



# INFLUÊNCIA DA ADOÇÃO DE DIFERENTES MÉTRICAS E HORIZONTES TEMPORAIS DE GASES DE EFEITO ESTUFA NÃO-CO<sub>2</sub> PARA O PLANO ABC+





## Elaboração

Laboratório Cenergia/PPE/  
COPPE/UFRJ

## Autores

Ana Carolina Fiorini  
Tamar Bakman  
Gerd Angelkorte  
Régis Rathmann  
Joana Portugal-Pereira  
Roberto Schaeffer

Trabalho facilitado pelo  
CDP Latin America



Apoio



### Sugestão de citação:

Oliveira Fiorini, A.C.; Bakman, T.; Angelkorte, G.; Rathmann, R.; Portugal-Pereira, J.; Schaeffer, R.. Influência da adoção de diferentes métricas e horizontes temporais de gases de efeito estufa não-CO<sub>2</sub> para o Plano ABC+. São Paulo: CDP Latin America, 2024, p. 1-81.

ISBN nº 978-85-285-0382-1

## Sobre o CDP

O CDP é uma organização global sem fins lucrativos que administra o sistema mundial de divulgação ambiental para empresas, cidades, estados e regiões. Fundada em 2000 e trabalhando com mais de 740 instituições financeiras com mais de 136 bilhões de dólares em ativos, o CDP foi pioneiro na utilização dos mercados de capitais e das aquisições empresariais para motivar as empresas a divulgar os seus impactos ambientais e a reduzir as emissões de gases com efeito de estufa, salvaguardar os recursos hídricos e proteger as florestas. Quase 24.000 organizações em todo o mundo divulgaram dados através do CDP em 2023, incluindo mais de 23.000 empresas que valem metade da capitalização de mercado global e mais de 1.100 cidades, estados e regiões. Totalmente alinhado com a TCFD, o CDP detém a maior base de dados ambientais do mundo, e as pontuações do CDP são amplamente utilizadas para orientar decisões de investimento e aquisição no sentido de uma economia com zero emissões de carbono, sustentável e resiliente. O CDP é membro fundador da iniciativa Science Based Targets, We Mean Business Coalition, The Investor Agenda e a iniciativa Net Zero Asset Managers. Visite <http://la-pt.cdp.net/> ou siga-nos @CDPLatinAmerica para saber mais.

# Conteúdo

06 **APRESENTAÇÃO**

08 **1. INTRODUÇÃO**

12 **2. CARACTERIZAÇÃO DO SETOR AGROPECUÁRIO**

12 2.1 Atividades do setor

14 2.2 Caracterização regional

27 2.3 Emissões de GEE do setor

30 **3. MÉTRICAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA**

36 **4. MEDIDAS DO PLANO ABC+ À LUZ DE DIFERENTES MÉTRICAS**

36 4.1 Políticas e estratégias do Plano ABC+

42 4.2 Contribuições do Plano ABC+ para mitigação de GEE segundo métricas GWP e GTP

55 4.3 Contribuições do Plano ABC+ para mitigação de GEE segundo métricas GWP e GTP

68 **5. CONCLUSÃO**

70 **6. RECOMENDAÇÕES POLÍTICAS**

72 **7. REFERÊNCIAS**

77 **8. ANEXOS**

77 Anexo I

81 Anexo II

# Lista de figuras

- 13 **Figura 1.** Perfil do setor agropecuário do Brasil: (a) produção agrícola (milhões de toneladas), (b) área ocupada (milhões de hectares), e (c) tamanho dos rebanhos (milhões de cabeças)
- 14 **Figura 2.** Participação das regiões nas atividades da agropecuária em relação à área de cultivos, produção agrícola, valor da produção, tamanho do rebanho bovino e área de pastagem
- 15 **Figura 3.** Produção, área plantada e tamanho dos principais cultivos e rebanhos da Região Sudeste
- 18 **Figura 4.** Produção, área plantada e tamanho dos principais cultivos e rebanhos da Região Centro-Oeste
- 20 **Figura 5.** Produção, área plantada e tamanho dos principais cultivos e rebanhos da Região Nordeste
- 23 **Figura 6.** Produção, área plantada e tamanho dos principais cultivos e rebanhos da Região Sul
- 25 **Figura 7.** Produção, área plantada e tamanho dos principais cultivos e rebanhos da Região Norte
- 27 **Figura 8.** Emissões de GEE setoriais do Brasil entre 1990 e 2020, segundo as métricas (a) GWP100 anos e (b) GTP100 anos.
- 28 **Figura 9:** Emissões do setor agropecuário por gás de efeito estufa (em Gg do gás): a) CO<sub>2</sub>, b) CH<sub>4</sub>, c) N<sub>2</sub>O
- 31 **Figura 10:** Cadeia de causa e efeito das mudanças climáticas e uso das métricas de emissões.
- 34 **Figura 11.** Valores de GTP e GWP para CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O em função do horizonte temporal.
- 36 **Figura 12:** Estratégias e metas para o potencial de mitigação de GEE do Plano ABC+

- 44 **Figura 13.** Participação por categoria nas emissões do setor agropecuário em anos selecionados (métrica GWP100)
- 50 **Figura 14.** Participação por categoria nas emissões do setor agropecuário em anos selecionados (métrica GTP100)
- 56 **Figura 15:** Fluxograma de atividades visando à avaliação dos impactos do Plano ABC+ sobre as emissões nacionais segundo métricas de CO<sub>2</sub>e
- 60 **Figura 16:** Participação por categoria nas emissões do setor agropecuário em anos selecionados (métrica GWP100)
- 60 **Figura 17:** Participação por categoria nas emissões do setor agropecuário em anos selecionados (métrica GTP100)
- 63 **Figura 18:** Emissões totais segundo diferentes níveis de adoção das estratégias do Plano ABC+ em anos selecionados (métrica GWP100)
- 64 **Figura 19:** Emissões totais segundo diferentes níveis de adoção das estratégias do Plano ABC+ em anos selecionados (métrica GTP100)

## Lista de tabelas

- 33 **Tabela 1.** Diferenças entre as métricas GWP e GTP.
- 34 **Tabela 2.** Fatores de emissão de Gases de Efeito Estufa.
- 42 **Tabela 3.** Metas assumidas nos planos ABC+ estaduais
- 46 **Tabela 4:** Área potencial teórico para a implementação de medidas do Plano ABC+ em áreas de pastagem com baixo vigor
- 47 **Tabela 5:** Área potencial teórico para a implementação de medidas do Plano ABC+ em áreas de pastagem com baixo e médio vigor

- 47 **Tabela 6:** Potencial teórico de mitigação decorrente da implementação de medidas do Plano ABC+ em áreas de pastagem com baixo vigor (ktCO<sub>2</sub>e)
- 48 **Tabela 7:** Potencial teórico de mitigação decorrente da implementação de medidas do Plano ABC+ em áreas de pastagem com baixo e médio vigor (ktCO<sub>2</sub>e)
- 49 **Tabela 8:** Área potencial teórico para a implementação de medidas do Plano ABC+ considerando a área agropecuária de cada estado
- 52 **Tabela 9:** Área potencial teórico para a implementação de medidas do Plano ABC+ considerando a área agropecuária de cada estado
- 54 **Tabela 10:** Comparação das metas assumidas nos planos ABC+ estaduais e área potencial teórica para a implementação de medidas do Plano ABC+
- 58 **Tabela 11:** Emissões projetadas no cenário REF do setor agropecuário e de uso do solo, mudanças do uso do solo e florestas por categorias
- 61 **Tabela 12:** Potencial de mitigação de emissões das estratégias reportadas pelo Plano ABC+, segundo diferentes métricas de equivalência de GEE
- 62 **Tabela 13:** Matriz de impactos das estratégias do Plano ABC+ por categoria de emissões do inventário
- 65 **Tabela 14:** Potencial de redução de emissão acumulados as estratégias do Plano ABC+ segundo a métrica GWP100
- 65 **Tabela 15:** Potencial de redução de emissão acumulados as estratégias do Plano ABC+ segundo a métrica GTP100

# Apresentação



Este relatório é o produto final no âmbito do projeto **“Avaliação de estratégias e práticas agropecuárias de baixo carbono e da influência da adoção de diferentes métricas e horizontes temporais de gases de efeito estufa não-CO<sub>2</sub> e recomendações para a formulação de políticas de adaptação e mitigação no Brasil”**, que visa compreender o impacto das práticas agropecuárias na mitigação de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Brasil à luz de diferentes métricas de equivalência entre dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e outros GEE não-CO<sub>2</sub>, e de distintos horizontes temporais considerados. Alinhado aos compromissos do Brasil no Acordo de Paris e ao Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária 2020-2030 (Plano ABC+), este projeto busca contribuir significativamente para a formulação de políticas climáticas eficazes.

Este documento está organizado em cinco seções. Inicia-se com uma breve introdução, contextualizando os objetivos e a importância do estudo sobre estratégias agropecuárias de baixo carbono. Em seguida, a caracterização do setor agropecuário detalha práticas e regiões de produção, bem como a quantificação das emissões de GEE no setor. Posteriormente, apresenta-se o conceito das métricas de emissões, com enfoque no Potencial de Aquecimento Global e no Potencial de Temperatura Global, seguido dos impactos das medidas do plano ABC+ à luz de diferentes métricas e finaliza-se com recomendações políticas.

Agradecemos o comprometimento de todos os envolvidos neste projeto e antecipamos que este relatório é uma valiosa contribuição para o avanço das políticas de sustentabilidade no setor agropecuário brasileiro.

Boa leitura!  
**Equipe do Cenergia**

# Introdução



# Introdução

## Medidas de mitigação que reduzem emissões de diferentes GEE podem ser comparadas utilizando-se diferentes métricas para se equiparar o potencial de aquecimento de cada um desses gases com o CO<sub>2</sub>

O presente projeto visa avaliar estratégias e práticas agropecuárias de baixo carbono nacionais e estaduais, designadamente com base no Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária 2020-2030 (Plano ABC+) e analisar a influência da adoção de métricas de equivalência entre dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e outros gases de efeito estufa (GEE) não-CO<sub>2</sub> e de diferentes horizontes temporais. As métricas consideradas incluem o Potencial de Aquecimento Global (em inglês, *Global Warming Potential* - GWP) e o Potencial de Temperatura Global (em inglês, *Global Temperature Potential* – GTP). Propõe-se igualmente avaliar a influência de diferentes horizontes temporais (20, 50, 100 e 500 anos) para os GEE não-CO<sub>2</sub> na formulação de políticas de mitigação no Brasil. Dada a relevância das emissões de GEE por parte do setor agropecuário no Brasil, este trabalho irá fornecer subsídios que servirão à tomada de decisão em relação à política climática brasileira.

Medidas de mitigação que reduzem emissões de diferentes GEE podem ser comparadas utilizando-se diferentes métricas para se equiparar o potencial de aquecimento de cada um desses gases com o CO<sub>2</sub>, gás usado como referência. Assim, as métricas de emissões confrontam o forçamento radiativo<sup>1</sup> ao longo do seu período de vida na atmosfera, a mudança de temperatura, ou outros efeitos climáticos decorrentes das emissões de CO<sub>2</sub> com as emissões de agentes forçantes radiativos não-CO<sub>2</sub> (como por exemplo o metano ou óxido nitroso). Portanto, essas métricas são usadas como um meio de agregar diferentes gases e colocá-los em uma unidade comum ('CO<sub>2</sub> equivalente', ou 'CO<sub>2</sub>e').

A métrica mais proeminentemente usada e selecionada no arcabouço do livro das regras do Acordo de Paris (em inglês, *Paris rulebook*) é o potencial de aquecimento global em um horizonte temporal de 100 anos. O GWP100 integra a contribuição de forçamento radiativo calculada após uma emissão de pulso idealizada (ou única), ao longo de 100 anos. Outros horizontes como 20, 50 ou 500 anos também podem ser aplicados. Outra métrica frequentemente citada é o GTP, que considera a contribuição das emissões GEE para a temperatura média global em um determinado momento após a emissão.

<sup>1</sup> Em um clima estável, a quantidade de energia que a Terra recebe do Sol é aproximadamente equilibrada com a quantidade de energia que é perdida para o espaço na forma de luz solar refletida e radiação térmica. 'Forçantes climáticas', como um aumento da contração de GEE ou aerossóis, interferem nesse equilíbrio, fazendo com que o sistema ganhe ou perca energia. A força de um forçante climático é quantificada por sua forçante radiativa efetiva, medida em W m<sup>-2</sup>. Assim, o forçamento radiativo positivo leva ao aquecimento; o negativo ao resfriamento (Arias, 2021).



## Os setores com maior emissão de CH<sub>4</sub> e de N<sub>2</sub>O são a agropecuária e o setor de resíduos

O GWP100 (GWP com horizonte temporal de 100 anos) é o indicador padrão para quantificar as emissões de GEE nos inventários nacionais, conforme definido pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (na sigla inglesa UNFCCC) durante a 24<sup>a</sup> Convenção das Partes (COP24) em Katowice (UNFCCC, 2019). Além disso, as partes da UNFCCC têm a opção de também apresentar métricas alternativas, como o GTP, para relatar seus inventários e avaliar o potencial de estratégias de mitigação (UNFCCC, 2024). Apesar da decisão ter sido tomada sobre as métricas comuns para a implementação do Acordo de Paris, há uma disposição para rever e atualizar as diretrizes de transparência até 2028, que poderia permitir uma mudança do GWP100 para outro tipo de métrica comum, desde que as partes desejem prosseguir uma atualização que vá além da decisão atual (Tanaka *et al.*, 2021).

Discussões recentes na literatura científica consideram benefícios da utilização de métricas alternativas ao GWP (DHAKAL, MINX, TOTH, ABDEL-AZIZ, *et al.*, 2022), contudo mostram igualmente que estas metodologias não são robustas nem são consensuais na comunidade (MEINSHAUSEN *et al.*, 2022).

O Brasil em comunicação com a UNFCCC reporta suas emissões GEE agregadas em termos do GWP100, conforme acordado nas conferências das partes, mas também emprega a métrica do potencial de temperatura global. Acresce destacando que “o GTP é uma métrica mais precisa para avaliar a contribuição de diferentes gases para as mudanças climáticas” (UNFCCC, 2023). A última atualização da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, sigla em inglês) brasileira menciona que o último inventário contabilizou os níveis de emissões líquidas em 2005 como 2,56 GtCO<sub>2</sub>e (GWP100-AR5<sup>2</sup>) ou 2,06 GtCO<sub>2</sub>e (GTP100-AR5), de forma que a meta para o ano 2030 seria um nível de emissão líquida de GEE de 1,20 GtCO<sub>2</sub>e (GWP100-AR5) ou 0,97 GtCO<sub>2</sub>e (GTP100-AR5). As emissões brasileiras em 2020 foram estimadas contendo entre 60,6% (GWP100-AR5) e 84,4% de CO<sub>2</sub> (GTP100-AR5), seguidas de metano (CH<sub>4</sub>) com 30,7% e de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) com 8,6% (GWP100-AR5) ou de N<sub>2</sub>O com 10,4% e CH<sub>4</sub> com 5,9% (GTP100-AR5), os demais GEE representam menos de 1% do total emitido (BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, Tecnologia e Inovação., 2022).

Os setores com maior emissão de CH<sub>4</sub> e de N<sub>2</sub>O são a agropecuária e o setor de resíduos (MCTI, 2022).



O setor agropecuário brasileiro foi responsável pela emissão de 554 MtCO<sub>2</sub>e (GWP100 – AR5) ou 198 MtCO<sub>2</sub>e (GTP100 – AR5) em 2020, o que representou 31,1 e 15,3% da emissão total nacional naquele ano, respectivamente para cada uma das métricas (BRASIL. MCT, 2021). Considerando a importância desse setor nas emissões brasileiras, o Brasil possui há mais de uma década o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, também conhecido como Plano ABC (MAPA, 2012). Esse plano, lançado em 2013, definiu estratégias e metas de mitigação até 2020. De acordo com o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), graças a este plano se mitigou 170MtCO<sub>2</sub>e (GWP100) no setor em uma área de 52 milhões de hectares, superando em 46,5% à meta estabelecida para o período (MAPA, 2022).

Em 2021, foi lançado uma visão estratégica para a década de 2020-2030 com o plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária com vistas ao desenvolvimento sustentável (2020-2030) – Plano ABC+ (MAPA, 2021b). O ABC+ almeja reduzir a emissão de CO<sub>2</sub>e (GWP100) em 1,08 bilhão de toneladas (Gt) até 2030. Para tal, tem metas de implementação de oito estratégias, designadamente: recuperação de pastagens degradadas, sistema de plantio direto, sistemas de integração, florestas plantadas, sistemas irrigados, bioinsumos, manejo de resíduos da produção animal e terminação intensiva. O Plano ABC+ têm seus resultados muito afetados pela escolha de diferentes métricas comparativas entre os esforços de mitigar emissões de GEE (MAPA, 2021b).

Assim, este projeto se propõe a analisar medidas e práticas agropecuárias de baixo carbono, designadamente as incluídas no plano ABC+ nacional e em seus desdobramentos subnacionais, à luz de diferentes métricas (GWP e GTP) e horizontes temporais (20, 50, 100 e 500 anos) de GEE (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O). Este produto traz a caracterização da agricultura brasileira, além de uma revisão detalhada das métricas GTP e GWP, assim como suas principais vantagens e limitações. Adicionalmente, calculamos potenciais teóricos estaduais de área para implementação dos Planos ABC+ estaduais e verificamos como as medidas de mitigação vigentes no Plano ABC+ nacional são afetadas por conversões com GWPs e GTPs com diferentes horizontes temporais (20, 50, 100 e 500 anos). Finalizamos com uma pequena conclusão e um resumo de recomendações políticas que pode ser encontrado no final do relatório (seção 6).

# Caracterização do Setor Agropecuário



2

# Caracterização do Setor Agropecuário



Principais cultivos na agricultura brasileira:

- ▼ **Cana-de-açúcar**
- ▼ **Soja**
- ▼ **Milho**



Esta seção apresenta uma análise sucinta da atividade do setor agropecuário no Brasil (2.1), destacando o seu perfil regional (2.2) e as emissões de GEE (2.3). Desde o cultivo agrícola até o manejo de pastagens, a seção busca oferecer uma compreensão aprofundada das características que moldam o impacto ambiental do setor agropecuário brasileiro em termos de mudanças climáticas.

