

| | |
|---------------------------|--|
| Título do capítulo | CAPÍTULO 11 PECUÁRIA DE BAIXO CARBONO: RESILIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE |
| Autor(es) | Talita Priscila Pinto |
| DOI | DOI: http://dx.doi.org/10.38116/9786556350530cap11 |

| | |
|--------------------------|--|
| Título do livro | Agropecuária Brasileira: evolução, resiliência e oportunidades |
| Organizadores(as) | José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho José Garcia Gasques |
| Volume | 1 |
| Série | - |
| Cidade | Rio de Janeiro |
| Editora | Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) |
| Ano | 2023 |
| Edição | 1a |
| ISBN | 9786556350530 |
| DOI | DOI: http://dx.doi.org/10.38116/9786556350530 |

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – ipea 2023

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos). Acesso: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

PECUÁRIA DE BAIXO CARBONO: RESILIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE

Talita Priscila Pinto¹

1 INTRODUÇÃO

A agricultura é a principal atividade econômica em muitos países de renda baixa a moderada² e emprega um grande número de trabalhadores em todo o mundo (Pnuma, 2011; Cepal, 2017).^{3,4} O Brasil é um bom exemplo da relevância do setor tanto a nível global como local. O país está entre os principais produtores e exportadores mundiais de uma diversidade de produtos, como: soja, café, milho, açúcar, algodão, suco de laranja e o complexo das carnes (suína, bovina e de frango) (USDA, 2023). Nacionalmente o agronegócio é importante fonte de renda, respondendo por 27,4% do produto interno bruto (PIB) nacional, R\$ 2,4 trilhões, dos quais o segmento de insumos representa 6%, agropecuária, 29%, agroindústria, 23% e distribuição, 42%. Além disso, é responsável por 20% dos empregos e 43% de todas as exportações do país (Cepea, 2022a; Ipea, 2022; Brasil, 2022a; 2022b). Esse desempenho coloca o Brasil em uma posição estratégica como um dos principais fornecedores de alimentos para o mundo.

Impulsionada pelo avanço populacional, a demanda por alimentos está aumentando rapidamente (Cheng, McCarl e Fei, 2022). Ao mesmo tempo, a produção agropecuária enfrenta uma crescente pressão com as mudanças climáticas, com as oscilações em padrões de precipitação e com o aumento o aumento de temperaturas e da frequência de extremos climáticos (IPCC, 2014). Essas mudanças já afetam localmente o desempenho do setor e podem gerar impactos negativos crescentes ao longo dos próximos anos (Escarcha, Lassa e Zander, 2018). Além disso, uma parcela do setor, especificamente a pecuária, é fonte direta de emissões de metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) e fonte indireta de emissões desses gases e de carbono (CO₂), com as mudanças do uso da terra (Gerber *et al.*, 2013).

A interação entre as mudanças climáticas e as demandas crescentes da produção pecuária adicionam um elemento na busca pelos ganhos de produtividade: reduzir as

1. *Project management officer* do Observatório de Conhecimento e Inovação em Bioeconomia da Fundação Getúlio Vargas (FGV). E-mail: <talita.pinto@fgv.br>.

2. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicator/sl.agr.empl.zs>> e <<https://www.fao.org/faostat/en/#country/21>>.

3. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#country/21>>.

4. Disponível em: <<https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/index.html?lang=es>>.

emissões de gases do efeito estufa (GEE) e, ao mesmo tempo, aumentar a resiliência aos impactos gerados pelas variações do clima. Para conduzir o setor ao alcance de seus objetivos, em 2010 foi lançado o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC). Esse plano foi desenvolvido com a clara ambição de estimular e monitorar a adoção de práticas que sejam capazes de reduzir emissões e gerar resiliência sem comprometer a produtividade e o crescimento do setor.

As práticas propostas pelo plano buscam aliar conservação de recursos naturais e ambientais e resultados econômicos. Entre essas práticas estão a integração de sistemas (lavoura, pecuária e floresta em uma mesma área), conhecida como Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF), e a recuperação de pastagens degradadas. A fim de entender melhor os efeitos dessas práticas, estimou-se o potencial mitigador por hectare da tecnologia ILPF no Brasil, bem como o retorno econômico gerado pela tecnologia de recuperação de pastagens degradadas de acordo com a meta proposta pelo próprio Plano ABC: a de se recuperar 30 milhões de hectares de pastagens até 2030. Os resultados mostram que tecnologias como ILPF são capazes de promover a neutralidade climática ao setor de pecuária e que a recuperação de pastos degradados, além de contribuir com o processo de sequestro de carbono da atmosfera, também gera retornos econômicos superiores ao seu custo de implementação.

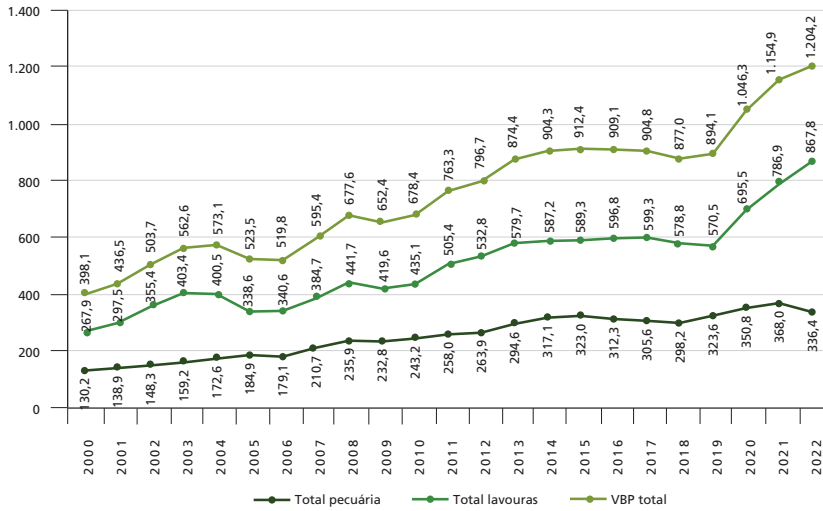
Além desta breve introdução, este estudo apresentará o panorama do setor de pecuária no Brasil, o Plano ABC e Plano ABC+, com foco nas tecnologias de ILPF e na recuperação de pastagens degradadas, e os resultados encontrados ao se analisarem essas tecnologias.

