que nossos dados da GTA para cada estado eram abrangentes, conforme determinado pelo número de gado abatido no estado correspondendo ou excedendo o número relatado na pesquisa trimestral do IBGE. Isso resultou em 16 estados/anos entre 2017-2019 (Tabela 3). Segundo, identificamos o número de gado abatido por frigorífico e o agrupamos de acordo com a classificação da instalação (Figura 7). Diferenciamos entre os frigoríficos operados pela associação brasileira de exportação de carne, Abiec, e empresas não associadas - a Abiec representa as maiores empresas do setor, que também tendem a operar instalações de abate maiores (Figura 7). Reclassificamos dois frigoríficos em Mato Grosso do Sul com classificações discrepantes. As unidades da JBS e Marfrig (CNPJs 02916265007768 e 03853896000220) tinham uma classificação de "AB4/AB5" (até 40 cabeças abatidas por hora), mas registraram mais de 300.000 cabeças de gado abatidas por ano, e por isso foram reclassificadas como o maior tamanho de frigorífico ("AB1"; Figura 7).

17. <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2003270117>
18. <https://valor.globo.com/opiniao/coluna/restricao-no-acesso-a-dados-prejudica-imagem-do-brasil.ghtml>

Tabela 3 - Os anos por Estado quando os dados do GTA foram usados para estimar volumes de abate (cabeças) de abatedouros. A tabela relata o número de cabeças relatadas como abatidas nos dados do GTA, na pesquisa trimestral do IBGE e a proporção dos dois números. Nesses lugares nossos valores superam as estimativas do IBGE, que tem base numa uma pesquisa voluntária de abatedouros em cada estado.

Ano	Estado	Cabeças (GTA)	Cabeças (IBGE)	Proporção GTA:IBGE
2017	AL	226,053	148,132	1.53
2017	BA	1,289,045	1,176,523	1.1
2017	CE	194,219	172,889	1.12
2017	ES	316,469	296,784	1.07
2017	MA	1,745,354	738,542	2.36
2017	MG	2,920,127	2,766,901	1.06
2017	PA	3,208,932	1,637,183	1.22
2017	PB	132,255	54,022	2.45
2017	PE	407,369	273,069	1.49



Radiografia da pecuária do Cerrado

Ano	Estado	Cabeças (GTA)	Cabeças (IBGE)	Proporção GTA:IBGE
2017	PI	177,292	134,131	1.32
2017	RJ	436,207	175,134	2.49
2017	RN	128,322	81,671	1.57
2017	RS	2,202,911	1,929,178	1.14
2017	TO	1,122,605	980,048	1.15
2018	AL	181,801	132,972	1.37
2018	ES	284,793	273,365	1.04
2018	MA	716,646	712,944	1.01
2018	MS	4,014,807	3,293,548	1.22
2018	MT	5,595,969	5,219,350	1.07
2018	PA	3,660,695	2,691,134	1.36
2018	RS	2,445,258	2,134,308	1.15
2018	TO	1,195,366	1,066,984	1.12
2019	TO	1,051,768	1,032,557	1.02

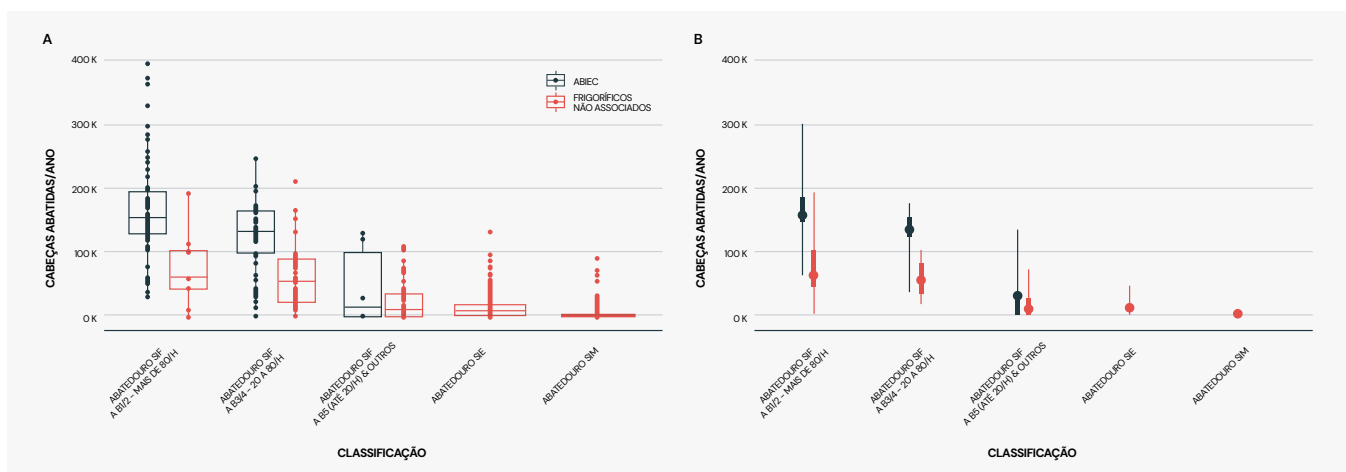


Figura 7 - (A) Os tamanhos dos abatedouros relatados em nossa amostra de GTAs, divididos pela classificação do abatedouro e pela filiação à associação brasileira de exportadores de carne bovina, Abiec. (B) Extraímos 10.000 amostras de Monte Carlo, com reposição, desses dados para gerar uma distribuição de tamanhos para cada categoria de frigorífico. As barras grossas e finas, respectivamente, são intervalos de confiança de 33-66% e 10-90%.