## 2.1 Atividades do setor

O setor agropecuário abrange cerca de um terço do território nacional brasileiro, totalizando 282,5 milhões de hectares (Mha). Dessa extensão, 21,6% são destinados ao cultivo agrícola, 17,1% são de uso não distinguido da agricultura ou pecuária, 3,1% são ocupados pela silvicultura, enquanto os restantes 58,2% compreendem pastagens. O crescimento dessas áreas de pastagem registrou um aumento significativo de 59,6% desde 1985, passando de 103,0 Mha para 164,3 Mha em 2022 (MAPBIOMAS, 2023).

A agricultura brasileira é baseada, principalmente, em três cultivos: cana-de-açúcar, soja e milho. A Figura 1 mostra o perfil do setor agropecuário do Brasil. Considerando todos os cultivos de lavouras permanentes e temporárias, de acordo com a Produção Agrícola Municipal (PAM) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023a), em 2022, a cana-de-açúcar representava 67,8% do total produzido no país, com o montante de 724,4 Mt. Cerca de 10,9% das áreas plantadas no país foram destinadas ao cultivo no referido ano, sendo a terceira maior plantação em termos de área ocupada (9,9 Mha). Em relação ao valor da produção, a cana-de-açúcar ocupava o terceiro lugar, com um total de 93,5 bilhões de reais (11,3%).

Em seguida, a soja é o segundo cultivo mais plantado, com 120,7 Mt produzidas em 2022, representando 11,3% do total produzido no Brasil. É o cultivo com maior área destinada para a sua plantação – 41,1 Mha ou 45,2% das áreas plantadas do país, e maior valor da produção, com 345,4 bilhões de reais (41,6%).

O milho ocupa a terceira posição no que tange à quantidade produzida, tendo alcançado o total de 109,4 Mt em 2022, que representa 10,2% do total cultivado. Sua produção requer a segunda maior área: 21,3 Mha ou 23,4% das áreas destinadas à agricultura. Quanto ao valor da produção, a soja também ocupa a segunda posição, com o total de 137,7 bilhões de reais (16,6%).

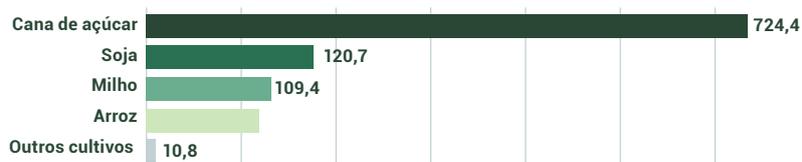


Quanto à pecuária, as pastagens ocupavam, em 2022, 164,3 Mha, demandando cerca de 58,2% da área destinada à agropecuária no país (MAPBIOMAS, 2023). Segundo a Pesquisa da Pecuária Municipal (IBGE, 2023b), o rebanho bovino brasileiro contava, no referido ano, com 234,4 milhões de cabeças. Existem diferentes estratégias de criação de bovinos no Brasil: sistema extensivo, em que o gado é criado solto no pasto; sistema semi-intensivo ou semiconfinamento, em que, após ser criado solto no pasto, o gado é semiconfinado durante a engorda; e sistema intensivo ou de confinamento, em que, na etapa de engorda, o gado é confinado (GAMA, 2022). O sistema extensivo é o mais representativo da pecuária brasileira (GAMA, 2022), podendo-se assumir a relação de 90,0%, 5,0% e 5,0% para as estratégias extensiva, semi-intensiva e intensiva, respectivamente (BAKMAN, 2023).

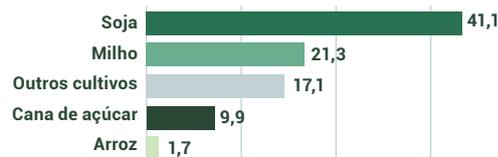
Os principais produtos da agropecuária são leite, ovos de galinha e lã. Em 2022, a produção de leite foi de 34,6 bilhões de litros, com um valor de produção igual a 80,0 bilhões de reais. Foram produzidos 58,6 bilhões de ovos de galinha, cujo valor de produção foi de 26,1 bilhões de reais. Por fim, foram produzidas 8,9 kt de lã, com valor de produção igual a 83,3 milhões de reais. Outro produto trazido no levantamento do IBGE são ovos de codorna, cuja produção foi de 2,8 milhões, com valor de 431,5 milhões de reais. A Figura 1 apresenta o panorama nacional de produção agrícola dos principais cultivos, área plantada e número de rebanhos.

**Figura 1.** Perfil do setor agropecuário do Brasil: (a) produção agrícola (milhões de toneladas), (b) área ocupada (milhões de hectares), e (c) tamanho dos rebanhos (milhões de cabeças)

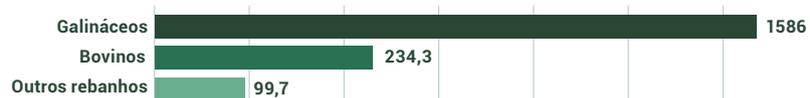
### a. Produção agrícola (Mt)



### b. Área plantada (Mha)



### c. Rebanhos (milhões de cabeças)



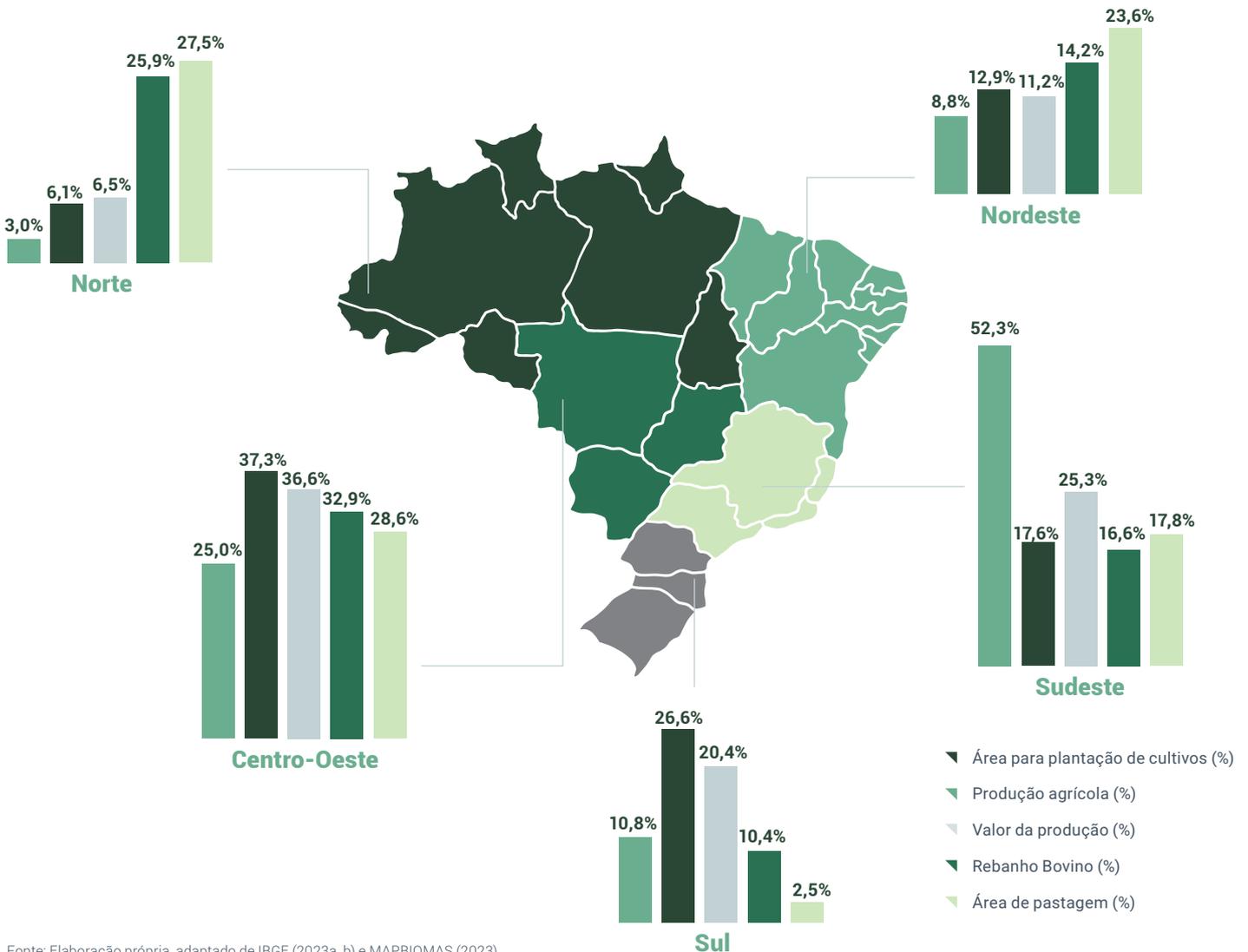
Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2023a, b).



## 2.2 Caracterização regional

Apresenta-se aqui uma análise da atividade do setor agropecuário com um enfoque específico nas principais macrorregiões brasileiras, de forma a destacar as particularidades que moldam as suas práticas agropecuárias. A Figura 2 destaca a relevância do Sudeste na produção de cultivos, concentrando 52,3% do total produzido, e do Centro-Oeste na atividade agrícola, com a maior área (37,3%) das terras destinadas à agricultura no Brasil. O Centro-Oeste também se destaca, seguido do Norte, com o maior rebanho bovino (32,9%), a maior área de pastagem (28,6%) e o maior valor de produção (36,6%). Os dados detalhados por estado dos principais cultivos, rebanhos e produtos da agropecuária encontram-se no Anexo I, nas Tabelas Tabela A 1, Tabela A 2, Tabela A 3 e Tabela A 4.

**Figura 2.** Participação das regiões nas atividades da agropecuária em relação à área de cultivos, produção agrícola, valor da produção, tamanho do rebanho bovino e área de pastagem



Fonte: Elaboração própria, adaptado de IBGE (2023a, b) e MAPBIOMAS (2023).



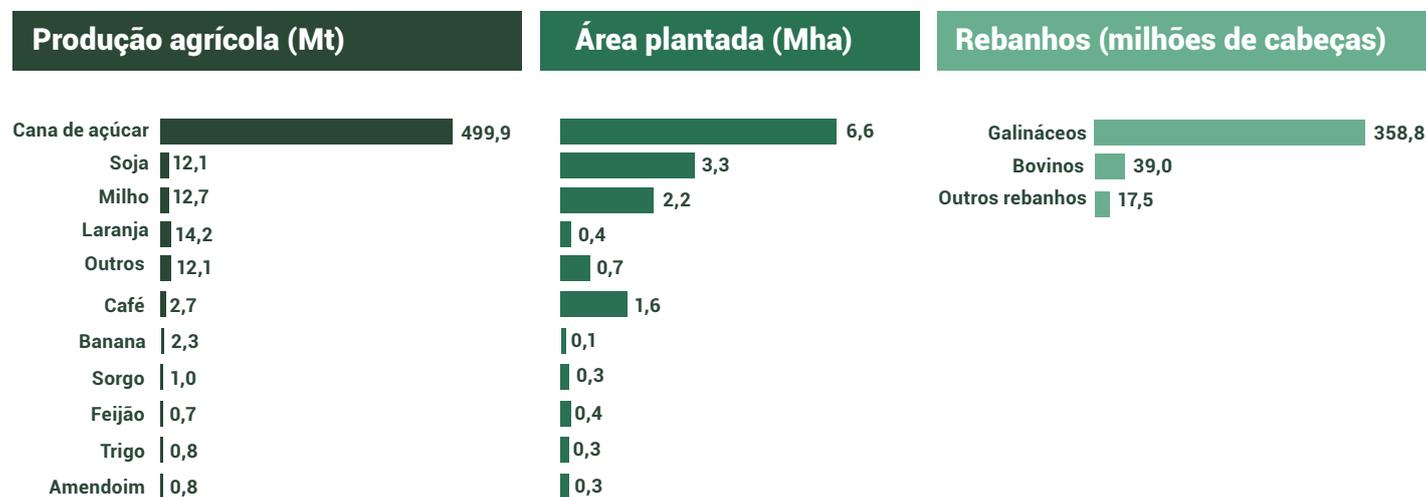
## Região Sudeste

O Sudeste concentrava metade do total de cultivos produzido no país em 2022, especialmente devido à produção de cana-de-açúcar, que se destaca dos demais cultivares. Apesar disso, é a terceira região quando se observa a área destinada à agricultura, com 17,6%, e a segunda com maior valor de produção, com 25,3%. É também a terceira região quanto à área destinada à pastagem, com 17,8%. A região destaca-se na criação de codornas, com 55,5% do rebanho, e 57,6% dos ovos de codorna produzidos. Além disso, é a segunda região que mais produz leite e ovos de galinha, com 33,6% e 39,9% do total, respectivamente. Conforme observado na Figura 3, o principal cultivo do Sudeste é a cana-de-açúcar, tendo sido cultivadas, em 2022, 499,9 Mt, cerca de 89,4% do total da produção agrícola na região. Dentre os demais cultivos, destacam-se as produções de laranja, milho e soja, com produções iguais a 14,2, 12,7 e 12,1 Mt em 2022, respectivamente.

# 89,4%

produção de cana-de-açúcar

Figura 3. Produção, área plantada e tamanho dos principais cultivos e rebanhos da Região Sudeste



Fonte: Elaboração própria, adaptado de IBGE (2023a, b).

Na região do Sudeste, o principal estado produtor é São Paulo, que produziu 452,7 Mt em 2022, o equivalente a 80,9% do total da região. Minas Gerais, em seguida, concentrou 17,4% da produção agrícola do Sudeste, com produção de 97,4 Mt de cultivares. Espírito Santo e Rio de Janeiro, juntos, concentravam 1,6% da produção agrícola da região, com 5,7 e 3,4 Mt cultivadas em 2022.

A agricultura de São Paulo é baseada, principalmente, na produção de cana-de-açúcar. O estado cultivou, em 2022, 420,7 Mt, o equivalente a 84,2% e 58,1% da produção da região e do país, respectivamente, sendo assim o principal produtor de cana-de-açúcar. São Paulo foi o maior produtor de laranja e cultivou 13,0 Mt, 91,7% do total da região e 76,9% da produção brasileira. Quanto aos cultivos de milho e soja, o estado cultivou quase 5,0 Mt de cada um dos cultivos, o equivalente à aproximadamente 37,7% e 37,0% da produção da região e 4,4% e 3,7% do montante nacional, respectivamente. Além disso, São Paulo destacou-se como o maior produtor de amendoim (92,2%), limão (73,5%), figo (44,4%), abacate (43,3%), caqui (41,1%), palmito (35,6%) e tangerina (34,0%).

Da mesma forma, Minas Gerais também tem como principal cultivo a cana-de-açúcar, tendo produzido 73,3 Mt em 2022. Tal valor representa 14,7% e 10,1% da produção da região e do Brasil, respectivamente. Em seguida, o estado cultivou 7,8 Mt de milho, o equivalente a 61,8% do produzido no Sudeste e 7,2% do cultivado no país. Por último, Minas Gerais gerou 7,8% e 6,3% da soja produzida no Sudeste e no Brasil, respectivamente, com o montante de 7,6 Mt. O estado se destacou como o maior produtor de ervilha, alho, café e batata-inglesa, concentrando, em 2022, 79,0%, 44,2%, 44,0% e 32,9% da produção brasileira, respectivamente.

No Espírito Santo, a cana-de-açúcar também apresentou em 2022 a maior produção: 3,1 Mt. Tal quantidade, no entanto, representou uma pequena parcela do total à nível regional (0,6%) e nacional (0,4%). O segundo maior cultivo do estado foi o café, com 950,8 kt produzidas em 2022, que representaram 35,7% e 30,0% das produções do Sudeste e do Brasil, respectivamente. Em seguida, têm-se o mamão, com produção igual a 426,6 kt, o equivalente a 87,5% e 38,5% do produzido na região e no país, destacando-se como o maior estado produtor de mamão.

Por fim, no Rio de Janeiro a cana-de-açúcar também foi o cultivo mais produzido em 2022, com 2,7 Mt, o equivalente a somente 0,5% da produção da região e 0,4% do total nacional. A mandioca foi o segundo maior cultivo: 174,9 kt, que representavam 7,6% e 1,0% do cultivo a nível regional e nacional, respectivamente. O terceiro maior cultivo no ano foi o abacaxi, com produção igual a 113,4 kt, quase 30,0% do produzido no Sudeste e 7,3% do cultivado no Brasil.





Quanto à pecuária, o rebanho bovino do Sudeste contava com 39,0 milhões de cabeças criadas em 2022 e ocupava uma área de pastagem igual a 29,2 Mha, que demandava cerca de 48,0% das terras destinadas à agropecuária na região. Minas Gerais é o estado com maior rebanho, com 23,0 milhões de cabeças criadas em 2022, equivalentes a 59,0% do gado da região e 9,8% dos bovinos do Brasil. Em seguida, São Paulo concentrava 28,4% do rebanho bovino do Sudeste, totalizando 11,1 milhões de cabeças. Rio de Janeiro e Espírito Santo contavam, em 2022, com 2,7 e 2,2 milhões de bovinos, cerca de 6,9% e 5,7%, respectivamente, do total dos quatro estados.

Quanto à pastagem, Minas Gerais demandou a segunda maior área do país, com 20,9 Mha, equivalentes a 12,7% do pasto brasileiro. Os demais estados do Sudeste apresentaram menores áreas: 4,5, 2,0 e 1,8 Mha em São Paulo, Espírito Santo e Rio de Janeiro, respectivamente. À exceção de São Paulo, nos outros três estados do Sudeste as áreas destinadas à pastagem ocupam mais de 57,0% das terras voltadas à agropecuária.

Além disso, a região foi destaque na criação de codornas, visto que São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo concentravam, em 2022, 19,7%, 18,9% e 16,1% do rebanho brasileiro, com 2,8, 2,7 e 2,3 milhões de cabeças, respectivamente. Além disso, Minas Gerais foi o maior criador de equinos, com 13,8% do rebanho nacional.

Minas Gerais foi também o maior produtor de leite do Brasil em 2022. O estado produziu 9,4 bilhões de litros, referentes a 80,6% e 27,1% das produções regional e nacional. São Paulo, por sua vez, foi o maior produtor de ovos de galinhas, com 14,0 bilhões de ovos ou 59,8% da produção da região e 23,8% do total de ovos do país. A região foi destaque na produção de ovos de codorna, visto que Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo produziram, respectivamente, 20,9%, 20,4% e 15,3% dos ovos de codorna do Brasil.