2 PANORAMA DA PECUÁRIA BRASILEIRA

Um dos principais segmentos da agricultura brasileira é o setor de pecuária. Dos R\$ 1.204,2 bilhões gerados em valor bruto da produção (VBP) pela agropecuária, cerca de 27,9% (R\$ 336,4 bilhões) vêm da pecuária, conforme o gráfico 1. O segmento de pecuária bovina é o mais representativo, com VBP de R\$ 152,8 bilhões.

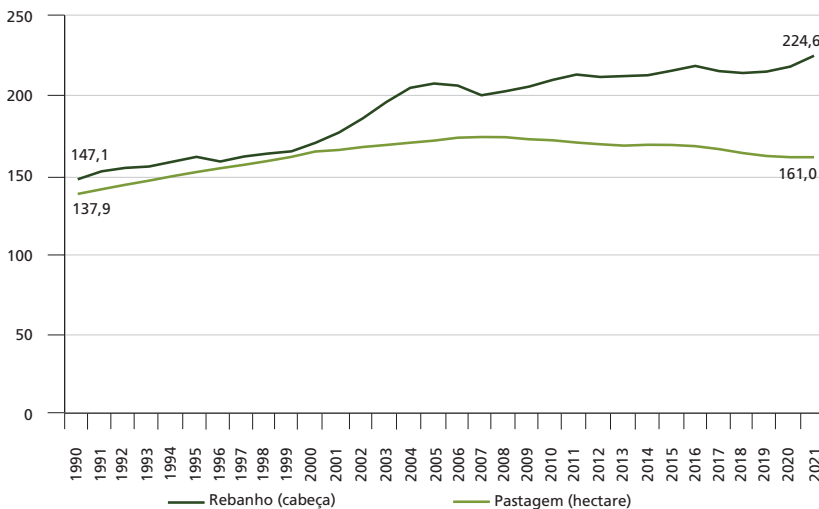
Em 2021, estimou-se que o rebanho brasileiro atingiu 224,6 milhões de cabeças, enquanto a área de pastagem chegou a 161,0 milhões de hectares, conforme o gráfico 2. A evolução observada a partir de 1990 mostra que, enquanto o rebanho cresceu 52,7% a uma taxa média de 1,4% ao ano (a.a.), a pastagem cresceu 16,7% a uma taxa média menor, de 0,5% a.a. Esse desempenho mostra que houve intensificação do rebanho. Enquanto, em 1990, a taxa de lotação observada era de 1,1 cabeça por hectare, em 2021, chegou 1,4 cabeça por hectare. A intensificação do uso das pastagens e o crescimento da taxa de lotação são condições necessárias para reduzir a pressão por abertura de novas áreas, contribuir com a agenda ambiental (Feres e Ferreira, 2020) e reduzir emissões associadas ao setor.

GRÁFICO 1
Valor bruto da produção agropecuária brasileira (2000-2022)
 (Em R\$ bilhões)



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Fundação Getúlio Vargas (FGV Dados); Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea); Companhia Nacional de Abastecimento (Conab).
 Elaboração: Coordenação-geral de políticas públicas (CGPOP); Departamento de Análise Econômica e Políticas Públicas (Daep); Secretaria de Política Agrícola (SPA); Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).
 Obs: 1. Valores deflacionados pelo IGP-DI da FGV (janeiro/2022).
 2. Valor preliminar com base em janeiro/2022.

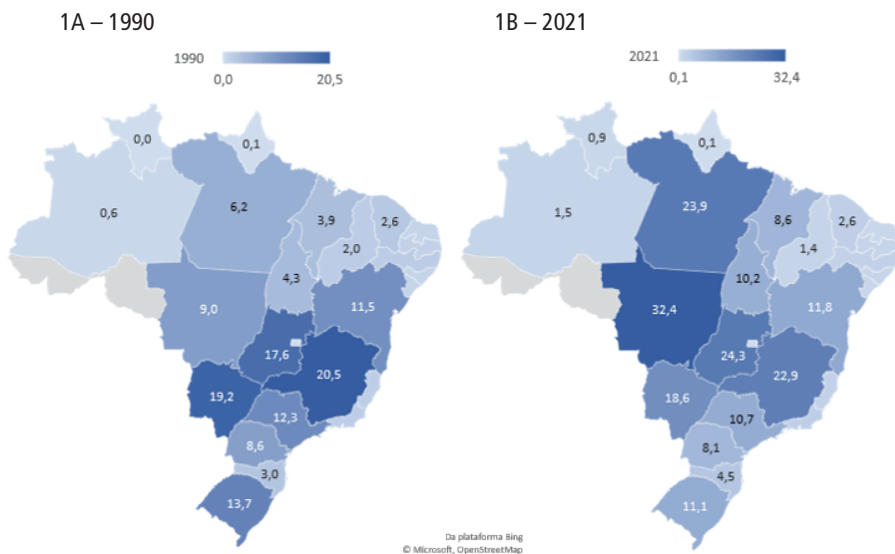
GRÁFICO 2
Evolução da área de pastagem e do tamanho do rebanho bovino brasileiro (1990-2021)
 (Em milhões)



Fonte: IBGE (2021); Universidade Federal de Goiás (UFG, 2020).

Além da intensificação da pecuária, a nova distribuição geográfica do rebanho também ajuda a explicar o crescimento do setor. Em 1990, o estado de Minas Gerais possuía o maior rebanho – em parte explicado pelo tamanho da pecuária leiteira no estado –, com maior concentração nas regiões Sudeste e Sul. Em 2021, nota-se expansão para as regiões Centro-Oeste e Norte, de acordo com a figura 1, com destaque para o estado do Mato Grosso, que conta com o maior rebanho estadual, com 32,4 milhões de cabeças.

FIGURA 1
Distribuição estadual do rebanho brasileiro (1990 e 2021)
(Em milhões de cabeças)



Fonte: IBGE (2021).

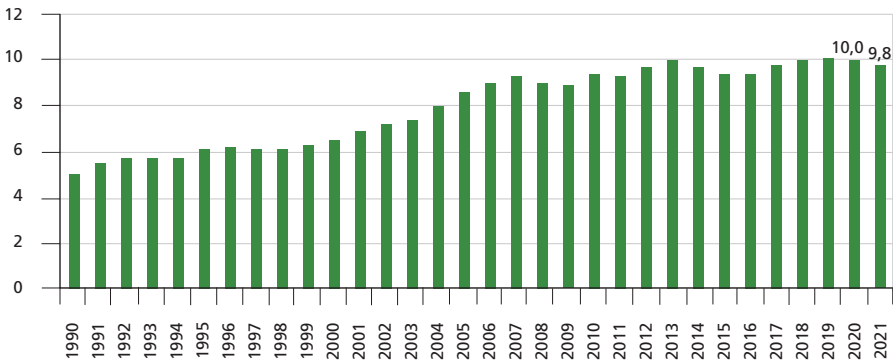
Obs.: Figura reproduzida em baixa resolução em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

A intensificação do rebanho nacional e a nova dinâmica geoespacial estão entre os determinantes do avanço do desempenho econômico do setor de carne bovina. Em 1990, o Brasil gerava cerca de 5,0 milhões de toneladas do produto. Em 2021, foi produzido quase o dobro (9,8 milhões de toneladas), de acordo com o gráfico 3. Atualmente, o Brasil é o maior exportador e o segundo maior produtor global.