Radiografia da pecuária do Cerrado

Terceiro, essas distribuições foram então utilizadas para atribuir um tamanho de abatedouro probabilístico (com base em sua classificação e associação à Abiec). Finalmente, o número de cabeças foi convertido em toneladas de carcaça usando dados da pesquisa trimestral do IBGE de 2016–2022. Esta pesquisa fornece quatro estimativas por estado, por ano (189 estimativas no total, entre 2016 e 2022), e novamente foram retiradas 10.000 amostras de Monte Carlo, com reposição, para propagar a incerteza tanto no tamanho do abatedouro quanto no peso das carcaças. Esses volumes de carcaça foram usados para estimar o 'market share' dos frigoríficos que são aderentes do Protocolo do Cerrado e/ou membros da Abiec.

Por fim, os volumes de carcaça (toneladas/ano) de cada abatedouro foram multiplicados pela sua exposição ao desmatamento (hectares/tonelada) para gerar 10.000 estimativas da exposição ao desmatamento (em hectares/ano) de cada instalação de processamento de carne. A variabilidade dessas estimativas está capturada pelo intervalo interquartil nos gráficos.

Exposição ao desmatamento do varejo

A exposição ao desmatamento dos varejistas foi calculada de forma semelhante. Primeiro, estimamos o total de toneladas de carcaça de carne bovina vendida por cada varejista. Em seguida, identificamos os frigoríficos que abasteciam cada varejista usando dados da iniciativa do Pasto ao Prato e, posteriormente, alocamos a exposição ao desmatamento no Cerrado dos fornecedores dos frigoríficos para os varejistas.

Para calcular o total de vendas de carne (toneladas de carcaça) de cada empresa varejista, seguimos quatro etapas:

O total de vendas de carne no varejo, em R\$ (MeatValue_r por varejista, r, vem do ranking Abras SuperHiper 2022s.¹⁹ Especificamente, a Abras fornece dados sobre o total de receitas de varejo por empresa, RetailValue_r, e o valor média das receitas de varejo que vem de produtos de carne (11,8%), MeatProportion.

$$\text{MeatValue}_r = \text{RetailValue}_r * \text{MeatProportion}$$

Como o valor exato de RetailValue_r variará entre as marcas de varejo, extraímos 10.000 amostras de Monte Carlo de uma distribuição uniforme +/- 20% em torno desse valor de 11,8% (ou seja, variando de 9,44% a 14,16%). Para colocar essa variação em contexto, o valor médio em 2021 foi de 12,4%, de acordo com a Abras.

O MeatValue_r é então dividido no valor da carne bovina (BeefValue_r) versus outras carnes, com base nos gastos das famílias da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) de 2018 (os dados mais recentes disponíveis).

$$\text{BeefValue}_r = \text{MeatValue}_r * \text{BeefProportion}$$

19. <https://superhiper.abras.com.br/>



Radiografia da pecuária do Cerrado

Os dados de consumo de POF são informados por estado e, portanto, usamos o valor do estado em que o varejista está localizado – exceto para os 30 maiores varejistas do país. Essas empresas tendem a operar em vários estados e, portanto, usamos a proporção média ponderada para o Brasil (ponderada pelo consumo total de carne por estado).

Em seguida, BeefValue_r foi convertido em BeefTonnes_r, as toneladas de produtos de carne bovina vendidas, usando dados de preços de carne bovina da CONAB para 2021–2023. A CONAB é a Companhia Nacional de Abastecimento e publica dados sobre preços agrícolas sob a coordenação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

$$\text{BeefTonnes}_r = \text{BeefValue}_r / (\text{PriceKg} * 1000)$$

Novamente, capturamos a incerteza por meio da simulação Monte-Carlo, extraindo 10 mil amostras, com reposição, dos dados da CONAB, que detalham os preços mensais de nove cortes diferentes de carne bovina em 18 estados do Brasil.

Por fim, BeefTonnes_r foi convertido em CarcassTonnes_r, toneladas equivalentes de carcaça. Essa conversão leva em conta tanto os ossos descartados quanto as aparas.

$$\text{CarcassTonnes}_r = \text{ConversionFactor} * \text{BeefTonnes}_r$$

Especificamente, usamos os dados de Ledic et al. (2000)²⁰ e Pascoal (2008),²¹ que estimam que os cortes de carne comestíveis correspondem a 72,6–78,1% do peso da carcaça. Essas fontes são específicas para a produção de gado no Brasil. Extraímos 10.000 amostras Monte-Carlo de uma distribuição uniforme entre esses valores.

Os frigoríficos que abastecem cada varejista foram então identificados a partir do banco de dados do Pasto ao Prato, construído por meio de uma iniciativa de crowdsourcing em que consumidores e cientistas cidadãos registram produtos de carne em um aplicativo móvel, vinculando lojas de varejo específicas a seus fornecedores. Até a data de 04 de julho de 2024, isso incluía 7984 produtos vinculados a frigoríficos no Cerrado.

Os dados do Pasto ao Prato foram agregados entre as lojas da mesma empresa matriz de varejo (por exemplo, os dados do Carrefour incluem produtos das lojas Sam's Club e Carrefour). Para cada empresa de varejo, calculamos a proporção de produtos registrados originados por frigorífico e, em seguida, multiplicamos essas proporções pela exposição ao desmatamento dos frigoríficos (ha/tonelada/ano) para calcular a exposição total ao desmatamento das marcas de varejo (em hectares/ano). Nessa etapa, limitamos nossas análises à carne proveniente de frigoríficos do Cerrado. No geral, 54,7% dos produtos de carne bovina vinculados a marcas de varejo eram provenientes de frigoríficos do Cerrado.

20. https://pt.engormix.com/pecuaria-corte/pre-abate-abate/rendimento-integral-bovinos-apos_a38093/
21. <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/14339/000658451.pdf>