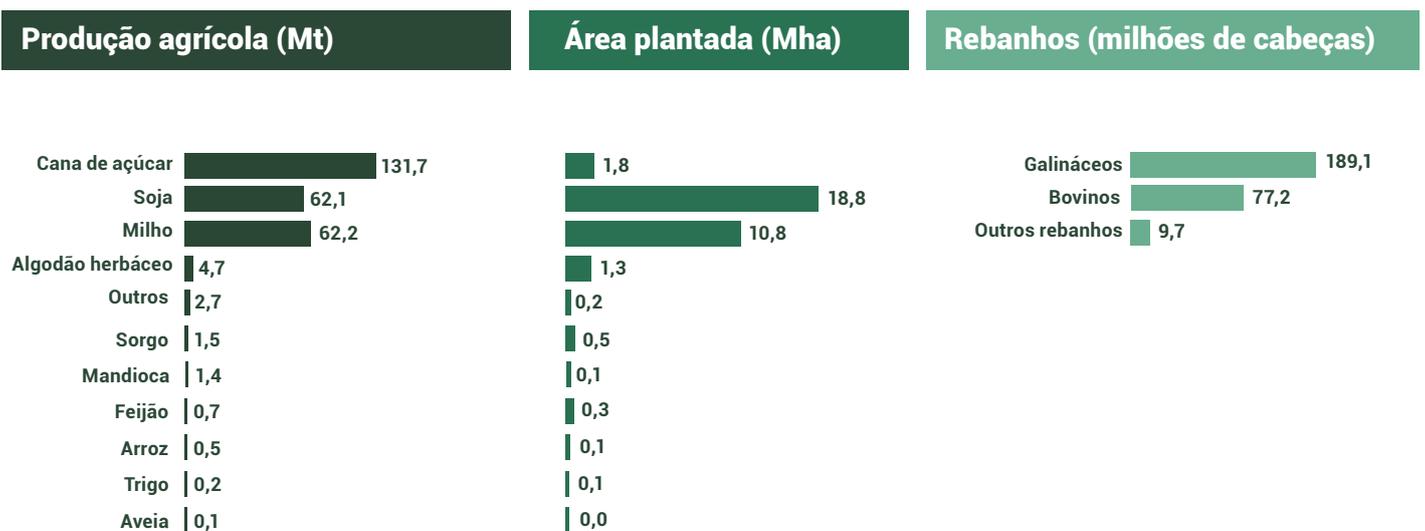
## Região Centro-Oeste

O Centro-Oeste apresenta um papel importante na agropecuária do Brasil, com 25,0% dos cultivos produzidos em 2022, 37,3% das áreas destinadas à agricultura e 36,6% do valor monetário da produção agrícola. É a região com maior rebanho bovino, contando com 32,9% do total de cabeças, e concentrando a maior área de pastagem, com 28,6% da área total de pasto do país. Conforme ilustrado na Figura 4, o principal cultivo é a cana-de-açúcar, que concentra quase metade do total cultivado na região: 131,7 Mt produzidas em 2022. Em seguida, destacam-se o milho e a soja, cujas produções foram de aproximadamente 62,0 Mt cada, que juntos representaram 46,5% do total cultivado no Centro-Oeste.

# 32,9%

## maior rebanho bovino

Figura 4. Produção, área plantada e tamanho dos principais cultivos e rebanhos da Região Centro-Oeste



Fonte: Elaboração própria, adaptado de IBGE (2023a, b).

O principal estado produtor é Goiás, que produziu, em 2022, 103,6 Mt, concentrando 38,7% do cultivado na região. Logo em seguida, com produção igual a 99,3 Mt (37,1% do total da região), encontra-se o estado de Mato Grosso. Já o estado de Mato Grosso do Sul totalizou 63,9 Mt de cultivos temporários e permanentes produzidos no mesmo ano, o equivalente a 23,9% da produção agrícola do Centro-Oeste. Por último, o Distrito Federal contribuiu com 840,9 kt de cultivos produzidos.

No estado de Goiás, a cana-de-açúcar foi o principal cultivo em 2022, com 73,5 Mt produzidas, o equivalente a 55,8% do total produzido no Centro-Oeste e 10,1% da produção nacional. Cerca de ¼ da soja da região foi produzida em Goiás, totalizando 15,2 Mt. Tal valor refere-se a 12,6% de toda a soja brasileira. Em seguida, o terceiro maior cultivo no estado foi o milho, tendo sido cultivadas 10,7 Mt em 2022, que representavam 17,2% e 9,8% da produção da região e do Brasil, respectivamente. Além disso, o estado destacou-se por ter sido, em 2022, o maior produtor de sorgo (35,8%) e de tomate (26,1%).

Por sua vez, a produção agrícola do estado de Mato Grosso era baseada, principalmente, nas culturas de milho e soja: foram produzidas 38,3 e 38,0 Mt, respectivamente no ano de 2022. Para ambos os cultivos, a produção no estado equivaleu a cerca de 62,0% do montante produzido na região. O estado foi o maior produtor de milho e soja em 2022, concentrando 35,0% e 31,5% das produções nacionais, respectivamente. A produção de cana-de-açúcar no estado foi de 17,3 Mt, referente a 13,2% do total da região e menos de 3,0% considerando a produção nacional.

No estado de Mato Grosso do Sul, a principal cultura em 2022 foi a cana-de-açúcar, cujo montante de 40,8 Mt representou mais de 60,0% do total cultivado no estado. No entanto, tal valor foi equivalente a 31,0% e 5,6% da produção de cana-de-açúcar do Centro-Oeste e do Brasil, respectivamente. Milho e soja, em seguida, destacaram-se como os principais cultivos, com 12,9 e 8,5 Mt produzidas em 2022, o equivalente a 20,7% e 13,8% da produção da região e 11,8% e 7,1% do total nacional.

Em relação à atividade pecuária, o rebanho de bovinos contava com 77,2 milhões de cabeças, em 2022, e uma área de pastagem igual a 46,9 Mha, que ocupava 59,2% de todas as terras destinadas à agropecuária na região. Mato Grosso foi o principal estado em número de bovinos, com 34,2 milhões de cabeças, o equivalente a 44, % e 14,6% do gado da região e do país, respectivamente, sendo também o maior criador de bovinos do Brasil. Em seguida, Goiás concentrou 31,6% e 10,4% do rebanho bovino do Centro-Oeste e do Brasil, com 24,4 milhões de cabeças, enquanto Mato Grosso do Sul apresentou um total de 18,4 milhões de bovinos, que representavam 23,9% do rebanho regional e 7,9% do rebanho nacional. Por fim, o Distrito Federal contribuiu com 0,1% do rebanho bovino, com 85,5 mil cabeças.

Quanto à área de pastagem, o estado de Mato Grosso totalizou, em 2022, 20,9 Mha, sendo o estado com maior área de pasto na região, equivalentes a 12,7% das pastagens do país. O estado de Mato Grosso do Sul apresentou área de 13,0 Mha, enquanto Goiás contabilizou 12,9 Mha, que representavam, respectivamente, 7,9% e 7,9% de toda a área de pastagem do Brasil. Nos três estados a área de pastagem ocupou, no ano em questão, mais de 55,0% das terras destinadas à agropecuária.

O estado de Goiás foi o principal produtor de leite e de ovos de galinha, tendo produzido, em 2022, 3,0 bilhões de litros de leite e 3,3 bilhões de ovos, equivalentes a 78,6% e 43,9% das produções do Centro-Oeste. Mato Grosso foi o segundo maior produtor de ovos de galinhas: 3,0 bilhões de ovos, 39,8% do total produzido na região.





## Região Nordeste

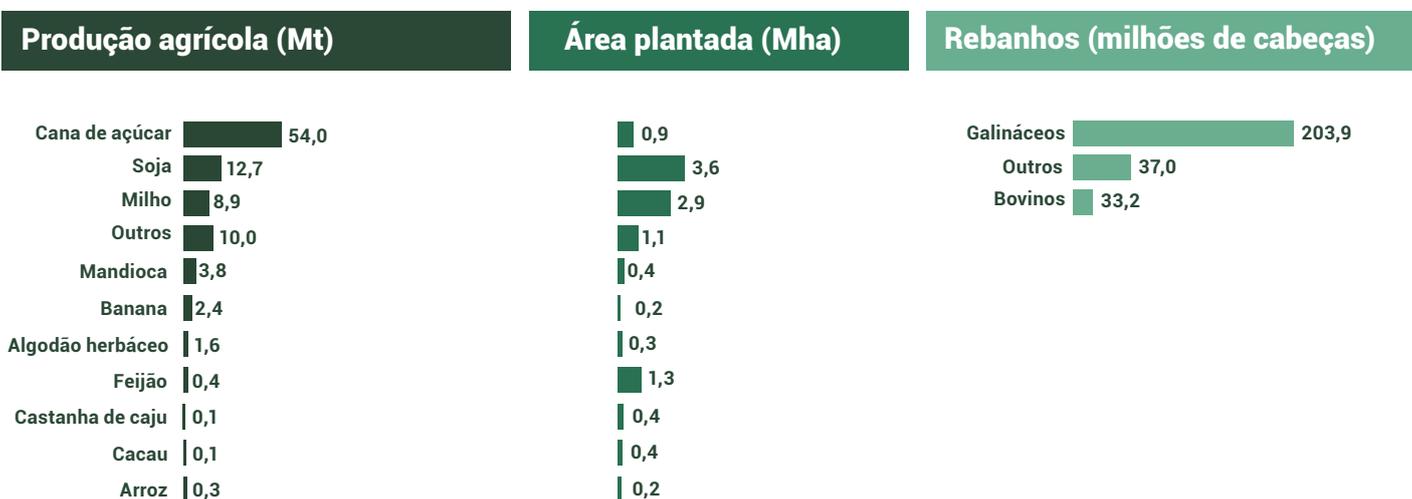
O Nordeste é uma região pouco representativa na agropecuária brasileira. A região concentrava, em 2022, 8,8% do total de cultivos produzidos, 12,9% da área destinada à agricultura e 11,2% do valor total das produções. Quanto à pecuária, a região continha 14,2% do rebanho bovino brasileiro e 23,6% de toda a área de pastagem do país. Além disso, destacava-se na criação de caprinos, com 95,5% dos rebanhos, e ovinos, com 69,9% dos animais criados no país.

Conforme indica a Figura 5, o principal cultivo na região é a cana-de-açúcar: o Nordeste produziu 54,0 Mt de cana-de-açúcar em 2022, que representava 57,2% dos cultivos produzidos na região. Destacava-se também a soja e o milho, cujas produções foram de 12,7 e 8,9 Mt em 2022, o equivalente a 13,5% e 9,4% dos cultivos produzidos no Nordeste.

# 69,9%

dos animais criados no país

Figura 5. Produção, área plantada e tamanho dos principais cultivos e rebanhos da Região Nordeste



Fonte: Elaboração própria, adaptado de IBGE (2023a, b).

Os principais estados produtores são Bahia, Pernambuco e Alagoas, que totalizaram 20,5, 19,1 e 18,2 Mt de cultivos temporários e permanentes em 2022, respectivamente. Esses montantes foram equivalentes à, respectivamente, 21,7%, 20,2% e 19,3% do total produzido no Nordeste.

Em seguida, destaca-se o estado do Maranhão, cuja produção agrícola foi de 9,6 Mt em 2022 ou 10,2% da produção nordestina. O Piauí, por sua vez, produziu 7,7 Mt, que representou 8,2% do total produzido pelo Nordeste em 2022. Já a Paraíba apresentou uma produção agrícola de 6,6 Mt, concentrando 7,0% dos cultivos produzidos pela região. Por último, Ceará, Rio Grande do Norte e Sergipe foram responsáveis, juntos, por 13,4% da produção de cultivos da região.

No estado da Bahia, a soja é o principal cultivo: 6,1 Mt foram produzidas em 2022, que representam 47,8% de toda a soja cultivada no Nordeste e 5,0% da soja brasileira. A cana-de-açúcar é o segundo maior cultivo do estado, considerando que 4,7 Mt foram produzidas em 2022, o equivalente a 8,7% da produção da região e 0,6% do total produzido no país. A Bahia destaca-se também na produção de mamona, guaraná, manga e maracujá, sendo o estado que mais produziu esses cultivos: 99,1%, 63,2%, 42,9% e 32,7% da produção nacional. Além disso, foi o segundo maior produtor de cacau, com 40,1% da produção, e mamão, com a parcela de 28,5%.

No estado de Pernambuco, a cana-de-açúcar é o cultivo com maior produção, representando quase 90,0% do que é produzido no estado. Em 2022, foram cultivados 16,6 Mt de cana-de-açúcar, o equivalente a 30,7% da cana plantada no Nordeste e 2,3% da produção nacional. O estado destacou-se na produção de goiaba, com 34,8% da produção brasileira, bem como no cultivo de manga e uva, sendo o segundo maior produtor (28,5% e 23,3%, respectivamente).

O estado de Alagoas, por sua vez, produziu em 2022, principalmente, cana-de-açúcar (mais de 90,0% da produção agrícola do estado). Foram

cultivadas 17,1 Mt no estado, que representam 31,65% e 2,4% do produzido na região e no Brasil, respectivamente.

No estado do Maranhão, o maior cultivo em 2022 foi a soja, com a produção de 3,5 Mt, o equivalente a 27,8% da produção do Nordeste e 2,9% da produção brasileira. A cana-de-açúcar foi o segundo cultivo mais plantado: 2,8 Mt, que representaram somente 5,2% da cana-de-açúcar da região e 0,4% considerando todo o país. Destaca-se também a produção de milho, cujo montante foi igual a 2,3 Mt em 2022 ou 25,7% e 2,1% do cultivado na região e no país, respectivamente.

No estado do Piauí, a soja também foi o cultivo mais produzido em 2022, com 3,1 Mt, que representavam 24,2% da soja do Nordeste e 2,5% da soja do Brasil. O milho foi o segundo principal cultivo, com 2,6 Mt produzidas em 2022, 29,2% e 2,4% do produzido na região e no país, respectivamente. O estado destaca-se na produção de castanha de caju, concentrando 65,1% do total produzido no país.

A agricultura no estado da Paraíba baseia-se principalmente na produção de cana-de-açúcar (aproximadamente 87,0% da produção agrícola do estado). Foram produzidas, em 2022, 5,8 Mt de cana-de-açúcar, parcela relativa a 10,7% da produção do Nordeste e menos de 1,0% do total cultivado no país. O estado se destacou como o segundo principal produtor de abacaxi (17,7%) e fava (32,2%).

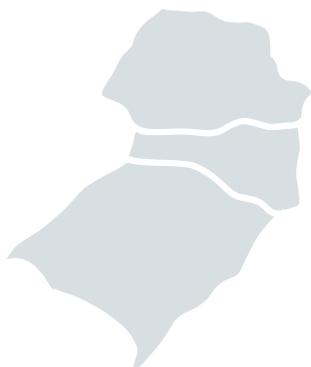
Nos estados do Rio Grande do Norte e de Sergipe, a cana-de-açúcar é o principal cultivo, tendo sido produzidas, em 2022, 3,3 e 2,2 Mt, respectivamente. Juntos, os estados contribuíram com 10,2% da produção de cana-de-açúcar da região e 0,8% considerando o cultivado em todo o país. Por sua vez, no Ceará o maior cultivo é a mandioca: 759,9 kt foram produzidas em 2022, representando 20,2% e 4,3% da produção do Nordeste e do Brasil, respectivamente. O Rio Grande do Norte se destacou como o maior produtor de melão, concentrando 63,2% da produção, enquanto o Ceará foi o estado que mais produziu fava (36,2%) e coco-da-baía (31,3%).

Em relação à atividade pecuária, o estado da Bahia apresentava, em 2022, o maior rebanho de bovinos da região, com 12,5 milhões de cabeças, equivalentes a 37,7% do gado do Nordeste, porém apenas 5,3% dos bovinos do Brasil. Em seguida, o estado do Maranhão concentrou 28,4% do rebanho bovino da região, com 9,4 milhões de cabeças, equivalentes a 4,0% do total do país. De forma análoga, o estado da Bahia ocupou 15,8 Mha de terras de pastagem ou 9,6% do pasto brasileiro, enquanto o estado do Maranhão demandou apresentou valores de 9,1 Mha e 5,6%. Em todos os estados do Nordeste, a área de pastagem representava mais do que 40,0% das terras com atividades agropecuárias da região, em 2022. No estado da Bahia essa relação foi de 60,9% e no estado do Maranhão, de 75,3%. A maior parcela encontrada para a pastagem nas terras de agropecuária do Nordeste foi no estado de Sergipe, com o valor de 76,8%.

Ainda em relação à pecuária do Nordeste, os estados da Bahia e de Pernambuco se destacaram na criação de caprinos e ovinos, sendo os principais criadores desses rebanhos. O estado da Bahia concentrou 30,1% e 21,7% dos caprinos e ovinos criados no país, enquanto o estado de Pernambuco foi responsável pela criação de 26,1% e 16,4% dos respectivos rebanhos.

O estado da Bahia foi o principal produtor de leite em 2022, tendo gerado 1,2 bilhões de litros, o equivalente a 22,3% da produção regional. Pernambuco configurou-se como segundo estado com maior produção de leite, concentrando 20,6% do total da região, com 1,2 bilhões de litros. O principal produtor de ovos foi o estado do Ceará: 3,4 bilhões de ovos, quase 30,0% da produção do Nordeste. O estado de Pernambuco foi o segundo maior produtor de ovos de galinhas, com 3,3 bilhões ou 28,7% da produção nordestina.