Com esse desempenho, o setor garante destaque no comércio internacional de carnes. Essa relevância está associada à competitividade da estrutura de custos, quando comparada a outros *players* de produção e exportação, entretanto, essa competitividade pode ser comprometida caso gargalos em infraestrutura e ambiente tarifário não sejam solucionados (Ferreira e Vieira Filho, 2019).

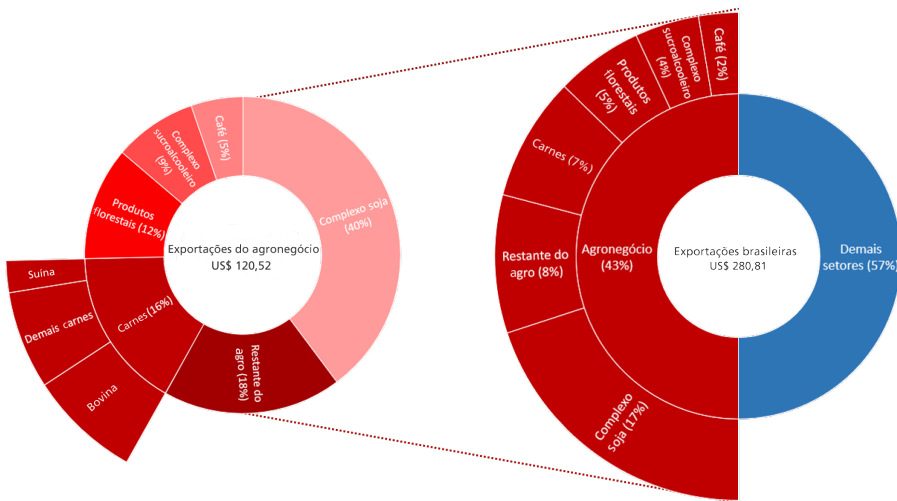
O complexo das carnes ocupa o segundo lugar no *ranking* brasileiro de exportações do agronegócio, permanecendo atrás apenas do complexo da soja. Em 2021, o Brasil exportou US\$ 19,6 bilhões em carnes. Desse total, 46,3% (US\$ 9,2 bilhões) em carne bovina – o principal produto em valor exportado por esse segmento, conforme a figura 2.

GRÁFICO 3
Evolução da produção de carne bovina no Brasil (1990-2021)
 (Em milhões de toneladas)



Fonte: Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2022).

FIGURA 2
Participação do agronegócio e da pecuária no valor da pauta exportadora brasileira (2021)



Fonte: Brasil (2022a).

Elaboração: Pinto (2022).

Obs.: Figura reproduzida em baixa resolução em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Mesmo com a relevância econômica, o setor de pecuária é vulnerável às mudanças do clima, ao mesmo tempo em que interfere no aquecimento global e nas mudanças climáticas. A produção pecuária sofre ameaças do clima dado o impacto esperado na qualidade da forragem e de culturas como soja, fonte de alimento para os animais, disponibilidade de água, produção animal e leiteira, conforto térmico, doenças, reprodução animal e biodiversidade (Rojas-Downing *et al.*, 2017).

Projeções apontam que a produção pecuária poderá ser limitada pela variabilidade climática, com o aumento do consumo animal de água e da demanda por terras agrícolas devido à necessidade de expansão da produção e à preocupação com a segurança alimentar (Rojas-Downing *et al.*, 2017). Além disso, o aumento da frequência de eventos extremos no país reforça a necessidade de fortalecimento de ações que diminuam a vulnerabilidade dos sistemas de produção agropecuários e que ampliem a resiliência do setor.

3 AGRICULTURA DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO: O PLANO ABC

A transição para sistemas produtivos cada vez mais sustentáveis é iminente. O setor agropecuário e a mudança do uso da terra e das florestas respondem por cerca de 73,8% das 2,4 gigatoneladas de carbono equivalente (CO₂e) emitidos pelo Brasil em 2021.⁵ O setor pecuário se revela como um ator fundamental na mitigação das emissões de GEE. No processo de transição para uma produção mais sustentável, há necessidade de políticas que apoiem e facilitem a implementação de medidas de adaptação e mitigação às mudanças climáticas, como o Plano ABC. O objetivo do plano foi, entre 2010 e 2020, organizar e planejar ações para a adoção de tecnologias de produção sustentáveis, visando responder aos compromissos assumidos pelo Brasil de redução da emissão de GEE no setor agropecuário.

Durante a vigência do plano, houve a expansão de tecnologias como: i) recuperação de pastagens degradadas; ii) ILPF; iii) sistema de plantio direto (SPD); iv) fixação biológica de nitrogênio; v) plantio de florestas; e vi) tratamento de dejetos animais. Os resultados exitosos permitiram que o Brasil mitigasse cerca de 170 milhões de toneladas de CO₂e em uma área de 52 milhões de hectares, superando em 46,5% a meta estabelecida. As estratégias implementadas e consolidadas focaram no estímulo à adoção de Sistemas, Práticas, Produtos e Processos de produção Sustentáveis (SPSABC), fundamentados sobre bases técnico-científicas.

Entre 2010 e 2020, o Plano ABC assumiu o compromisso de recuperar 15,0 milhões de hectares, entretanto foram recuperados apenas 5,4 milhões. Esse resultado indica que ainda há espaço para o processo de intensificação da pecuária, entretanto, existem também desafios. O sistema extensivo/convencional apresenta

5. Disponível em: <<https://plataforma.seeg.eco.br/>>.

baixo custo, e os pecuaristas ainda associam seus lucros à área utilizada e não à eficiência produtiva, demandando inclusive uma mudança de paradigma para garantir ganhos mais expressivos para o setor (Telles *et al.*, 2021).

Para sistemas integrados (ILPF e integração lavoura pecuária – ILP), a meta era expandir a área em 4 milhões de hectares, e o resultado foi pelo menos três vezes maior, atingindo uma área de 13,8 milhões de hectares. O mesmo desempenho foi observado para as demais tecnologias em que as metas foram cumpridas com folga, garantindo sistemas mais sustentáveis e resilientes.