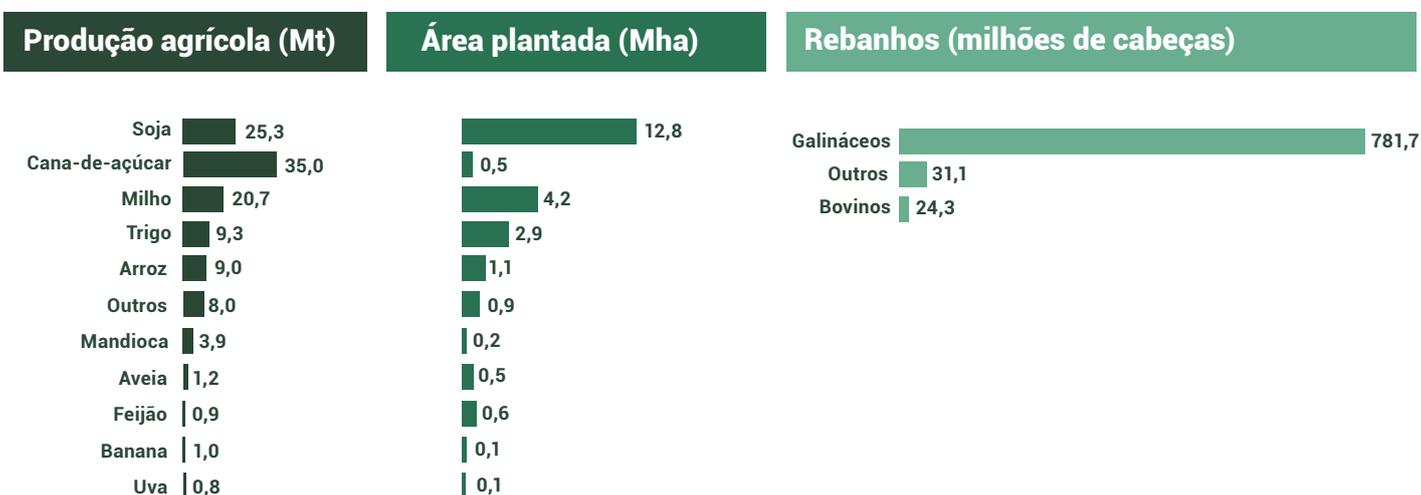
## Região Sul

O Sul produziu, em 2022, 10,8% do total de cultivos, possuía 26,1% das áreas agrícolas do país e 20,4% do valor da produção da agricultura. No que tange à pecuária, contava em 2022 com apenas 10,4% do rebanho bovino e somente 2,5% das áreas de pastagem. Por outro lado, a região se destaca na criação de galináceos, com 49,3% das galinhas do país, e de supinos, com 51,9% do rebanho. É a principal região produtora de lã, concentrando 99,6% do total produzido no país, além de ser a que mais produz casulos do bicho-da-seda (84,8%) e leite (33,8%).

Os principais cultivos da região são cana-de-açúcar, soja e milho, conforme apontado na Figura 6. Em 2022, foram produzidas 35,1 Mt de cana-de-açúcar, 25,3 Mt de soja e 20,7 Mt de milho, cujas parcelas em relação ao total produzido na região foram iguais a 30,4%, 21,9% e 18,0%. O Paraná é o estado da região com maior produção e cultivou, em 2022, 74,9 Mt, aproximadamente 65,0% da agricultura do Sul. Em seguida, o estado do Rio Grande do Sul concentrou 27,1% da produção da região, com 31,21 Mt cultivadas. Por último, o estado de Santa Catarina foi responsável por 7,9% do cultivo, através da produção de 9,1 Mt no ano em questão.

# 99,6% produção de lã no país

Figura 6. Produção, área plantada e tamanho dos principais cultivos e rebanhos da Região Sul



Os principais cultivos no estado do Paraná são os mesmos encontrados para a região Sul. O estado produziu 98,3% da cana-de-açúcar da região, com o montante de 34,5 Mt cultivadas em 2022. Essa quantidade representava quase 5,0% da produção brasileira de cana-de-açúcar. Em seguida, o estado produziu 15,6 Mt em milho em 2022, o equivalente a 75,2% e 14,2% do cultivado na região e no país, respectivamente. Por último, 13,7 Mt de soja foram produzidas pelo estado do Paraná em 2022, mais da metade do cultivado a nível regional e 11,4 % do total nacional. O Paraná foi o maior estado produtor de centeio (77,3%), triticale (76,5%), cevada (69,0%), erva-mate (51,2%) e feijão (25,8%).

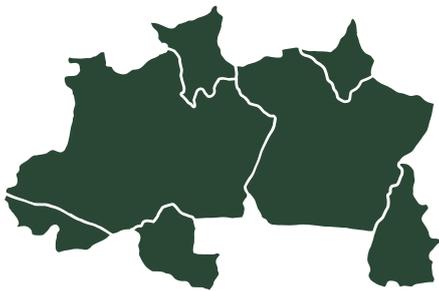
No estado do Rio Grande do Sul, a soja foi o maior cultivo, com 9,4 Mt produzidas em 2022, o equivalente a 37,1% e 7,8% das produções regional e nacional, respectivamente. O arroz foi o segundo cultivo mais produzido: 7,7 Mt, 85,2% da produção do Sul e 71,2% do total do país, tendo o estado sido o maior produtor de arroz do Brasil. Em 2022, foram produzidas 5,3 Mt de trigo no estado, mais da metade da produção da região e 51,2% do total cultivado no Brasil, de forma que o estado foi o maior produtor do cultivo no país. Além disso, o estado do Rio Grande do Sul foi o principal produtor de aveia, concentrando mais de 70,0% do cultivado nacionalmente, bem como de noz (88,2%), azeitona (67,4%), pêssego (65,9%), uva (50,7%) e pera (47,8%).

Em Santa Catarina, soja e milho foram os mais produzidos em 2022, com 2,2 e 2,1 Mt, respectivamente. A produção de soja foi equivalente a 8,5% e 1,79% dos totais do Sul e do Brasil, enquanto o cultivo de milho apresentou as parcelas de 10,3% e 2,0% à nível regional e nacional. O arroz configurou-se como o terceiro maior cultivo: 1,2 Mt produzidas em 2022, 13,3% da produção da região Sul e 11,1% da produção do Brasil. O estado destacou-se na produção de maçã e cebola, concentrando, respectivamente, 54,7% e 29,8% das produções do país.

No que tange à pecuária, o Rio Grande do Sul possuía, em 2022, o maior rebanho bovino da região, com 11,9 milhões de cabeças, quase metade do gado do Sul. Tal valor, no entanto, representava somente 5,1% dos bovinos do Brasil. Em seguida, Paraná contava com 7,9 milhões de cabeças, 32,6% do rebanho da região, enquanto Santa Catarina concentrou 18,4% do rebanho bovino dos três estados, com 4,5 milhões de cabeças. Quanto à área de pastagem, Paraná apresentou 2,8 Mha em 2022, o maior valor da região, porém somente 1,7% do pasto brasileiro.

Além disso, a região destacou-se na criação de galináceos e suínos. Paraná possuía em 2022 o maior rebanho de galináceos do Brasil, com 470,3 milhões de cabeças, equivalentes a 29,6% do total do país. Rio Grande do Sul e Santa Catarina também apresentaram elevados valores, com 178,7 e 132,6 milhões de cabeças, respectivamente. Esses valores representavam 11,3% e 8,4% do total do rebanho de galináceos brasileiro. Além disso, a região foi a que mais criou suínos, concentrando as três maiores parcelas: 22,1%, 15,8% e 13,9% nos estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul. O total de suínos criado em cada estado, na ordem anteriormente citada, foi de 9,8, 7,0 e 6,2 milhões de cabeças.

O Paraná foi o principal produtor da região e segundo maior produtor do Brasil de leite e ovos de galinha. Em 2022, produziu 4,5 bilhões de litros de leite, o equivalente a 38,2% da produção do Sul e 12,9% do total produzido no país. O estado produziu 3,3 bilhões de ovos de galinhas, quase 60,0% da produção da região e 9,7% da produção brasileira. A região também se destacou na produção de lã, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor, com 206,7 toneladas produzidas em 2022, referentes a 95,4% da produção brasileira.



## Região Norte

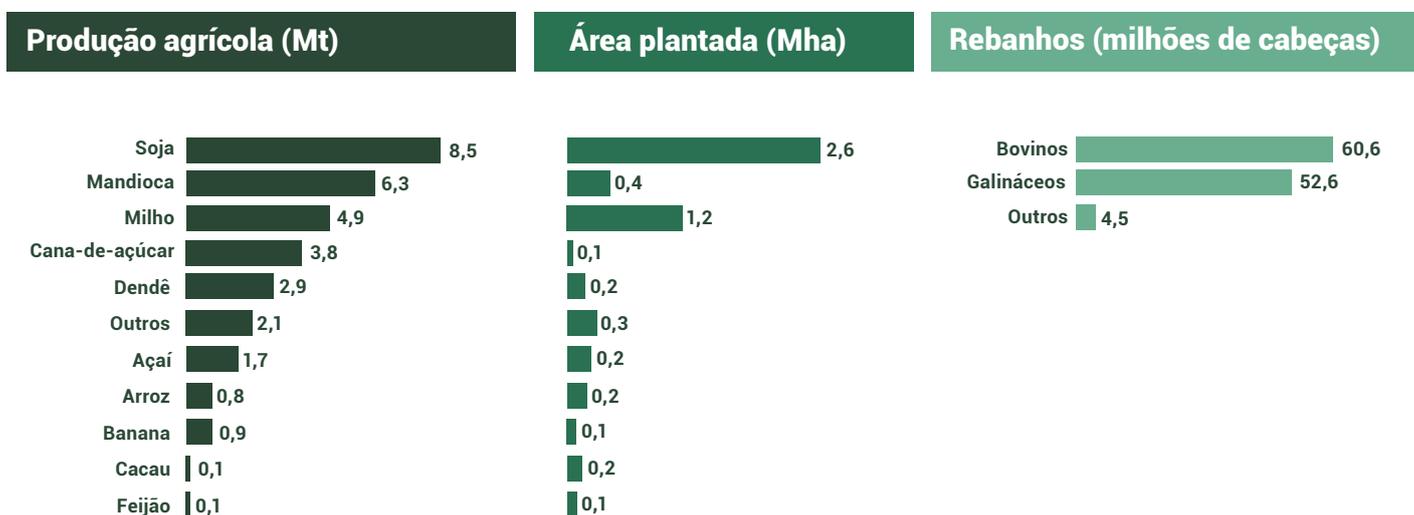
A região Norte é a menos representativa na agropecuária brasileira, o que está relacionado ao fato de que 79,7% da área da região está coberta por florestas, e apenas 12,8% ser destinada à agropecuária (MAPBIOMAS, 2023). Destaca-se, no entanto, que o setor é o principal responsável pela degradação ambiental da região e pelo desmatamento (RAJÃO et al., 2020).

A região continha, em 2022, somente 3,0% do total de cultivos produzidos, 6,1% da área brasileira destinada à plantação e 6,5% do valor monetário relacionado à produção. Por outro lado, era a região com maior rebanho bubalino, 68,1% do total de animais, e segundo maior rebanho bovino, 25,9% do total de cabeças. Além disso, era a segunda região com maior área de pastagem, concentrando 27,5% do pasto brasileiro.

Os principais cultivos da região são soja, mandioca e milho, porém destaca-se também a produção de cana-de-açúcar e dendê, conforme ilustrado na Figura 7. A região produziu, em 2022, 8,5 Mt de soja, 6,3 Mt de mandioca, 4,9 Mt de milho, 3,8 Mt de cana-de-açúcar e 2,9 Mt de dendê, que representavam 26,4%, 19,5%, 15,2%, 11,9% e 9,0%, respectivamente, dos cultivos produzidos no Norte. Os principais estados produtores são Pará, que totalizaram, em 2022, 15,6 Mt de cultivos temporários e permanentes ou 48,3%, Tocantins, com 9,5 Mt ou 29,6% e Rondônia, com 4,2 Mt ou 13,0%. Acre, Amapá, Amazona e Roraima produzem, juntos, 9,1% dos cultivos.

**27,5%**  
do pasto  
brasileiro

Figura 7. Produção, área plantada e tamanho dos principais cultivos e rebanhos da Região Norte



O principal cultivo do Pará é a mandioca: o estado produziu, em 2022, 4,2 Mt, que representavam 66,2% da mandioca produzida no Norte e 26,6% da mandioca cultivada no país. Em seguida, destaca-se a produção de dendê no estado, que concentrou 99,6% do produzido na região e 98,3% do produzido no país, com o montante de 2,9 Mt. A soja plantada no Pará, por sua vez, foi o terceiro cultivo mais plantado no estado (2,6 Mt em 2022), representando 30,3% do montante produzido na região e apenas 2,1% do total cultivado no país. Outros cultivos de destaque no estado são o açaí, cuja produção de 1,6 Mt em 2022 representou 93,9% do açaí brasileiro, e o cacau, visto que o Pará concentrou 53,3% da produção do país, com 146,0 kt.

No Tocantins, o cultivo mais produzido em 2022 foi a soja: 3,8 Mt, que representavam 44,5% da soja produzida na região e somente 3,1% da soja brasileira. Em seguida, tem-se a cana-de-açúcar, com produção de 2,5 Mt em 2022, cuja parcela na produção do Norte foi de 66,3% e no Brasil foi de menos de 1,0%. O milho, por sua vez, foi o terceiro cultivo mais plantado no estado (1,9 Mt) em 2022, representando 39,5% da produção da região e 1,8% da produção brasileira.

Quanto à Rondônia, os principais cultivos são soja e milho, que foram produzidos nas quantidades de 1,7 Mt e 1,5 Mt em 2022, respectivamente. A produção de soja representou 20,6% do cultivo produzido na região, mas somente 1,5% se tratando da produção nacional. Por sua vez, 30,3% da produção de milho do Norte se concentrava em Rondônia, ao passo que o montante total representava 1,4% do milho brasileiro.

Os estados do Acre, Amapá e Amazonas baseiam-se principalmente na produção de mandioca, que representam mais de 60,0% do cultivado nesses estados. Juntos, os três estados produziram 1,4 Mt em 2022, cerca de 22,1% e 7,9% do produzido no Norte e no Brasil, respectivamente. Por sua vez, Roraima tem como principal cultivo a soja, tendo produzido 346,6 kt em 2022. No entanto, tal produção representou somente 4,1% do cultivado na região e 0,3% do produzido no país no período. Amazonas destaca-se como o segundo estado que mais produziu guaraná, com 27,9% da produção nacional.

Quanto à pecuária, o maior rebanho da região Norte é o bovino. Foram criados na região 60,6 milhões de bovinos em 2022, que representam mais da metade de todos os rebanhos da região. O Pará apresentou, em 2022, o maior rebanho bovino da região, com 24,8 milhões de cabeças, o que equivale a 40,9% do rebanho do Norte e 10,6% dos bovinos criados no país. Em seguida, Rondônia concentrou 29,2% da e 7,5% do gado regional e nacional, com 17,7 milhões de bovinos. Já em Tocantins, o rebanho bovino totalizou 10,8 milhões de cabeça, equivalente a 17,8% e 4,6% dos rebanhos do Norte e do Brasil, respectivamente.

Em relação às pastagens, o Pará é o estado que concentrou, em 2022, a maior área, com 22,0 Mha, equivalentes a 13,4% do pasto brasileiro. Nos demais estados, a área de pastagem variou entre 0,1 Mha (Amapá) à 8,9 Mha (Rondônia). No caso do Amapá, os pastos ocuparam pouco mais da metade das terras destinadas à agropecuária no estado. Nos outros estados do Norte, no entanto, as pastagens ocuparam mais de 75,0% das áreas de agropecuária, chegando à quase a totalidade das terras de agropecuária no Acre e no Amazonas.

Em relação aos demais rebanhos criados no Brasil, o Pará destacou-se com o maior rebanho bubalino do país, concentrando 40,3% da criação brasileira, em 2022, com o total de 644,7 mil cabeças. Já o Amapá, foi o segundo estado com o maior rebanho bubalino, tendo criado 312,2 mil cabeças, o equivalente a 19,5% do rebanho total brasileiro.

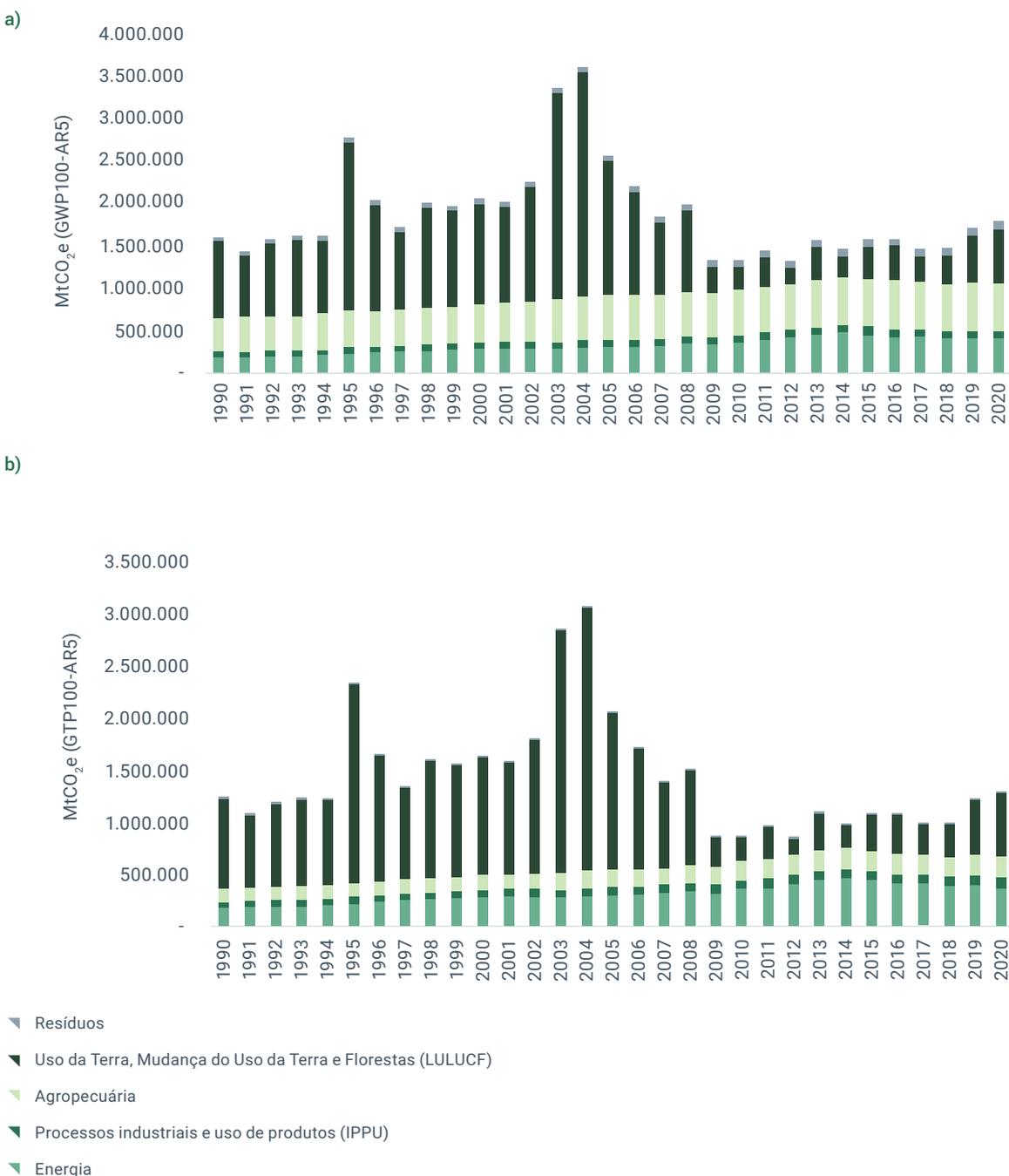
Rondônia foi o maior produtor de leite da região, com 655,8 milhões de litros produzidos no estado em 2022, o equivalente a 37,3% do gerado na região, que totalizou 1,76 bilhões de litros. Em seguida, Pará foi o segundo maior produtor, com 578,1 milhões de litros (32,9% do produzido no Norte). Já o Amazonas foi o maior produtor de ovos de galinha, com 1,0 bilhões de ovos, quase 40,0% do produzido na região.



## 2.3 Emissões de GEE do setor

Todos os setores da economia brasileira, excetuando-se Uso da Terra, Mudanças no Uso da Terra e Florestas (LULUCF, sigla em inglês), têm apresentado diminuição das emissões desde 2013. De fato, o crescimento no desmatamento foi o principal vetor de crescimento nas emissões de GEE na última década, conforme mostra a Figura 8.

**Figura 8.** Emissões de GEE setoriais do Brasil entre 1990 e 2020, segundo as métricas (a) GWP100 anos e (b) GTP100 anos.

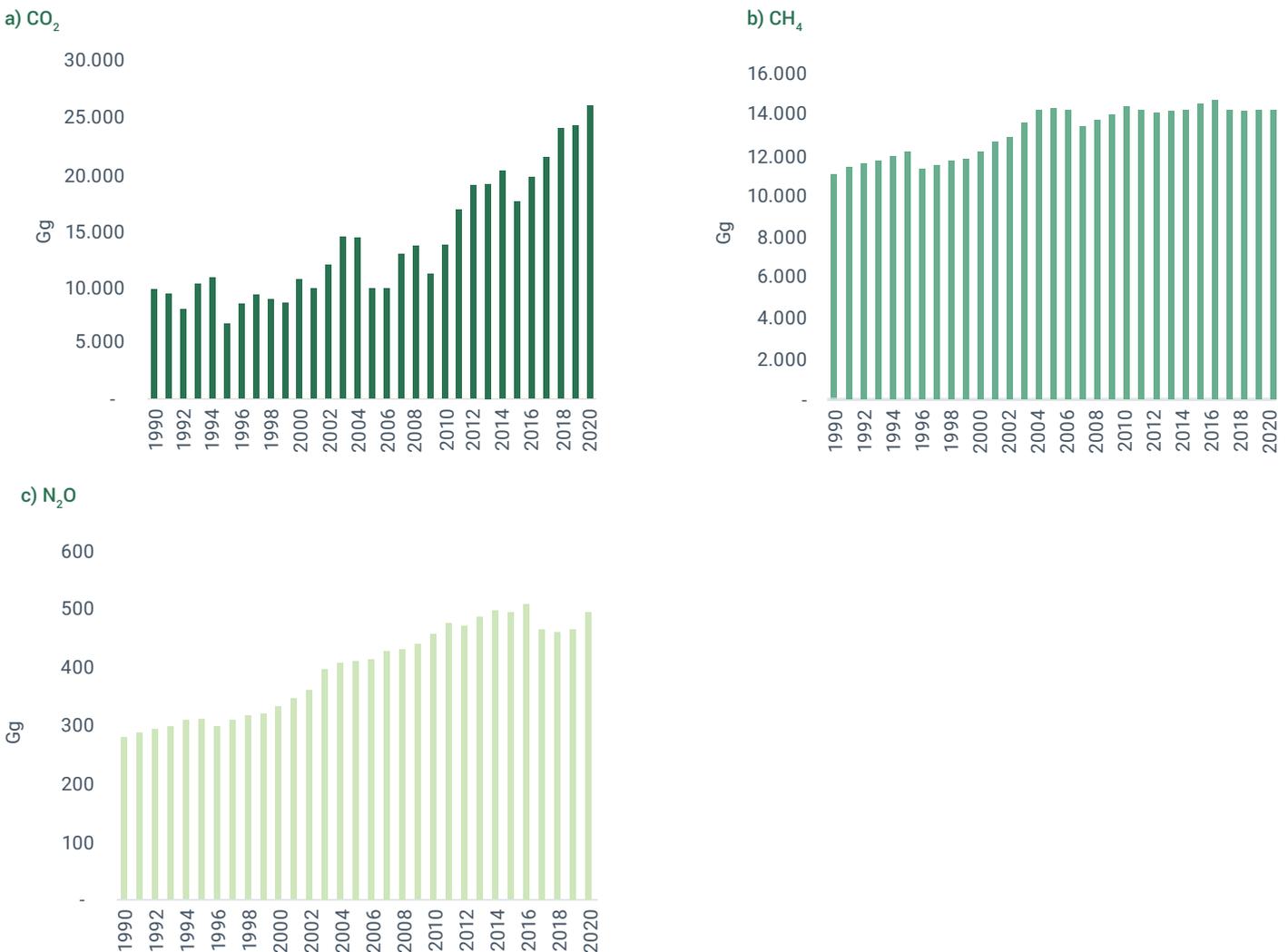




Observa-se que o setor agropecuário contribuiu com 31,1% e 15,3% das emissões, segundo as métricas GWP100 (AR5) e GTP100 (AR5), respectivamente, tendo apresentado diminuição das emissões absolutas nos últimos 5 anos de 2,5% (MCTI, 2022). Essa queda decorre da diminuição do rebanho de gado bovino em face à efeitos da pandemia da COVID-19. Segundo dados da CEPEA (2021), se comparado com 2019, a produção pecuária diminuiu 2,2%, sendo observada queda de 6,2% para a produção de bovinos, estagnação na produção de frango e redução de 2% para a produção de leite.

Em relação ao setor agropecuário, as emissões de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O estão ilustradas na Figura 9. As emissões do setor em relação ao ano base de referência da NDC (2005) são, respectivamente, 261%, 99% e 121% em 2020. Ou seja, apenas as emissões de metano tiveram uma pequena redução.

**Figura 9:** Emissões do setor agropecuário por gás de efeito estufa (em Gg do gás): a) CO<sub>2</sub>, b) CH<sub>4</sub>, c) N<sub>2</sub>O



Fonte: Elaborado a partir de (MCTI, 2024).

# Métricas de emissões de gases de efeito estufa



3

# Métricas de emissões de gases de efeito estufa



Os GEE apresentam distintas características em relação a sua duração na atmosfera e a sua eficiência radiativa, o que influencia o impacto climático das suas emissões. Assim, cada GEE tem uma eficiência radiativa, que é a capacidade de uma concentração atmosférica de gás aprisionar e reemitir calor para baixo (em  $W/(m^2 \cdot ppb)$ ) e uma vida química na troposfera (BALCOMBE et al., 2018). Se, por um lado, o dióxido de carbono possui eficiência radiativa menor do que outros GEE, como metano ( $CH_4$ ) e óxido nitroso ( $N_2O$ ), sua duração na atmosfera pode persistir por milhares de anos. Por sua vez, o metano permanece na atmosfera por aproximadamente 11,8 anos e o óxido nitroso por 109 anos, sendo os seus forçamentos radioativos<sup>3</sup> superiores ao do dióxido de carbono (FORSTER et al., 2021).

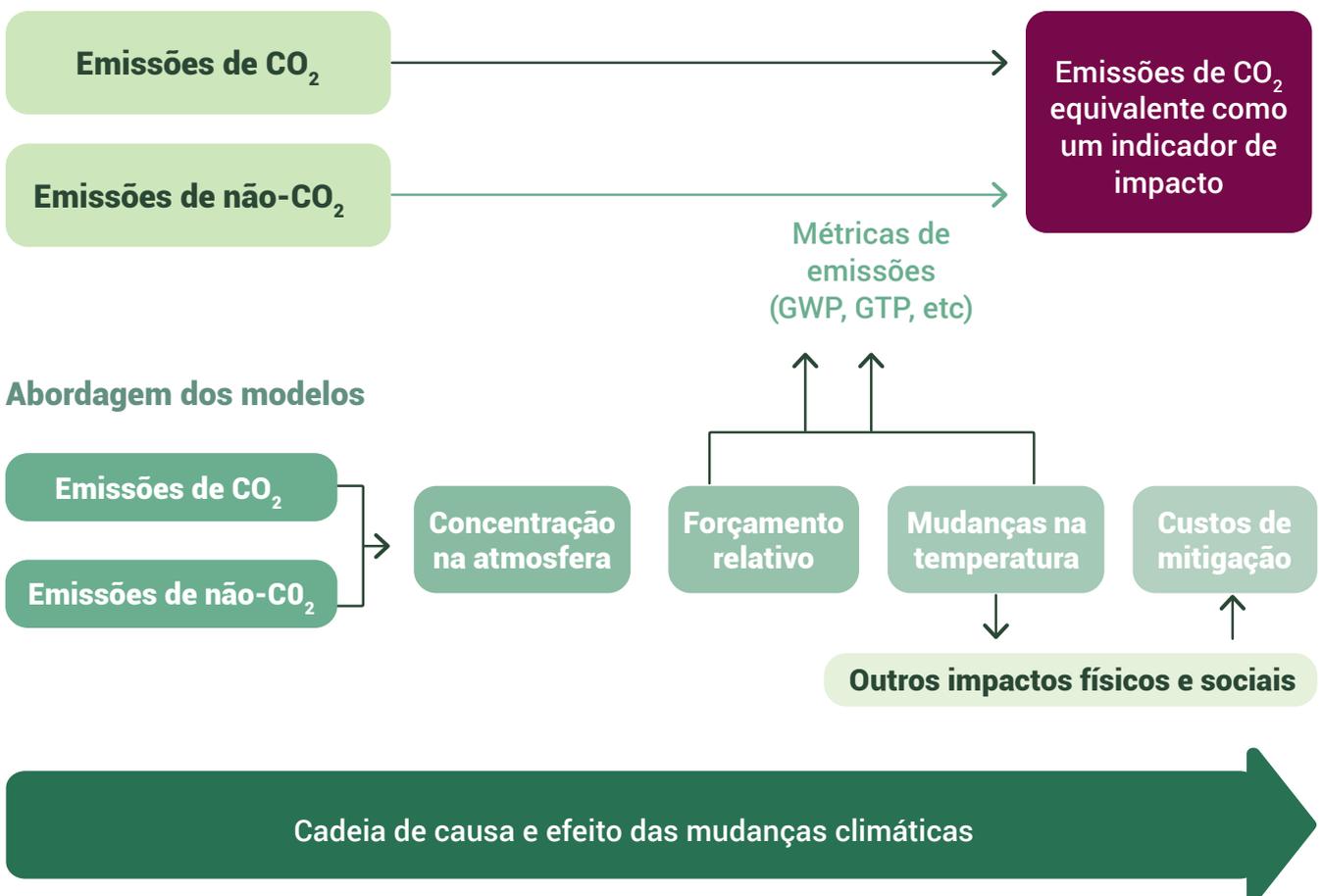
Para quantificar e comparar os impactos climáticos de emissões de diferentes GEE, é necessário um parâmetro climático para medir os efeitos sobre o clima, por exemplo, o forçamento radiativo, ou resposta à temperatura. Dessa forma, são necessárias várias escolhas para as etapas da cadeia de causa-efeito, desde as emissões até às mudanças climáticas e seus impactos. Sendo que cada etapa nessa cadeia requer uma estrutura de modelagem (UNFCCC, 2024). Assim, para avaliações e comparações entre regiões e países, fontes e setores - permitindo quantificar as contribuições de diferentes GEE para as mudanças climáticas - foi adotada a aplicação medidas ou métricas mais simples que se baseiam em resultados de modelos complexos como alternativa ao uso direto de modelos que incluem explicitamente processos físicos que resultam em forçamento e resposta (UNFCCC, 2024). As métricas podem ser dadas em termos absolutos (por exemplo,  $K/kg$ ) ou em termos relativos, normalizando-as para um gás de referência – geralmente  $CO_2$ . Desta forma, para convergir os efeitos de diferentes emissões para uma escala comum – muitas vezes denominada “emissões equivalentes de  $CO_2$ ” ( $CO_2e$ ) – a emissão do gás não- $CO_2$  pode ser multiplicada pela métrica normalizada adotada (UNFCCC, 2024).

3 O forçamento radioativo de um GEE é a mudança total no equilíbrio de calor na atmosfera a partir do aumento da sua concentração atmosférica (em  $W/m^2$ ). Assim, o forçamento radioativo efetivo quantifica a energia ganha ou perdida pelo sistema terrestre após uma perturbação imposta, como a emissão de GEE. Nesse sentido, o aumento da concentração dos GEE na atmosfera leva ao desequilíbrio energético da Terra, visto que os gases absorvem a radiação térmica que deveria ser emitida para o espaço. Um incremento no forçamento radiativo leva a um acúmulo de energia no sistema terrestre e um aumento de temperatura, cujo grau de elevação dependerá da magnitude da emissão, da eficiência radiativa do gás emitido e da concentração atmosférica do GEE e outros gases. Por sua vez, a maior temperatura média global provoca danos como intensificação de eventos climáticos extremos, elevação do nível mar e mudanças na circulação oceânica (BALCOMBE et al., 2018, FORSTER et al., 2021, IPCC, 2021).

Nesse sentido, as métricas são utilizadas a fim de comparar o efeito relativo das emissões dos diversos GEE, convergindo os GEE a uma mesma unidade. Para isso, são utilizados critérios em relação ao forçamento radiativo, a mudanças na temperatura global da superfície e a outros efeitos climáticos, assim, possibilitando a agregação de emissões e remoções de diferentes GEE, considerando suas distintas características (CHEN et al., 2021, DHAKAL, MINX, TOTH, REISINGERLAMB, et al., 2022, FORSTER et al., 2021, IPCC, 2021). A relação entre as métricas de GEE e a cadeia de causa e efeito das mudanças climáticas está esquematizada na Figura 10.

Figura 10: Cadeia de causa e efeito das mudanças climáticas e uso das métricas de emissões.

### Políticas climáticas e avaliações



Fonte: adaptado de TANAKA et al. (2021).



De acordo com o glossário do Sexto Ciclo de Avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (AR6-IPCC) (IPCC, 2021), existem diversas métricas de emissões de GEE. Essas diferem em relação a (i) a medida-chave de mudança climática que consideram; (ii) se consideram os resultados climáticos para um ponto específico no tempo ou integrados ao longo de um horizonte de tempo especificado; (iii) o horizonte de tempo ao longo do qual a métrica é aplicada; (iv) se aplicam a um único pulso de emissão, emissões sustentadas por um período de tempo, ou uma combinação de ambos; e (v) se consideram o efeito climático de uma emissão comparado à ausência dessa emissão ou comparado a um nível de referência de emissões ou estado climático (IPCC, 2021).

Ainda que existam várias métricas alternativas (BALCOMBE et al., 2018), e novas métricas estejam surgindo (ALLEN et al., 2018, COLLINS et al., 2020, LYNCH et al., 2020), o GWP e o GTP ainda são as principais métricas utilizadas na literatura e avaliadas nos relatórios do IPCC (DHAKAL, MINX, TOTH, REISINGERLAMB, et al., 2022). Em especial, destaca-se o uso do GWP com horizonte de 100 anos (GWP100), utilizado pelas Partes para comunicar suas emissões de GEE na UNFCCC e em diversos mecanismos internacionais, designadamente o Protocolo de Quioto e mais recentemente o Acordo de Paris (CHEN et al., 2021).

O GWP considera o forçamento radiativo que a emissão de um pulso de um GEE não- $\text{CO}_2$  causaria integrado ao longo de todo o horizonte de tempo escolhido em relação ao efeito da emissão de um pulso de  $\text{CO}_2$  (DHAKAL, MINX, TOTH, REISINGERLAMB, et al., 2022, IPCC, 2021). Por outro lado, o GTP compara as emissões em relação à mudança da temperatura média global da superfície no ponto final do horizonte de tempo. Por este motivo, a delegação brasileira e outras Partes defendem que esta é uma métrica mais adequada do que GWP para quantificar emissões de GEE globais. Neste sentido, o Brasil apresenta as metas da sua NDC tanto em relação de GWP, como em GTP.

Ainda que seja o mais utilizado na literatura, existem críticas ao GWP. Entre essas, destaca-se a influência da escolha do horizonte temporal na conversão, de modo que ao escolher-se um horizonte de tempo curto, ignora-se os impactos de longo prazo, ao passo que um horizonte de tempo longo reduz a importância do forçamento de curto prazo, por exemplo, como mencionamos o  $\text{CH}_4$  possui maior forçamento radiativo, mas menor horizonte temporal que o  $\text{CO}_2$  (e.g., BALCOMBE et al., 2018). Outro ponto negativo da métrica é o fato dela ter sido desenhada para comparar emissões de pulso, em vez de emissões sustentadas ao longo de um período, e avaliar o impacto no forçamento radiativo, que leva à mudança na temperatura, porém não avalia a mudança em si ou outro efeito climático (BALCOMBE et al., 2018).

A sensibilidade à escolha do horizonte de tempo, no entanto, também é um fator limitante no GTP, especialmente ao avaliar o efeito da emissão de metano. Tendo em vista que o aquecimento de um pulso de emissão de  $\text{CH}_4$  diminui ao longo do tempo, dada a sua menor duração na atmosfera, e que o aquecimento de um pulso de emissão de  $\text{CO}_2$  se mantém quase igual ao longo dos séculos, a escolha pelo horizonte de tempo impacta consideravelmente os resultados encontrados (DHAKAL, MINX, TOTH, REISINGERLAMB, et al., 2022).

A Tabela 1 apresenta a comparação entre as métricas GWP e GTP, destacando as suas vantagens e desvantagens.

**Tabela 1.** Diferenças entre as métricas GWP e GTP.

	GWP	GTP
<b>Características</b>	Efeito climático avaliado: Forçamento Radiativo	Efeito climático avaliado: Mudança na da temperatura média global da superfície
	Resultados integrados ao longo de todo o horizonte de tempo	Resultados para o ponto final do horizonte de tempo
<b>Vantagens</b>	Menor incerteza do que métricas que medem mudança na temperatura Mais apropriada para análises econômicas	Mais apropriada para avaliar objetivos ao final de um período
<b>Desvantagens</b>	Sensível ao horizonte de tempo escolhido Não avalia a mudança na temperatura	Sensível ao horizonte de tempo escolhido
		Não identifica possíveis picos de temperatura ao longo do período
		Maior incerteza

Fonte: adaptado de BALCOMBE et al. (2018), FORSTER et al. (2021), IPCC (2021).