Dado o êxito do Plano ABC, em abril de 2021, o Mapa lançou o Plano ABC+, uma atualização do plano anterior, com metas mais ousadas e foco em aprimorar a sustentabilidade da produção agropecuária. Para esse novo ciclo (2020-2030), é previsto o fortalecimento da governança institucional e a presença de sistemas de monitoramento e avaliação, a fim de permitir a gestão integrada de dados e o acesso às ações adotadas.

4 MÉTODO E RESULTADOS

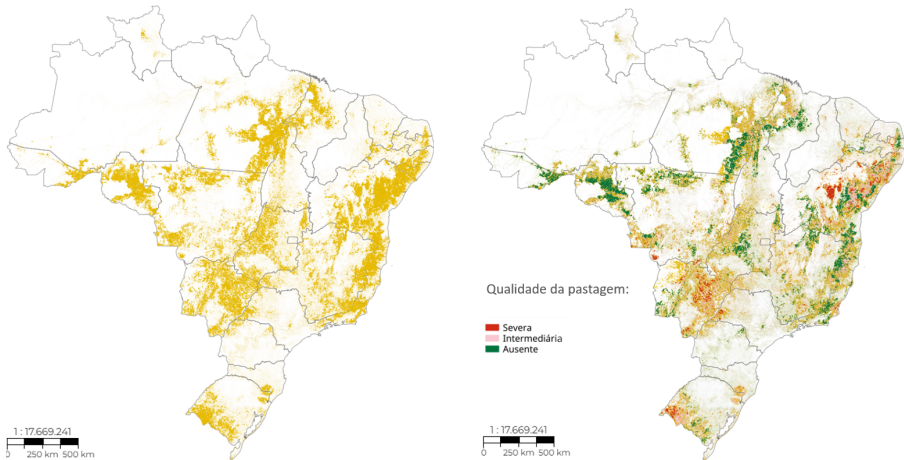
O objetivo do ABC+ é expandir a adoção das atividades do Plano ABC para, adicionalmente, pelo menos 72,7 milhões de hectares, um incremento de 103% em relação à década anterior. Dessa forma, o potencial de mitigação é de cerca de 1,1 gigatonelada de CO₂e até 2030. Também foram adicionadas ao programa novas atividades, como a adoção de bioinsumos, a expansão de áreas irrigadas e a terminação intensiva de bovinos, que oferece mais opções para o produtor aumentar sua resiliência, sua eficiência produtiva e seus ganhos econômicos, ambientais e sociais.

Entre as tecnologias presentes no ABC+, há aquelas diretamente associadas à pecuária, como as descritas a seguir.

4.1 Recuperação de pastagens degradadas

O território brasileiro tem 851 milhões de hectares, dos quais 161,0 milhões de hectares (19,0%) são cobertos com pastagens. Cerca de 45,9% das pastagens não apresentaram indícios de degradação, 39,4% apontaram indícios intermediários, e as demais áreas – aproximadamente 16,0% – mostraram pastagens severamente degradadas (mapa 1). Considerando que a degradação das pastagens é um processo que acontece ao longo do tempo, classificar uma área como degradada ou não requer metodologias específicas de mapeamento e probabilidade. Na análise considerada, as áreas de pastagens com indícios de degradação severa são as que mostram maior probabilidade de estarem degradadas, e as áreas que apresentam indícios moderados podem estar em uma condição transitória em diferentes estágios do processo (UFG, 2020).

MAPA 1

Distribuição espacial das áreas brasileiras de pastagem e qualidade das pastagens (2020)

Fonte: UFG (2020).

Obs.: Figura reproduzida em baixa resolução e cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

As áreas de pastagens distribuem-se por todo o território brasileiro, concentrando-se principalmente nos biomas Amazônia e Cerrado (cerca de 102 milhões de hectares). Essas são as regiões onde houve avanço mais rápido da expansão das pastagens nas últimas décadas.⁶

As estimativas desenvolvidas mostram que, até 2030, espera-se que a área total de pastagens seja de 164,3 milhões de hectares e que, do total degradado, 27,5 milhões de hectares serão recuperados, resultando em aumento da capacidade de suporte das pastagens (Assad *et al.*, 2022). Esse resultado vai ao encontro do proposto pelo Plano ABC+, que pretende recuperar 30 milhões de hectares em áreas degradadas até 2030.

Para avaliação do potencial de mitigação de emissões de GEEs pela adoção de tecnologias de recuperação de pastagens degradadas, foi desenvolvido um modelo de projeção visando ao cálculo do potencial de mitigação das emissões para a pecuária bovina brasileira até 2030.

A metodologia de cálculo e os fatores de emissão seguem os relatórios técnicos de referência do setor agropecuário e dos subsetores de manejo de dejetos animais e de fermentação entérica, partes do Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (Brasil, 2021). Fatores de emissões consideram as diferentes categorias animais, idade e sexo, bem como o percentual

6. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/>> .

de utilização de cada tipo de manejo para tratamento dos dejetos e das condições climáticas. Os fatores de emissões utilizados são os mais atualizados e regionalizados disponíveis publicamente. As principais premissas para a construção do modelo e projeções estão presentes no quadro 1.

QUADRO 1

Principais premissas assumidas para construção e desenvolvimento do modelo de projeção e mitigação para recuperação de pastagens degradadas

| Variável | Quantidade | Unidade | Fonte |
|--|-------------------------|---|---|
| Área de pastagens | 170.662,14 ¹ | 1 mil hectares | UFG (2020). Disponível em: < https://lapig.iesa.ufg.br/p/38972-atlas-das-pastagens >. |
| Área de pastagens degradadas | 64.705,32 ¹ | 1 mil hectares | UFG (2020). |
| Rebanho bovino | 212.908,00 ² | 1 mil cabeças | Anualpec (2021). Disponível em: < www.anualpec.com.br/ >. |
| Crescimento das pastagens do Brasil | -0,36 | Porcentagem a.a. | Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp). |
| Crescimento do rebanho bovino nacional (2010-2019) | 0,33 | Porcentagem a.a. | IBGE (2021). |
| Aplicação de insumos: ureia | 100 | Quilograma por hectare por ano | Premissa do estudo (conhecimento dos autores e conversas com especialistas). |
| Aplicação de insumos: calcário | 2 mil | Quilograma por ano (a cada quatro anos) | Premissa do estudo (conhecimento dos autores e conversas com especialistas). |

Fonte: Assad *et al.* (2022).