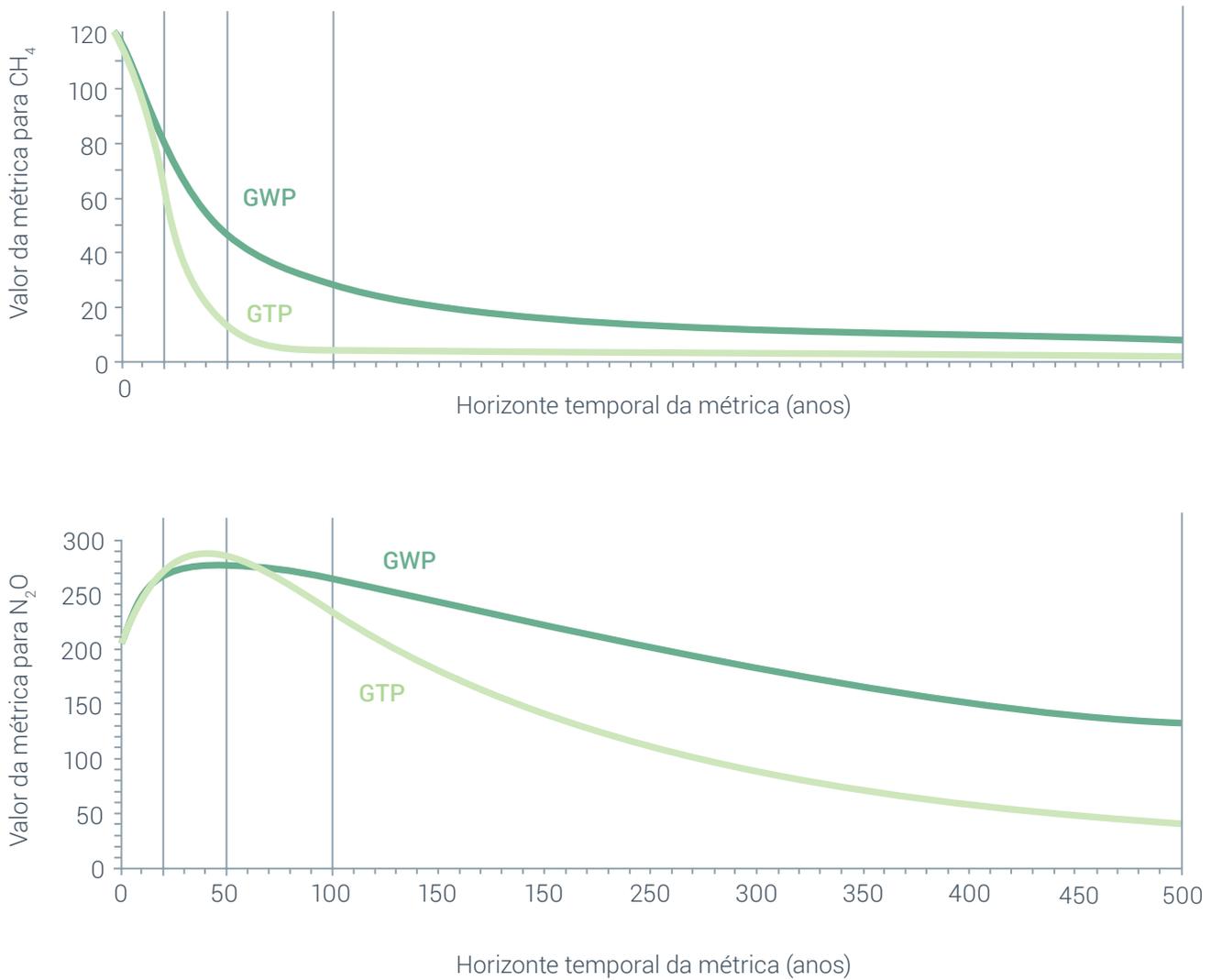
Conforme apontado, a escolha pelo horizonte de tempo impacta significativamente nos resultados das métricas. O horizonte temporal de 100 anos é o mais adotado na literatura (DHAKAL, MINX, TOTH, ABDEL-AZIZ, et al., 2022), por ter sido definido em 1990 durante o Primeiro Ciclo de Avaliação (AR1) do IPCC e adotado por mecanismos internacionais, como o Acordo de Paris. No entanto, alguns autores apontam que a escolha do horizonte temporal é sobretudo uma decisão política, que deve adequar-se às necessidades das políticas climáticas, o que não necessariamente significa optar pelos 100 anos (BALCOMBE et al., 2018, ENTING et al., 2021, TANAKA et al., 2021).

Nesse sentido, ENTING et al. (2021) sugerem que uma métrica deve capturar tanto o contexto imediato, possibilitando a aceitação pública nas negociações e acordos climáticos que se dão nesse horizonte, quanto a conjuntura futura, necessária para a estabilização das emissões. De forma análoga, BALCOMBE et al. (2018) afirmam que ambos os efeitos de curto e longo prazo das emissões devem ser compreendidos, indicando a inclusão de múltiplos horizontes temporais na avaliação das emissões de GEE.

Contudo, para avaliar as políticas e planos brasileiros, estaduais e federais, de práticas agropecuárias de baixo carbono, foram utilizadas as métricas GWP e GTP, para os horizontes temporais de 20, 50, 100 e 500 anos. Foram adotados os fatores de emissão de TANAKA et al. (2021), que se encontram na Figura 11 e na Tabela 2.

<sup>4</sup> Não foram utilizados os fatores de emissão do Sexto Ciclo de Avaliação do IPCC (FORSTER et al., 2021), pois este não contém os valores para GWP50, GTP20 e GTP500. Visando trabalhar com dados de apenas uma referência, foram adotados os fatores obtidos de TANAKA et al. (2021) que se assemelham aos indicados pelo IPCC para as métricas incluídas no relatório.

**Figura 11.** Valores de GTP e GWP para CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O em função do horizonte temporal.



Nota: cálculo segue a Seção 8.SM.11 do IPCC AR5 - para métricas sem inclusão de feedbacks climáticos-carbono para não-CO<sub>2</sub> (Tanaka et al. 2021).

Fonte: adaptado de TANAKA et al. (2021).

**Tabela 2.** Fatores de emissão de GEE adotados.

Horizonte temporal	GWP				GTP			
	20	50	100	500	20	50	100	500
CH <sub>4</sub>	83,6	48,1	28,6	8,4	68,6	14,1	4,5	1,8
N <sub>2</sub> O	263,1	274,9	264,6	131,9	277,1	280,8	233,7	44,2

Fonte: Adaptado de TANAKA et al. (2021).

# Medidas do plano ABC+ à luz de diferentes métricas



# 4

# Medidas do plano ABC+ à luz de diferentes métricas



**277,8**  
**MtCO<sub>2</sub>e**

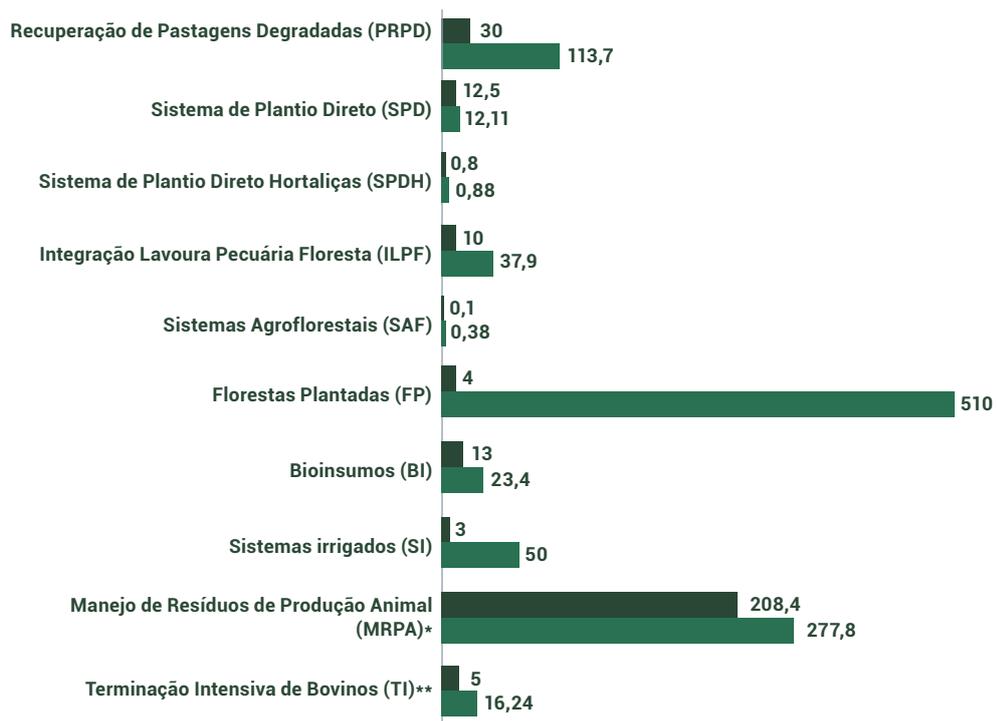
potencial de  
mitigação

## 4.1 Políticas e estratégias do Plano ABC+

A Figura 12 apresenta as metas e o potencial de mitigação de GEE associado às oito estratégias estabelecidas no Plano ABC+. Entre as diversas estratégias consideradas, destaca-se a Recuperação de Pastagens Degradadas (PRPD), com uma meta de 30 Mha e um potencial de mitigação de 113,7 MtCO<sub>2</sub>e (GWP100-AR5), assim como as Florestas Plantadas (FP), cuja meta de 4 Mha corresponde a um significativo potencial de mitigação de 510 MtCO<sub>2</sub>e (GWP100-AR5). As metas totalizam 72,7 Mha sob novas formas de manejo.

Adicionalmente, evidencia-se o potencial significativo do Manejo de Resíduos de Produção Animal (MRPA) e de terminação intensiva (TI) de bovinos nas metas de mitigação. Com uma meta de 208,4 milhões de m<sup>3</sup> de resíduos agropecuários tratados, o MRPA destaca-se como uma prática agropecuária crucial, apresentando um potencial de mitigação de 277,8 MtCO<sub>2</sub>e (GWP100-AR5). Já a TI deve atingir 5 milhões de cabeças de gado de corte em 2030, reduzindo as emissões em 16,2 MtCO<sub>2</sub>e (GWP100-AR5). Esses dados são fundamentais para compreender o impacto das práticas agropecuárias na mitigação das emissões de gases de efeito estufa no Brasil, fornecendo uma visão clara das metas estabelecidas e dos benefícios potenciais associados a cada prática.

Figura 12. Estratégias e metas para o potencial de mitigação de GEE do Plano ABC+



## Metas ABC+

- ▼ Meta (Mha)
- ▼ Potencial de mitigação de GEE (MtCO<sub>2</sub>e)

\*milhões de m<sup>3</sup>  
\*\*milhões de bovinos

Fonte: Elaboração própria, com base em MAPA (2022).

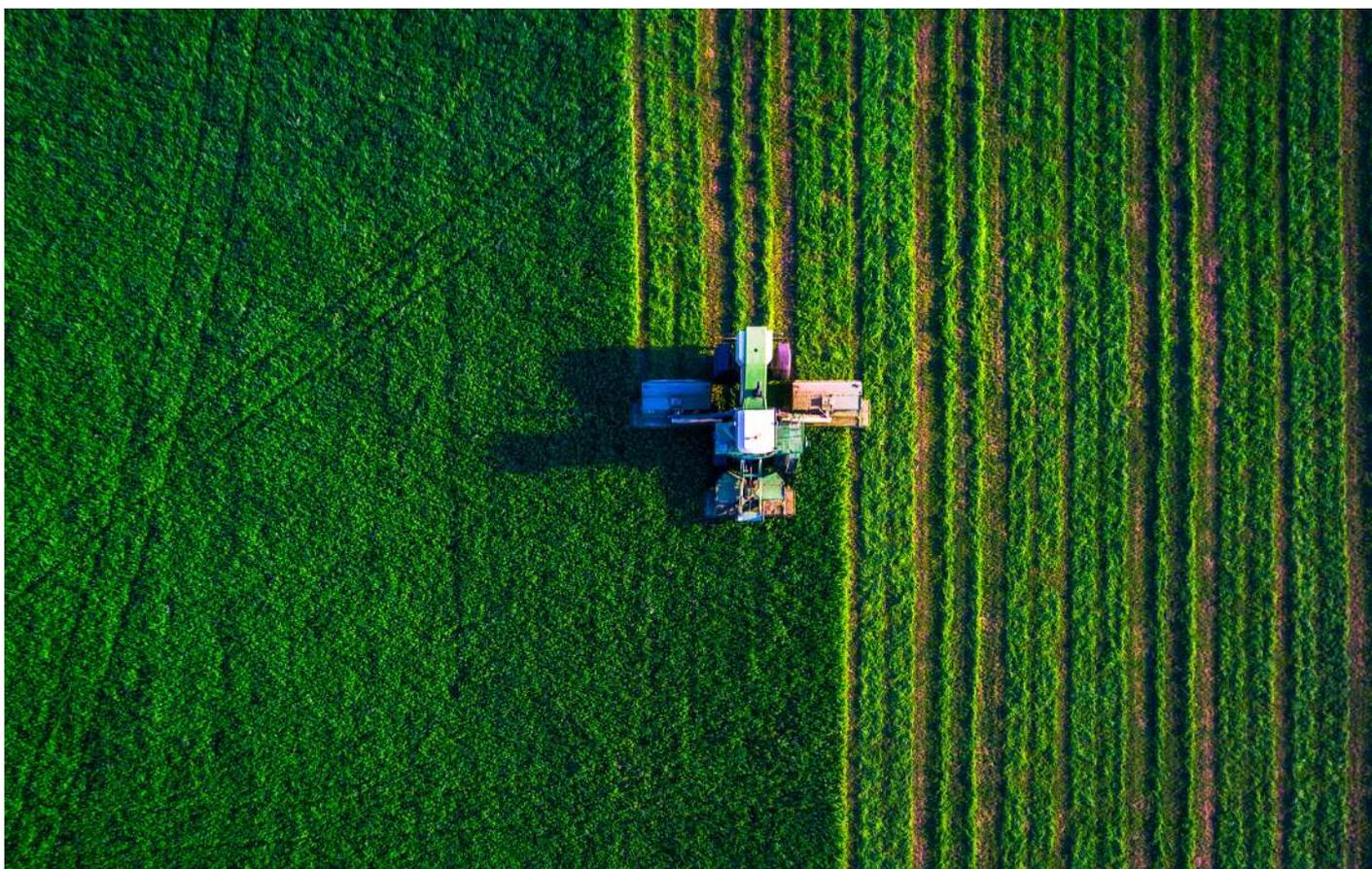


## A seguir serão descritas as estratégias de produção agropecuária que são consideradas no Plano ABC+ para mitigação de GEE.

### 4.1.1. Recuperação de pastagens degradadas

A recuperação de pastagens degradadas é um processo que busca restabelecer a cobertura do solo, assim como um maior volume de gramíneas com alto valor nutritivo para a pecuária. Existem diversas formas de recuperação de pastagens degradadas, que globalmente têm como princípio básico o restabelecimento das propriedades físico-químicas do solo. Esse processo pode ser efetuado através da utilização de maquinários agropecuários, para correção da estrutura física do solo, e adição de fertilizantes e corretivos do solo, para a recomposição química do solo (ANGELKORTE, 2019, BORGHI et al., 2018).

Conforme descrito no Plano ABC+, esse processo de recuperação de pastagens degradadas possui o potencial de aprisionar volumes de  $\text{CO}_2$  abaixo e acima do solo superiores ao existente em pastagens com algum grau de degradação. Para a determinação da diferença entre os estoques de carbono abaixo e acima do solo entre pastagens recuperadas e pastagens degradadas, o Plano ABC+ se utilizou de dados provenientes de IPCC (2006), no qual se determina que o potencial de mitigação da recuperação de pastagens é em média de  $3,79 \text{ tCO}_2\text{e/ha}$ . Sendo importante destacar que nesse caso, tanto o IPCC (2006), quando o Plano ABC+ consideram que 100% da mitigação de GEE dessa tecnologia de produção agropecuária é decorrente do aumento de estoque de  $\text{CO}_2$  no solo, logo, mitigando apenas  $\text{CO}_2$  (MAPA, 2021b).



### 4.1.2. Plantio direto

O sistema de plantio direto (SPD) é uma prática de cultivo alternativo às práticas convencionais de aração gradagem. Esta prática preconiza a baixa ou nenhuma utilização de maquinários agropecuários para o revolvimento ou preparo do solo, como a utilização de gradagem. Nesse sistema produtivo, é necessário manter o solo coberto por palhada proveniente das colheitas anteriores. Assim, evita o processo de compactação do solo e perda excessiva de nutrientes que ocorrem devido aos eventos climáticos, como chuva e vento, e o superaquecimento do solo, proveniente da radiação solar. Dessa forma, evita o uso desnecessário de maquinários agrícolas e a adição de grandes volumes de fertilizantes químicos (ANGELKORTE, 2019, CRUZ et al., 2021).

Ademais, as tecnologias de produção de plantio direto podem ser discriminadas entre sistemas de plantio direto (SPD) e plantio direto (PD). Os SPD são sistemas que além de adotarem o plantio diretamente em cima da palha de colheitas anteriores, ainda se utilizam do processo de rotação de culturas em uma mesma área, como o exemplo do plantio de soja e milho em plantio direto. Já as tecnologias de PD, não necessariamente se utilizam do processo de rotação de culturas em uma mesma área. No processo de elaboração do Plano ABC+, considerou-se a distinção de carbono abaixo e acima do solo entre essas duas tecnologias de produção agrícola, no entanto, de forma conservadora, adotou-se o valor de carbono sequestrado pelos PD, que são cerca de 70% inferiores ao dos SPD. Dessa forma, essa tecnologia possui de acordo com o Plano ABC+, um potencial de mitigação de CO<sub>2</sub> proveniente de aprisionamento de carbono no solo de 0,97 tCO<sub>2</sub>e/ha (MAPA, 2021b).

Contudo, a premissa adotada no Plano ABC+ para a produção em plantio direto para o setor de horticultura foi diferente. Diferentemente do plantio direto para grãos, a produção de horticultura considerou 100% do potencial de mitigação de CO<sub>2</sub>e sendo proveniente da redução da quantidade de fertilizantes nitrogenados utilizados na produção.