Notas: ¹ Dados referentes a 2018 segundo a classificação estadual disponibilizada por Lapig em 23 de maio de 2021.

² Dados referentes a 2018.

Inicialmente, foram mapeadas as áreas de pastagens brasileiras considerando seus diferentes estágios de degradação (UFG, 2020). As estimativas consideraram que a tecnologia de recuperação de pastagens foi implementada em áreas em estágio moderado e severo de degradação, totalizando 64,7 milhões de hectares.⁷

Os resultados mostraram que a mudança do uso do solo é determinante e suficiente para inverter o sinal das emissões de GEE no sistema de pecuária. O balanço final do sistema – ou seja, emissões da pecuária associadas às remoções da recuperação das pastagens – é de uma remoção acumulada de 1.223,6 milhões de toneladas de CO₂e até 2030, equivalente a 94,1 milhões de toneladas CO₂e/ano. O gráfico 4 apresenta o balanço das emissões de GEE originado a partir da implementação da tecnologia de recuperação de pastagens e da pecuária até 2030.

Para o componente agrícola (pasto), são consideradas as emissões provenientes dos insumos (ureia e calcário) utilizados durante o processo de recuperação, e as remoções vêm da mudança do uso do solo. Para o componente de pecuária, são consideradas as emissões geradas durante o processo de fermentação entérica e

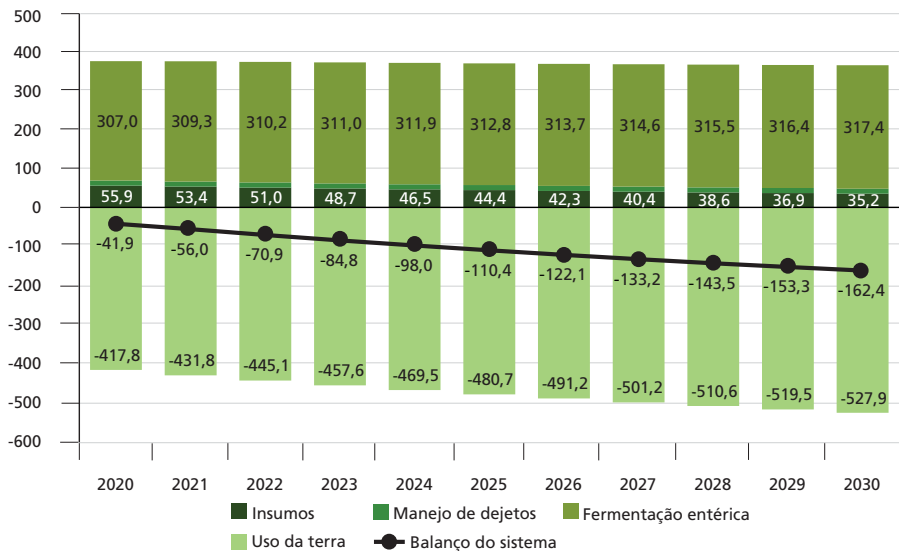
7. Considerando os dados do ano-base 2018.

manejo dos dejetos dos animais. A utilização dos insumos no processo de recuperação gera, até 2030, uma emissão acumulada de 551,7 milhões de toneladas CO₂e. Esse valor equivale, em média, a 42,4 milhões de toneladas CO₂e/ano no período e representa somente cerca de 10% das emissões totais do processo de recuperação.

GRÁFICO 4

Projeção das emissões de GEE derivadas da pecuária e recuperação de pastagens degradadas (2020-2030)

(Em milhões de toneladas de CO₂e)



Fonte: Assad *et al.* (2020).

A degradação de pastagens afeta a capacidade de suporte, ou seja, o número de animais por área de pastagem, mantendo a produtividade sem perda de desempenho da produção animal ou do desenvolvimento da pastagem. O processo de degradação gera prejuízos econômicos ao produtor, impacta negativamente o meio ambiente e contribui para as emissões de GEE na atmosfera. A mudança do uso do solo, portanto, é o fator determinante para equacionar esse sistema. A tecnologia de recuperação de pasto degradado seria capaz de neutralizar as emissões advindas do setor de agropecuária e mudanças do uso da terra e ainda gerar créditos em termos de remoção de CO₂e da atmosfera, contribuindo para um balanço de emissões negativo para o Brasil.

Ao associar as emissões de GEE provenientes do rebanho (metano proveniente do processo de fermentação entérica e do manejo de dejetos e óxido nitroso proveniente apenas dos dejetos) às emissões do pasto degradado, o resultado é um

balanço positivo, ou seja, é um sistema que emite mais gases do que sequestra. Entretanto, tecnologias como a de recuperação das pastagens geram incrementos de biomassa vegetal, permitem aumento da capacidade de suporte dos sistemas produtivos e associados à produção da pecuária, são capazes de remover carbono da atmosfera e fixá-lo no solo.

4.2 Sistemas integrados

O sistema ILPF permite associar, em um mesmo espaço produção agrícola, criação de gado e silvicultura. Esse tipo de sistema – que incorpora vários modelos (Gil, Siebold e Berger, 2015) que se relacionam e podem variar de acordo com o tempo ou espaço que estão inseridos – se revelou uma opção viável para alcançar maior sustentabilidade agrícola, além de melhorar a produtividade pecuária brasileira. A literatura aponta que, até 2020, a área estimada com ILPF no Brasil atingiu 17,43 milhões de hectares (Polidoro *et al.*, 2020). Entre 2015 e 2020, houve crescimento estimado de 52% de adoção de áreas integradas.

A análise desenvolvida projeta que haverá a possibilidade de adoção de 6,5 milhões de hectares de ILPF em 2030 (Assad *et al.*, 2022). Essa área está abaixo da meta de 10,1 milhões de hectares proposta pelo plano ABC+ e seria proveniente da dinâmica de redução total das pastagens. A implementação, portanto, seria possível, dado o processo de recuperação de pastagens que ocorreria em paralelo, permitindo intensificação da pecuária e liberação de área para novos usos. As principais premissas para a construção do modelo e projeções estão presentes no quadro 2.