Assim, 100% dos CO<sub>2</sub>e sendo proveniente da mitigação de N<sub>2</sub>O e não de CO<sub>2</sub>, conforme o que acontece na produção de grãos. Dessa forma, na horticultura, considerou-se que pelo menos 10% da área de produção de hortaliças poderia ser convertida em sistemas de preparo reduzido (PPR) ou em sistemas de plantio direto de hortaliças (SPDH). Assim, esse tipo de tecnologia de produção agrícola possui um potencial de mitigação de 0,0415 tN<sub>2</sub>Oe/ha (MAPA, 2021b).

### 4.1.3. Sistemas integrados

Sistemas integrados se referem a abordagens agropecuárias que combinam diferentes componentes de produção, como culturas agrícolas, criação de animais e, em alguns casos, florestas. Os sistemas integrados podem ser divididos entre sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) e agroflorestais (sistemas integrados com a participação de florestas nativas ou plantadas) (SAF). Eles se destacam como uma alternativa de integração entre diferentes tipos de sistemas produtivos com alta produtividade, cultivo consorciado, em sucessão e/ou rotação, com o intuito de propiciar um benefício mútuo entre as culturas e criações, além de possuir grande preocupação com a recuperação de áreas degradadas.





Esses sistemas têm como viés o desenvolvimento de uma agropecuária mais sustentável visando a simbiose entre as criações e cultivos de modo a: (i) melhorar a estrutura físico-química de solos degradados; (ii) aumentar a biodiversidade local; (iii) auxiliar na captura de carbono através do plantio de florestas plantadas e/ou nativas; e (iv) diminuir as emissões de GEE devido a menor utilização de insumos químicos como fertilizantes e pesticidas (ANGELKORTE, 2023, CORDEIRO et al., 2015, GAMA, 2022).

Conforme dados utilizados pelo Plano ABC+, esses dois sistemas produtivos possuem potenciais de mitigação similares e todos provenientes da capacidade de aumento de estoque de carbono abaixo e acima do solo decorrente de processos de recuperação de áreas degradadas. O Plano ABC+ cita como fonte de dados tanto o IPCC (2006), quanto CARVALHO et al. (2010), nos quais determinam que o potencial de mitigação de CO<sub>2</sub> desses sistemas produtivos é de 3,79 tCO<sub>2</sub>e/ha, o que coincide com o potencial de recuperação de pastagens degradadas. Isso acontece também devido aos autores adotarem medidas conservadoras para o cálculo do potencial de mitigação de GEE principalmente proveniente da estocagem de carbono acima do solo em forma de material celulósico no tronco das árvores, visto não ser possível determinar a destinação final dessa árvore. Assim, tanto os sistemas integrados, quanto os SAFs possuem um potencial de mitigação 100% de CO<sub>2</sub> de 3,79 tCO<sub>2</sub>e/ha (IPCC, 2006, Carvalho et al., 2010, MAPA, 2021b).

#### 4.1.4. Florestas plantadas

Florestas plantadas ou silvicultura é o processo de produção de árvores com fins ambientais (nativas) ou comerciais (pinus e eucalipto). Esse processo é geralmente feito com o intuito de produção madeireira para suprir a demanda industrial, construção civil e energética por material lignocelulósico, mas com a possibilidade de venda de crédito de carbono, a silvicultura de nativas também tem ganhado força devido a possuir um maior estoque de carbono acima e abaixo do solo (ANGELKORTE, 2019, MAPA, 2021b).

A produção de florestas plantadas ou comerciais, é a tecnologia de produção agropecuária que possui o maior potencial de mitigação de CO<sub>2</sub> dentre as tecnologias do Plano ABC+. Esse sistema produtivo considera a produção de florestas plantadas em sistemas de 3x3 metros sobre áreas que anteriormente eram áreas degradadas, assim, havendo um grande potencial de mitigação de carbono tanto abaixo, quanto acima do solo. Dessa forma, para o cálculo do potencial de mitigação dessa tecnologia, considerou-se a fator de mitigação de 127,5 tCO<sub>2</sub>e/ha (MAPA, 2021b), que é proveniente do guia para elaboração de inventários de emissão de gases de efeito estufa do IPCC (IPCC, 2006, 2019).

#### 4.1.5. Sistemas irrigados

Os sistemas irrigados têm fator fundamental para garantir a possibilidade de que as culturas agrícolas tenham a possibilidade de expressar todo o seu potencial genético e, dessa forma, aumentar a produtividade agrícola e garantir uma menor vulnerabilidade em períodos de seca. Assim, os sistemas irrigados garantem a possibilidade de haver uma maior produção agrícola através da utilização da mesma quantidade de insumos químicos, o que reduz a pegada de carbono do produto (ANGELKORTE, 2019, MAPA, 2021b)

No Plano ABC+ MAPA (2021b), considerou-se a possibilidade de se recuperar áreas de pastagens degradadas para a produção de culturas energéticas e não energéticas através de sistemas irrigados de alta produtividade. Dessa forma, foi utilizado CAMPOS et al. (2020) como balizador para o potencial de mitigação dessa tecnologia. Assim, considerou-se que os níveis de carbono orgânico do solo em solos degradados poderiam ser reestabelecidos em cerca de 20 anos, com o acúmulo de carbono no solo de 3,03 tCO<sub>2</sub>e/ha. Conforme se trata de apenas um sequestro de carbono atmosférico, 100% do potencial de mitigação dessa tecnologia é proveniente da mitigação direta de CO<sub>2</sub>.

#### 4.1.6. Bioinsumos

Bioinsumos são produtos ou organismos vivos que são destinados no setor agropecuário para melhoramento das condições físico-químicas do solo – como bactérias fixadoras de nitrogênio no solo – ou controle de pragas. Os bioinsumos, além de gerarem melhores condições para o aumento da produtividade agropecuária, ainda auxiliam na redução da utilização de insumos químicos e assim, na redução de emissões de gases de efeito estufa provenientes do setor agropecuário (ANGELKORTE, 2019, 2023, BRASIL, 2021, MAPA, 2021b).

Na tecnologia de bioinsumos, o Plano ABC+ optou por utilizar como tecnologia balizadora a que já é comumente utilizada no Brasil que é a de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) no solo. Essa tecnologia de produção agrícola auxilia na redução da necessidade de adição de elevados níveis de fertilizantes nitrogenados no solo. Assim, reduzindo demanda por fertilizantes químicos visto a sua substituição por processos microbiológicos. Logo, havendo uma mitigação de 100% do potencial dessa tecnologia nas emissões de N<sub>2</sub>O, que de acordo com MAPA (2021b) é de 0,00668 tN<sub>2</sub>O/ha.

#### 4.1.7 Tratamento de dejetos animais

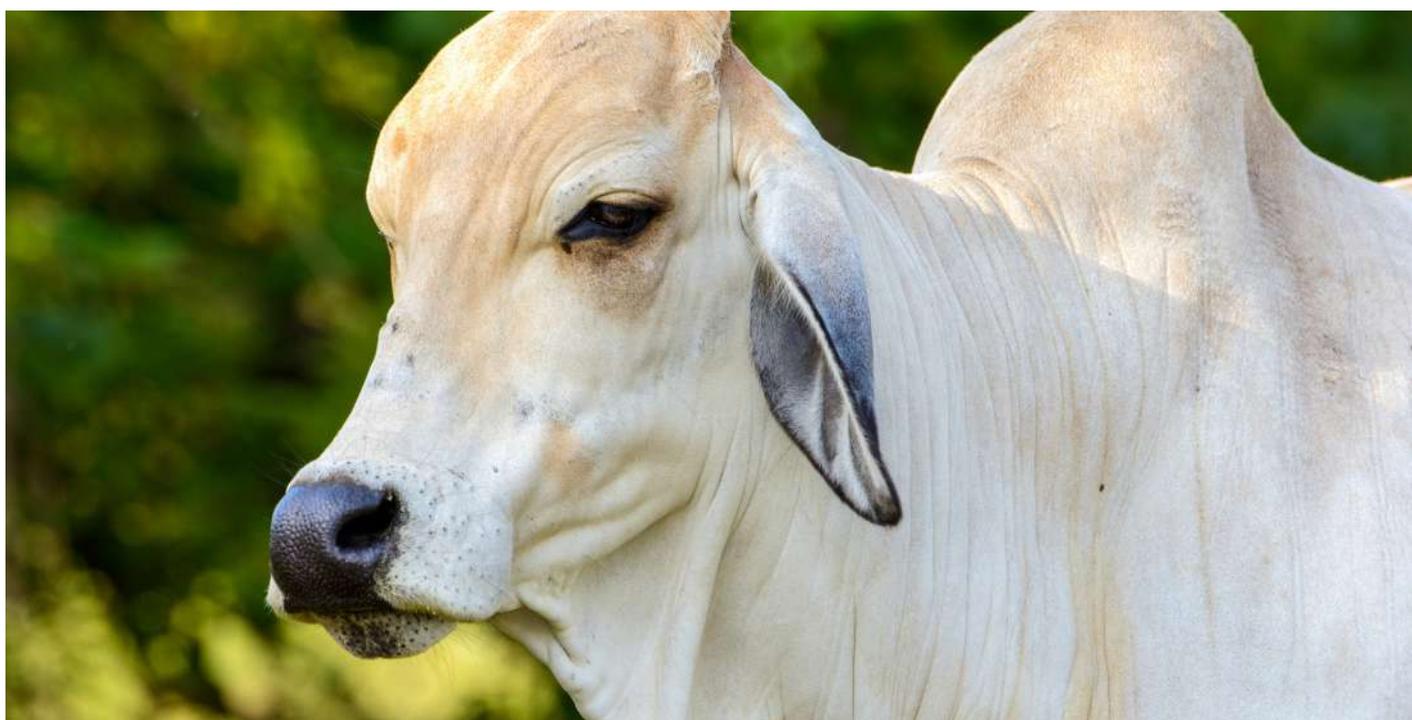
O tratamento de dejetos animais tem como intuito a coleta e disposição final de fezes e urinas de animais de forma adequada. Ademais, o tratamento desses dejetos pode ter como destinação a transformação dos dejetos em bioenergia e biofertilizantes. Contudo, para haver um fator de coleta adequado dos dejetos, é importante a adoção de sistemas de produção pecuária do tipo confinado ou semiconfinado (ANGELKORTE, 2023, GAMA, 2022, LUDMILLA, 2014, PALERMO, 2011).

O Plano ABC+ utilizou como premissa inicial a possibilidade de até 2030 o tratamento de cerca de 27% de todos os dejetos gerados pelo setor pecuário nacional. Sendo utilizado para o cálculo de mitigação (MAPA, 2019), que determina a possibilidade de mitigação de CH<sub>4</sub> dos dejetos da pecuária através de processos de biodigestão e compostagem. Dessa forma, considerou-se um potencial de mitigação de metano de 0,0475 tCH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>, na transformação desses dejetos em biometano e biogás, contudo, não sendo considerada a produção de biofertilizantes que poderiam auxiliar na descarbonização dos fertilizantes químicos nacionais.

#### 4.1.8 Abate com terminação intensiva

Essa técnica tem como princípio a redução do ciclo de vida do gado de corte, como dietas para acelerar engorda, o que reduz a emissão de metano decorrente da fermentação entérica. Na terminação intensiva, o animal passa a fase de engorda em processo de confinamento de forma a melhorar as taxas de engorda e finalização da carne, através de adição de elevadas quantidades de alimentos ricos em proteína e silagem. Esse tipo de sistema necessita de áreas adequadas para o confinamento, que pode ser tanto em: (i) currais à céu aberto, sem proteção para o animal e alimentação; (ii) currais parcialmente abertos, com proteção para a comida e animais, aumentando parcialmente o conforto térmico animal e protegendo o alimento do contato com a água da chuva e do sol; e (iii) currais cobertos, com proteção total ao sol e quaisquer intempéries, com conforto térmico animal e ventilação controlados e proteção do alimento e da água. Currais a céu aberto e parcialmente abertos são mais comuns, visto os altos custos advindos da implementação de currais fechados (ANGELKORTE, 2023, CARDOSO et al., 2016, KUBIAK, 2006).

A estratégia de produção pecuária de gado de corte através de terminação intensiva é a única tecnologia do plano ABC+ que considera os três principais GEE para a elaboração do seu cálculo de mitigação (MAPA 2021b). Essa estratégia utilizou como fonte de dados CARDOSO et al. (2016), que considerou um processo de terminação animal de 100 dias em confinamento e alimentados a pasto e suplementados com ração animal. CARDOSO et al. (2016) considerou um potencial de mitigação de aproximadamente 11,4 kg CO<sub>2</sub>e/kg carcaça animal, o que equivale a cerca de 3.250 kg CO<sub>2</sub>e<sup>5</sup>. Contudo, para a elaboração desse potencial de mitigação foi considerada a necessidade de produção de alimentos necessários para suprir esses animais desde o momento de entrada desses animais no confinamento até o seu abate. Assim, sendo necessário o aporte de fertilizantes nitrogenados para a produção desses alimentos e conversão de áreas para a expansão da produção desses alimentos. Logo, havendo um aumento das emissões de GEE de 0,0050 tN<sub>2</sub>O/animal e 1,49 tCO<sub>2</sub>/animal e uma diminuição de emissões de GEE de cerca de 0,217 tCH<sub>4</sub>/animal (CARDOSO et al., 2016).



5 Assumiu-se um peso médio de animal de 19 arrobas, ou seja, 285kg.

## 4.2. Planos ABC+ estaduais

De acordo com o Plano ABC+, todos os estados deverão delinear suas metas individuais no setor de agropecuária, para que somadas, contemplem ou superem a meta nacional de mitigação. Por enquanto<sup>6</sup>, apenas nove estados lançaram oficialmente seus planos. São eles: Alagoas, Ceará, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Rondônia, Santa Catarina e Sergipe. Entre os nove estados que já divulgaram oficialmente os seus planos, apenas oito estados estão contemplados nesta comparação, já que apesar de Rondônia ter apresentado seu plano na COP 28 (RONDÔNIA, 2023), metas numéricas para cada medida no estado ainda não foram disponibilizadas. A Tabela 3 apresenta as metas estaduais anunciadas pelos estados.

**Tabela 3.** Metas assumidas nos planos ABC+ estaduais

	Recuperação de Pastagens Degradadas (PRPD)	Sistema Plantio Direto de Grãos (SPDG)	Sistema Plantio Direto Hortaliças (SPDH)	Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF)	Sistemas Agroflorestais (SAF)	Florestas Plantadas (FP)	Bioinsumos (BI)	Sistemas Irrigados (SI)	Manejo de Resíduos de produção animal (MRPA)	Terminação Intensiva de Bovinos (TI)
	Milhares de hectares	Milhares de hectares	Milhares de hectares	Milhares de hectares	Milhares de hectares	Milhares de hectares	Milhares de hectares	Milhares de hectares	Milhares m <sup>3</sup>	Milhares de bovinos
<b>Alagoas</b>	10,0	3,5	2,0	3,5	0,2	15,0	10,0	1,0	-	-
<b>Ceará</b>	1,2	-	-	53,1	0,3	3,2	22,5	0,4	68,0	0,0
<b>Sergipe</b>	1,5	-	-	1,0	-	1,0	300 unidades produtivas	-	-	-
<b>Minas Gerais</b>	4062,0	1504,7*		650,0	6,5	80,0	1880,0	236,1	5780,0	1000,9
<b>Mato Grosso</b>	3820,0	3300,0	0,6	1300,0	0,3	285,0	3300,0	500,0	10000,0	750,0
<b>Paraná</b>	351,0	400,0	4,0	500,0	30,0	220,0	430,0	48,0	78900,0	60,0
<b>Santa Catarina</b>	75,9	126,3	7,8	6,1	-	503,9	-	4,2	0,0	-
<b>Rio Grande do Sul</b>	1430,0	600*		1000,0	5,0	322,0	1000,0	216,0	11800,0	200,0

Nota: \*Os planos de Minas Gerais e do Rio grande do Sul apresentam uma meta unificada para sistemas de plantio direto.

Fonte: Elaboração própria, com base nos planos estaduais.

<sup>6</sup> Neste trabalho, foram analisados os planos ABC+ estaduais disponíveis para avaliação até novembro de 2023.



#### 4.2.1 Potenciais de mitigação estaduais

Esta seção apresenta o arcabouço analítico elaborado para avaliar o potencial de mitigação teórico de diferentes estados do Brasil em um contexto de práticas agropecuárias de baixo carbono. O método aplicado visa oferecer uma compreensão regionalizada do potencial de mitigação teórico no país em nível estadual.

Sabe-se que a decisão sobre metas estaduais é, também, um processo político de muita construção junto com o setor agropecuário e outros atores da sociedade civil. No entanto, para estimar um potencial teórico de mitigação de GEE em nível subnacional, faz-se necessário assumir premissas sobre como as metas seriam distribuídas entre estados. Essas premissas poderiam ser baseadas, por exemplo, em área total dos estados, área ocupada pela agropecuária no estado em comparação com a área agropecuária nacional total, participação do PIB agropecuário estadual no PIB agropecuário nacional total, ou área ocupada pela agropecuária no estado no total das suas áreas improdutivas, já que o Brasil conta grandes áreas cobertas com pastagens degradadas. Nesse contexto, para estimar o potencial de mitigação de GEE em nível subnacional, optou-se por estimar diferentes potenciais teóricos de cada estado baseados em (i) área de pastagens degradadas; (ii) área devotada à agropecuária; (iii) valor econômico da produção agropecuária.

#### 4.2.1.1 Potenciais teóricos estaduais: pastagem degradada

Pastagens são o principal uso dado ao solo brasileiro e ocupam cerca de 154 milhões de hectares, tal como apresentado na Seção 2 deste trabalho, sendo que mais da metade dessas áreas possui sinais de degradação (MAPBIOMAS, 2021). As pastagens degradadas não contribuem da mesma forma para a economia brasileira e aumentam as emissões do setor agropecuário brasileiro (FELTRAN-BARBIERI et al., 2021, RAJÃO et al., 2020).