QUADRO 2

Principais premissas assumidas para construção e desenvolvimento do modelo de projeção e mitigação para implementação de ILPF

| Variável | Quantidade | Unidade | Fonte |
|--|-------------------------|---------------------|---|
| Área de pastagens | 170.662,14 ¹ | 1 mil hectares | UFG (2020). Disponível em: < https://lapig.iesa.ufg.br/p/38972-atlas-das-pastagens >. |
| Área de pastagens degradadas | 64.705,32 ¹ | 1 mil hectares | UFG (2020). |
| Rebanho bovino | 212.908,00 ² | 1 mil cabeças | Anualpec (2021). Disponível em: < www.anualpec.com.br/ >. |
| Crescimento das pastagens do Brasil | -0,36 | Porcentagem a.a. | Fiesp. |
| Crescimento do rebanho bovino nacional (2010-2019) | 0,33 | Porcentagem a.a. | IBGE (2021). |
| Componente animal: taxa de lotação | 2,5 | Cabeças por hectare | Premissa do estudo (conhecimento dos autores e conversas com especialistas). |
| Componente florestal: floresta de eucalipto | 400 | Plantas por hectare | Premissa do estudo (conhecimento dos autores e conversas com especialistas). |

Fonte: Assad *et al.* (2022).

Notas: ¹ Dados referentes a 2018, segundo a classificação estadual disponibilizada pelo Lapig em 23 de maio de 2021.

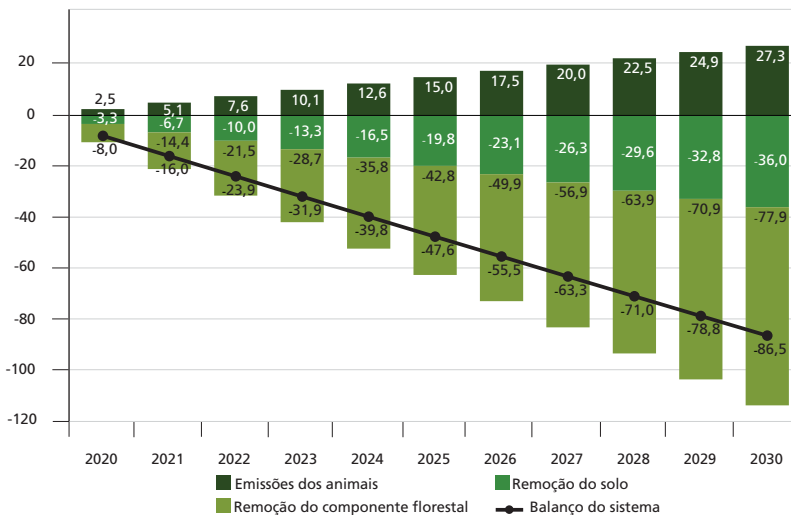
² Dados referentes a 2018.

O estudo, portanto, considera uma taxa de lotação de 2,5 cabeças por hectare, suportando até 16,3 milhões de animais. Sob essas condições, haveria um balanço negativo das emissões, ou seja, a remoção líquida de cerca 86,5 milhões de toneladas de CO₂e em 2030. A composição do sistema se dá por remoções geradas pelo componente florestal (carbono estocado na madeira), pelo aumento do estoque de carbono no solo e por emissões provenientes dos processos de fermentação entérica e manejo dos dejetos dos animais, conforme o gráfico 5.

GRÁFICO 5

Projeção da evolução do balanço de emissões do sistema ILPF, por componente do sistema (2020-2030)

(Em milhões de toneladas de CO₂e)

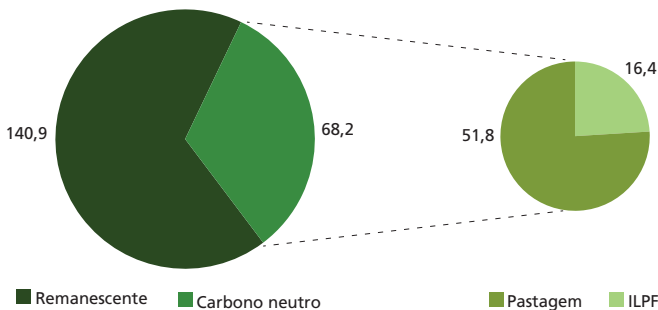


Fonte: Assad *et al.* (2020).

Esse resultado revela o grande potencial de mitigação oferecido por sistemas integrados. A produção animal proveniente do sistema com esse arranjo é carbono neutro, ou seja, os componentes de solo e floresta mitigam as emissões de metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) do rebanho bovino e, adicionalmente, permitem compensar uma parcela de metano emitida pelo rebanho que está presente em sistemas convencionais de pastagem. Considerando o potencial que as árvores presentes nos sistemas do tipo silvipastoril ou agrossilvipastoril têm para sequestrar e fixar carbono, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) lançou oficialmente em 2015 como marca-conceito o Carne Carbono Neutro (CCN) (Vieira, Alves e Almeida, 2020). O principal objetivo é garantir que a carne com o selo CCN foi produzida a partir de animais que tiveram suas emissões de metano neutralizadas durante o processo de produção, pela presença de árvores (Vieira, Alves e Almeida, 2020).

A adoção da ILPF permitiria compensar as emissões de todos os animais presentes no sistema e, além disso, de outras 51,8 milhões de cabeças que estariam em sistemas convencionais. Dessa forma, haveria a compensação total de 68,2 milhões de cabeças, cerca de 30% do rebanho nacional, conforme o gráfico 6. Isso significa que, para cada cabeça presente no sistema ILPF, haveria a compensação das emissões de 3,2 cabeças adicionais presentes no sistema convencional. Os benefícios agrônômicos e ambientais associados a esse sistema são notórios, entretanto, é necessário reduzir a complexidade dos mecanismos de gestão a fim de qualificar a mão de obra operacional, o suporte técnico (principalmente para manejo de florestas) e os gestores que atuem no planejamento e controle integrado da produção (Gasparini *et al.*, 2017).

GRÁFICO 6
Projeção da composição adicional de rebanho nacional carbono neutro (2030)
 (Em milhões de cabeças)



Fonte: Assad *et al.* (2020).

Os resultados de mitigação apresentados variam de acordo com a tecnologia de recuperação adotada – recuperação/reforma tradicional das pastagens ou sistemas integrados de produção. Mas, ainda assim, revelam que, desde que as estratégias sejam implementadas e gradualmente ampliadas, o processo de remoção de GEE será contínuo. A implementação do sistema ILPF sob as condições do estudo mostram que as emissões evitadas, mesmo cobrindo menor área, são superiores à meta do Plano ABC+. O mesmo desempenho é observado para a tecnologia de recuperação de pastagens, que mostra que é possível inverter o sinal de emissões do sistema de pecuária.

Entre os desafios observados para tornar essas projeções realidade está o custo de implementação e difusão de tais tecnologias. Ao se considerar a recuperação direta de pastagens como estratégia para áreas em estágio moderado de degradação e a reforma de pastagens como estratégia para áreas em estágio severo de degradação, é possível mensurar e avaliar os custos econômicos de recuperação de pastagens degradadas (Carlos *et al.*, 2022).

O cálculo é feito com base no custo operacional efetivo (COE) por hectare, diretamente correlacionado ao processo de reabilitação das pastagens. O COE é a soma de custos com insumos (sementes, corretivos e fertilizantes, por exemplo), custos operacionais (aplicação de fertilizantes, corretivos, adubação, compactação de sementes etc.) e outros custos (mão de obra, manutenção etc.). Para preservar a heterogeneidade de diferentes biomas, o cálculo foi feito de forma desagregada (Carlos *et al.*, 2022). Cabe ressaltar que não são incluídos os gastos com frete, impostos, depreciação e benfeitorias. A tabela 1 apresenta os custos médios de recuperação por hectare, por nível de degradação e por bioma para o Brasil.

TABELA 1
Custos médios de tecnologias de recuperação/reforma e de manutenção de pastagens nos biomas brasileiros
(Em R\$/ha)

| Biomas | Moderado | Severo | Manutenção |
|----------------|----------|----------|------------|
| Amazônia | 1.330,66 | 1.904,02 | 298,10 |
| Cerrado | 1.159,62 | 1.727,99 | 272,86 |
| Mata Atlântica | 979,42 | 1.563,31 | 283,23 |
| Caatinga | 1.471,83 | 2.054,44 | 411,09 |
| Pampa | 1.541,37 | 2.100,71 | 764,64 |
| Pantanal | 1.018,24 | 1.627,15 | 207,54 |

Fonte: Carlos *et al.* (2022).

Esse resultado é importante, já que permite que os produtores avaliem a viabilidade econômica e o ganho potencial de implementarem essas tecnologias e direcionarem recursos financeiros limitados para a recuperação de áreas mais promissoras. Em valores absolutos, para recuperar toda a área de pastagem que apresente algum nível de degradação, seriam necessários, aproximadamente, R\$ 383,77 bilhões.

Para ilustrar, o Programa ABC – forma de financiamento a investimentos que contribuam para a redução de impactos ambientais causados por atividades agropecuárias –, criado para dar suporte ao Plano ABC, recebeu, no Plano Safra 2022-2023, R\$ 6,19 bilhões para recuperar áreas e pastagens degradadas, implantar sistemas ILPF, adotar práticas conservacionistas de uso, manejo e proteção dos recursos naturais e para a geração de energia renovável. Ainda que todo o recurso disponível fosse alocado para recuperar pastagens degradadas, seriam necessários cerca de seis vezes mais recursos para viabilizar a total incorporação dessa tecnologia.

Para cumprir as metas propostas no Plano ABC+ de recuperar 30 milhões de hectares de pastagens degradadas, pressupõe-se que o governo brasileiro priorizará o alcance dos objetivos tendo como fundamento apenas os custos médios associados à implementação da tecnologia. Para que a execução dessa meta fosse

implementada, seria necessário desembolsar cerca de R\$ 42,51 bilhões, investimento feito nos 23 estados brasileiros (incluindo o Distrito Federal).

Os critérios considerados pelo governo brasileiro podem levar em conta aspectos distintos dos estabelecidos no estudo, como o benefício econômico e social das ações aos produtores e à sociedade, o foco em áreas consideradas prioritárias para biodiversidade e conservação etc. A análise, portanto, representa uma das diferentes possibilidades de como o governo poderia atingir as metas assumidas no Plano ABC+.

A recuperação de pastos degradados contempla a sustentabilidade em seus três aspectos: social, ambiental e econômico. Do ponto de vista econômico, é importante avaliar o potencial retorno que esse investimento pode gerar. Para estimar a receita proveniente da implementação da tecnologia, assume-se que as áreas recuperadas teriam capacidade adicional de suporte de 0,8 unidade animal por hectare e 1 animal por hectare para pastagens com nível de degradação moderado e severo, respectivamente. Além disso, utilizou-se o preço médio da arroba do Boi Gordo para o período analisado⁸ (cerca de R\$ 191,00) (Cepea, 2022b).

A receita potencial advinda da recuperação seria de R\$ 44,69 bilhões, enquanto o custo da recuperação seria de R\$ 42,51 bilhões. A receita líquida gerada atingiria R\$ 2,18 bilhões, conforme a tabela 2.

TABELA 2
Retorno econômico da recuperação/reforma de 30 milhões de hectares de pastagens degradadas no Brasil
(Em R\$ bilhões)

| Receita | Custo | Receita líquida |
|---------|-------|-----------------|
| 44,69 | 42,51 | 2,18 |

Fonte: Carlos *et al.* (2022).

Obs.: Valores reais de maio de 2022, corrigidos pelo índice nacional de preços ao consumidor amplo (IPCA).

Esse resultado mostra o potencial investimento gerado por apenas uma das tecnologias propostas pelo Plano ABC+. Do ponto de vista ambiental e social, haveria balanço de carbono negativo por parte da atividade pecuária, ampliação da resiliência do sistema e melhores condições para a intensificação da produção com possibilidade de liberação de áreas para outras atividades agrícolas. Do ponto de vista econômico, a tecnologia é um instrumento efetivo e viável que promove benefícios econômicos.

Para a tecnologia ILPF, apesar dos resultados promissores em termos de mitigação de GEE, além de benefícios associados, como o aumento da resiliência

8. Período que vai de janeiro de 2015 a maio de 2022.

dos sistemas e a ampliação do conforto térmico para os animais, o estudo ainda precisa avançar para determinar os custos econômicos e o retorno gerado com a implementação de tecnologias integradas, principalmente as que incluem o componente florestal.

Além de avaliar o potencial econômico de tecnologias propostas pelo Plano ABC+, também é necessário avançar nas estratégias propostas pelo plano, como fortalecer ações de transferência e difusão de tecnologias, capacitação e assistência técnica.

5 CONCLUSÃO

Neste estudo, objetivou-se compreender o potencial mitigador de emissões de GEE promovido por duas tecnologias propostas pelo Plano ABC+ para a agropecuária brasileira: a ILPF e a recuperação de pastagens degradadas. Também foi feita uma estimativa do retorno econômico gerado por pastagens recuperadas.

Os resultados indicam que tecnologias integradas são suficientes para conferir o selo CCN nas áreas em que são aplicadas, além de permitir intensificação da pecuária, já que têm potencial de sequestro superior às emissões de mais de 2,5 cabeças de gado por hectare.

Para a tecnologia de recuperação de pastagens degradadas, pela própria característica intrínseca a esse sistema, o potencial mitigador é menor. Mas, ainda assim, é uma tecnologia necessária, já que permite a intensificação da pecuária e reduz a pressão por abertura de novas áreas para a atividade. Além disso, a tecnologia se mostrou economicamente vantajosa por gerar ao pecuarista retornos financeiros superiores aos custos associados ao processo de recuperação.

Alguns desafios precisam ser contornados para auxiliar a transformação dos sistemas agropecuários tradicionais em sistemas sustentáveis e resilientes. Para o caso da ILPF, é necessário reduzir a complexidade dos mecanismos de gestão a fim de qualificar mão de obra operacional, suporte técnico (principalmente para manejo de florestas) e gestores que atuem no planejamento e controle integrado da produção, bem como mensurar os custos e retornos financeiros envolvidos na implementação desse sistema.

Além de avaliar consistentemente o potencial econômico dessas tecnologias propostas pelo Plano ABC+, também é necessário avançar nas estratégias propostas por ele, como fortalecer ações de transferência e difusão de tecnologias, capacitação e assistência técnica. Assim será possível assegurar que profissionais capacitados acompanhem as propriedades rurais, garantam a correta adoção dos sistemas propostos e façam acompanhamento dos benefícios associados.

Outra estratégia importante, associada ao incentivo de implementação dessas tecnologias, que viria se somar às estratégias citadas, é desenvolver

e estruturar mecanismos que reconheçam e valorizem propriedades que adotam sistemas, práticas, produtos e processos de produção sustentáveis como forma de estímulo para a implementação em grande escala. As tecnologias, associadas às estratégias já previstas no Plano ABC+, podem elevar o Brasil a um novo patamar de sustentabilidade, fazendo com o que o país se torne vitrine e exemplo de uma agropecuária sustentável, além de ser o grande provedor global de alimentos.

REFERÊNCIAS

ASSAD, E. D. *et al.* **Potencial de mitigação de gases de efeito estufa das ações de descarbonização da pecuária até 2030**. São Paulo: FGV/EESP, 2022. Disponível em: <https://eesp.fgv.br/sites/eesp.fgv.br/files/ocbio_potencial_de_mitigacao_de_gee_pecuaria_2112.pdf>.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília: MCTI, 2021. cap. 2, p. 80-181.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrostat**. Brasília: Mapa, 2022a. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>>.

_____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. **ComexStat**: sistema de estatísticas do comércio exterior. Brasília: MCID, 2022b. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>>.

CARLOS, S. M. *et al.* **Custos da recuperação de pastagens degradadas nos estados e biomas brasileiros**. São Paulo: FGV/EESP, 2022. Disponível em: <https://eesp.fgv.br/sites/eesp.fgv.br/files/eesp_relatorio_pasto-ap3_ajustado_0.pdf>.

CEPAL – COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE. **Database 2017**. Cepalstat, 2017. Disponível em: <<https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/index.html?lang=es>>.

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **PIB Agro**. Piracicaba: Esalq-USP, 2022a. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pib/>>.

_____. **Indicador do Boi Gordo**. Piracicaba: Esalq-USP, 2022b. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/consultas-ao-banco-de-dados-do-site.aspx>>. Acesso em: 13 set. 2022.

CHENG, M.; MCCARL, B.; FEI, C. Climate change and livestock production: a literature review. **Atmosphere**, v.13, n. 1, p. 140, 2022.

ESCARCHA, J.; LASSA, J.; ZANDER, K. Livestock under climate change: a systematic review of impacts and adaptation. **Climate**, v. 6, n. 3, p. 54, 2018.

FERES, J. G.; FERREIRA, M. D. P. Sustentabilidade da agropecuária brasileira: o desafio da intensificação. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília: Ipea, 2020, p. 340-350.

FERREIRA, M.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Inserção no mercado internacional e a produção de carnes no Brasil**. Brasília: Ipea, 2019. (Texto para Discussão, n. 2479).

GASPARINI, L. V. L. *et al.* **Sistemas integrados de produção agropecuária e inovação em gestão: estudos de casos no Mato Grosso**. Brasília: Ipea, 2017. (Texto para Discussão, n. 2296).

GERBER, P. J. *et al.* **Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities**. Rome: FAO, 2013. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/i3437e/i3437e.pdf>>.

GIL, J. D. B.; SIEBOLD, M.; BERGER, T. Adoption and development of integrated crop-livestock-forestry systems in Mato Grosso, Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 199, p. 394-406, 2015.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Brasil: Sidra, 2021. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>>. Acesso em: jan. 2022.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2014: mitigation of climate change**. New York: Cambridge University Press, 2014.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Mercado de trabalho do agronegócio**. Brasília: Ipea, 2022.

PINTO, T. P. *et al.* **Panorama das emissões de metano e implicações do uso de diferentes métricas**. São Paulo: FGV; EESP, 2022. Disponível em: <https://eesp.fgv.br/sites/eesp.fgv.br/files/relatorio_assad_estudo_metano_diferentes_metricas.pdf>.

PNUMA – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Rumo a uma economia verde: caminhos para o desenvolvimento sustentável e a erradicação da pobreza**. Quênia: Unep, 2011. Disponível em: <<https://www.unep.org/resources/report/rumo-uma-economia-verde-caminhos-para-o-desenvolvimento-sustentavel-e-erradicacao>>.

POLIDORO, J. C. *et al.* The impact of plans, policies, practices and technologies based on the principles of conservation agriculture in the control of soil erosion in Brazil. **Authorea**, 2020. Disponível em: <<https://www.authorea.com/doi/full/10.22541/au.158750264.42640167>>.

ROJAS-DOWNING, M. M. *et al.* Climate change and livestock: impacts, adaptation, and mitigation. **Climate Risk Management**, v.16, p. 145-163, 2017.

TELLES, T. *et al.* **Desenvolvimento da agricultura de baixo carbono no Brasil**. Brasília: Ipea, 2021. (Texto para Discussão, n. 2638).

UFG – UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento. **Atlas das pastagens**. Goiás: Lapig, 2020. Disponível em: <<https://atlasdaspastagens.ufg.br/map>>. Acesso em: nov. 2022.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Foreign **Agricultural Service**. FAZ, 2023. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>>. Acesso em: fev. 2023.

VIEIRA, A. C. P.; ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G. Proteção intelectual e inovação no setor agropecuário. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília: Ipea, 2020. p. 350-360.