Neste contexto, para estimar o potencial de mitigação de GEE em nível subnacional, primeiramente optou-se por estimar o potencial teórico de cada estado baseado na premissa que as estratégias de mitigação serão realizadas em áreas de pastagem degradadas no país e que o fator de emissão seria similar para todo o território brasileiro, calculado conforme metas e potenciais disponíveis no Plano ABC+. Assim, assumiu-se que ações dos planos ABC+ estaduais se dariam em áreas de pastagem com algum nível de degradação, como forma de melhorar tanto a contribuição dessas áreas para a economia quanto para o balanço de emissão de GEE. Ou seja, a premissa escolhida para calcular o potencial teórico em nível subnacional é que as metas das oito estratégias (Figura 11) seriam distribuídas pelos estados de acordo com o quantitativo de suas áreas de pastagens degradadas.

O MapBiomas possui módulo de condição de vigor da pastagem<sup>7</sup>, cobrindo o período de 2000 a 2022. As pastagens são classificadas pelo seu vigor: (a) vigor baixo; (b) vigor médio; e (c) vigor alto. As pastagens consideradas degradadas são as que apresentam baixo ou médio vigor. Logo, áreas de pastagens com alto vigor são consideradas no estudo como áreas de pastagens não degradadas. Utilizou-se a classificação do MapBiomas para estimar o potencial teórico de mitigação de GEE em nível subnacional. De modo que, o potencial de cada estado foi baseado na proporção de pastagens de vigor baixo e médio em relação ao total brasileiro, como mostra a Figura 13.

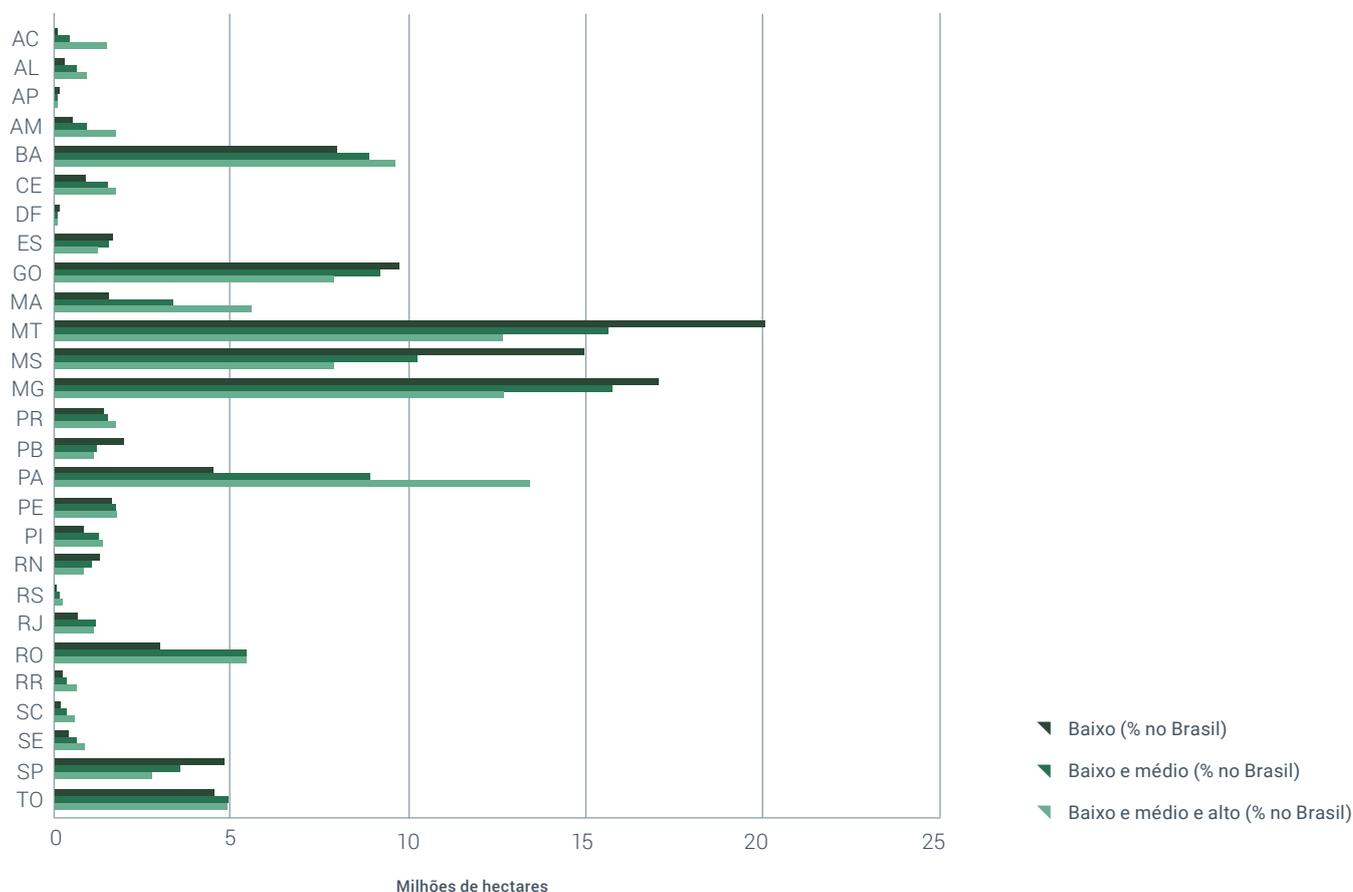
<sup>7</sup> O módulo de pastagem do MapBiomas pode ser acessado em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/pastagem> (acesso: 10 de dezembro, 2023). "A Versão 2 do módulo de Condição de Vigor da Pastagem, cobrindo o período de 2000 a 2022, foi elaborada com base no mapa de pastagem da Coleção 8 do MapBiomas e analisa a condição do vigor da pastagem e usou como indicador a tendência de vigor vegetativo para separar as pastagens em três classes: (a) vigor baixo; (b) vigor médio; e (c) vigor alto. A condição de vigor de uma área de pastagem geralmente está relacionada aos tipos de manejo, planta forrageira utilizada e estágio de degradação da área, tendo o último uma relação maior com a degradação do tipo biológica (solo exposto)." (...) "Para maiores informações sobre o método, acesse: <https://brasil.mapbiomas.org/atbd---entenda-cada-etapa/>". (MapBiomas, 2023)

As oito metas brasileiras foram distribuídas proporcionalmente para cada estado, considerando a quantidade de pastagem degradada que cada estado possui, ou seja, o percentual em relação ao total brasileiro. É possível verificar que o estado de Mato Grosso é o estado brasileiro que apresenta o maior nível de pastagens com Baixo Vigor e, ao considerar também a adição das pastagens com Médio Vigor, o estado de Minas Gerais também aparece no topo da lista dos estados com mais pastagens degradadas. Já os estados da região Sul, são os que, somados, apresentam a menor quantidade de pastagens degradadas, e os do Centro-Oeste são os que apresentam a maior proporção de pastagens degradadas.



**Figura 13.** Participação de pastagens com diferentes níveis de vigor para os 26 estados brasileiros e o DF

Pastagens no Brasil, percentual em cada estado pelo grau de vigor: baixo; baixo e médio; e baixo, médio e alto



Fonte: Elaboração própria com base em MapBiomias (2023).



As Tabelas 5 e 6 apresentam as quantidades de áreas potencialmente destinadas para cada estado, para que seja possível atingir as metas estabelecidas pelo Plano ABC+ para cada uma das oito medidas de mitigação de GEE e de acordo com cada nível de degradação de pastagem. Não se faz, assim, uma distinção entre os planos estaduais, mas indica-se que cada estado deverá fazer a sua parte de acordo com a proporcionalidade da quantidade de área degradada de cada estado. No entanto, como se vê na Figura 13, assumir só as pastagens com alto nível de degradação ou com baixo e médio vigor muda consideravelmente a proporção dos

estados sobre o total de áreas de degradadas no Brasil. Assim, optou-se por mostrar as duas tabelas, pois uma considera apenas as pastagens de baixo vigor, ou seja, muito degradadas, e a outra apresenta as pastagens com alto e médio grau de degradação. Os estados do Centro-Oeste, por terem uma maior quantidade de área degradada, têm a possibilidade, ou um potencial teórico, maior do que os estados do Sul do país, que têm uma menor área de pastagens degradadas.

**Tabela 4.** Área potencial teórico para a implementação de medidas do Plano ABC+ em áreas de pastagem com baixo vigor

Potencial teórico: Vigor Baixo (Milhares de hectares)										
Região / medida	Recuperação de Pastagens Degradadas (PRPD)	Sistema de Plantio Direto (SPD)	Sistema Plantio Direto Hortaliças (SPDH)	Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF)	Sistemas Agroflorestais (SAF)	Florestas Plantadas (FP)	Bioinsumos (BI)	Sistemas irrigados (SI)	Manejo de Resíduos de Produção Animal (MRPA)	Terminação Intensiva de Bovinos (TI)
AC	17,10	7,13	0,46	5,70	0,06	2,28	7,41	1,71	118,82	2,85
AL	78,37	32,65	2,09	26,12	0,26	10,45	33,96	7,84	544,38	13,06
AP	31,28	13,03	0,83	10,43	0,10	4,17	13,56	3,13	217,31	5,21
AM	143,99	59,99	3,84	48,00	0,48	19,20	62,39	14,40	1000,23	24,00
BA	2406,20	1002,58	64,17	802,07	8,02	320,83	1042,69	240,62	16715,06	401,03
CE	263,49	109,79	7,03	87,83	0,88	35,13	114,18	26,35	1830,35	43,91
DF	41,55	17,31	1,11	13,85	0,14	5,54	18,00	4,15	288,62	6,92
ES	492,66	205,27	13,14	164,22	1,64	65,69	213,48	49,27	3422,32	82,11
GO	2920,23	1216,76	77,87	973,41	9,73	389,36	1265,43	292,02	20285,87	486,71
MA	473,35	197,23	12,62	157,78	1,58	63,11	205,12	47,34	3288,21	78,89
MT	6022,39	2509,33	160,60	2007,46	20,07	802,99	2609,70	602,24	41835,54	1003,73
MS	4481,09	1867,12	119,50	1493,70	14,94	597,48	1941,80	448,11	31128,62	746,85
MG	5107,43	2128,10	136,20	1702,48	17,02	680,99	2213,22	510,74	35479,63	851,24
PR	409,75	170,73	10,93	136,58	1,37	54,63	177,56	40,98	2846,41	68,29
PB	588,70	245,29	15,70	196,23	1,96	78,49	255,10	58,87	4089,49	98,12
PA	1336,18	556,74	35,63	445,39	4,45	178,16	579,01	133,62	9282,03	222,70
PE	480,74	200,31	12,82	160,25	1,60	64,10	208,32	48,07	3339,56	80,12
PI	240,51	100,21	6,41	80,17	0,80	32,07	104,22	24,05	1670,71	40,08
RN	376,40	156,83	10,04	125,47	1,25	50,19	163,10	37,64	2614,69	62,73
RS	7,82	3,26	0,21	2,61	0,03	1,04	3,39	0,78	54,33	1,30
RJ	190,48	79,37	5,08	63,49	0,63	25,40	82,54	19,05	1323,20	31,75
RO	901,35	375,56	24,04	300,45	3,00	120,18	390,58	90,13	6261,37	150,22
RR	60,25	25,11	1,61	20,08	0,20	8,03	26,11	6,03	418,55	10,04
SC	41,52	17,30	1,11	13,84	0,14	5,54	17,99	4,15	288,44	6,92
SE	114,67	47,78	3,06	38,22	0,38	15,29	49,69	11,47	796,57	19,11
SP	1424,62	593,59	37,99	474,87	4,75	189,95	617,33	142,46	9896,33	237,44
TO	1347,89	561,62	35,94	449,30	4,49	179,72	584,09	134,79	9363,34	224,65
<b>Brasil</b>	<b>30000</b>	<b>12500</b>	<b>800</b>	<b>10000</b>	<b>100</b>	<b>4000</b>	<b>13000</b>	<b>3000</b>	<b>208400</b>	<b>5000</b>

**Tabela 5.** Área potencial teórico para a implementação de medidas do Plano ABC+ em áreas de pastagem com baixo e médio vigor

Potencial teórico: Vigores Baixo e Médio (Milhares de hectares)										
Região / medida	Recuperação de Pastagens Degradadas (PRPD)	Sistema de Plantio Direto (SPD)	Sistema Plantio Direto Hortaliças (SPDH)	Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF)	Sistemas Agroflorestais (SAF)	Florestas Plantadas (FP)	Bioinsumos (BI)	Sistemas irrigados (SI)	Manejo de Resíduos de Produção Animal (MRPA)	Terminação Intensiva de Bovinos (TI)
AC	120,92	50,38	3,22	40,31	0,40	16,12	52,40	12,09	840,01	20,15
AL	179,48	74,78	4,79	59,83	0,60	23,93	77,77	17,95	1246,79	29,91
AP	20,05	8,35	0,53	6,68	0,07	2,67	8,69	2,00	139,27	3,34
AM	271,08	112,95	7,23	90,36	0,90	36,14	117,47	27,11	1883,12	45,18
BA	2664,90	1110,37	71,06	888,30	8,88	355,32	1154,79	266,49	18512,16	444,15
CE	443,03	184,60	11,81	147,68	1,48	59,07	191,98	44,30	3077,60	73,84
DF	23,14	9,64	0,62	7,71	0,08	3,09	10,03	2,31	160,76	3,86
ES	457,75	190,73	12,21	152,58	1,53	61,03	198,36	45,77	3179,82	76,29
GO	2764,35	1151,81	73,72	921,45	9,21	368,58	1197,89	276,44	19203,03	460,73
MA	1000,07	416,70	26,67	333,36	3,33	133,34	433,36	100,01	6947,15	166,68
MT	4687,74	1953,22	125,01	1562,58	15,63	625,03	2031,35	468,77	32564,13	781,29
MS	3069,31	1278,88	81,85	1023,10	10,23	409,24	1330,03	306,93	21321,46	511,55
MG	4742,15	1975,90	126,46	1580,72	15,81	632,29	2054,93	474,22	32942,14	790,36
PR	441,19	183,83	11,77	147,06	1,47	58,83	191,18	44,12	3064,79	73,53
PB	353,92	147,47	9,44	117,97	1,18	47,19	153,37	35,39	2458,57	58,99
PA	2676,39	1115,16	71,37	892,13	8,92	356,85	1159,77	267,64	18592,02	446,07
PE	512,57	213,57	13,67	170,86	1,71	68,34	222,11	51,26	3560,64	85,43
PI	366,23	152,59	9,77	122,08	1,22	48,83	158,70	36,62	2544,04	61,04
RN	304,98	127,08	8,13	101,66	1,02	40,66	132,16	30,50	2118,60	50,83
RS	34,73	14,47	0,93	11,58	0,12	4,63	15,05	3,47	241,25	5,79
RJ	335,77	139,90	8,95	111,92	1,12	44,77	145,50	33,58	2332,48	55,96
RO	1628,35	678,48	43,42	542,78	5,43	217,11	705,62	162,83	11311,58	271,39
RR	97,04	40,43	2,59	32,35	0,32	12,94	42,05	9,70	674,11	16,17
SC	99,04	41,27	2,64	33,01	0,33	13,20	42,92	9,90	687,98	16,51
SE	175,24	73,02	4,67	58,41	0,58	23,37	75,94	17,52	1217,34	29,21
SP	1057,15	440,48	28,19	352,38	3,52	140,95	458,10	105,72	7343,69	176,19
TO	1473,44	613,93	39,29	491,15	4,91	196,46	638,49	147,34	10235,47	245,57
<b>Brasil</b>	<b>30000</b>	<b>12500</b>	<b>800</b>	<b>10000</b>	<b>100</b>	<b>4000</b>	<b>13000</b>	<b>3000</b>	<b>208400</b>	<b>5000</b>

A título ilustrativo quantificamos o potencial de mitigação de cada medida do Plano ABC+ a nível estadual apenas para o GWP100 (Tabelas 6 e 7). Esses resultados foram provenientes da multiplicação de cada área potencialmente disponível para a implementação dessas medidas e o potencial de mitigação, constante, de cada medida a partir de dados do Plano ABC+.

**Tabela 6.** Potencial teórico de mitigação decorrente da implementação de medidas do Plano ABC+ em áreas de pastagem com baixo vigor (ktCO<sub>2</sub>e)

Vigor Baixo (Milhões de kg ou ktCO <sub>2</sub> e)										
Região / medida	Recuperação de Pastagens Degradadas (PRPD)	Sistema de Plantio Direto (SPD)	Sistema Plantio Direto Hortaliças (SPDH)	Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF)	Sistemas Agroflorestais (SAF)	Florestas Plantadas (FP)	Bioinsumos (BI)	Sistemas irrigados (SI)	Manejo de Resíduos de Produção Animal (MRPA)	Terminação Intensiva de Bovinos (TI)
AC	64,83	6,90	0,50	21,61	0,22	290,78	13,34	28,51	158,39	9,26
AL	297,01	31,63	2,30	99,00	0,99	1332,23	61,13	130,61	725,67	42,42
AP	118,56	12,63	0,92	39,52	0,40	531,79	24,40	52,14	289,67	16,93
AM	545,71	58,12	4,22	181,90	1,82	2447,78	112,31	239,98	1333,32	77,94
BA	9119,49	971,30	70,58	3039,83	30,48	40905,37	1876,83	4010,33	22281,40	1302,56
CE	998,61	106,36	7,73	332,87	3,34	4479,26	205,52	439,14	2439,88	142,63
DF	157,47	16,77	1,22	52,49	0,53	706,31	32,41	69,25	384,73	22,49
ES	1867,17	198,87	14,45	622,39	6,24	8375,16	384,27	821,09	4562,00	266,69
GO	11067,68	1178,80	85,66	3689,23	36,99	49643,93	2277,78	4867,05	27041,34	1580,82
MA	1794,00	191,08	13,88	598,00	6,00	8046,96	369,21	788,92	4383,23	256,24
MT	22824,86	2431,04	176,66	7608,29	76,28	102380,64	4697,46	10037,32	55767,34	3260,12
MS	16983,32	1808,87	131,45	5661,11	56,76	76178,49	3495,25	7468,48	41494,87	2425,76
MG	19357,17	2061,70	149,82	6452,39	64,69	86826,35	3983,80	8512,39	47294,82	2764,82
PR	1552,96	165,40	12,02	517,65	5,19	6965,78	319,61	682,92	3794,30	221,81
PB	2231,17	237,64	17,27	743,72	7,46	10007,87	459,18	981,16	5451,34	318,68
PA	5064,14	539,37	39,19	1688,05	16,93	22715,13	1042,22	2226,97	12373,07	723,32
PE	1822,02	194,06	14,10	607,34	6,09	8172,63	374,98	801,24	4451,68	260,24
PI	911,52	97,08	7,05	303,84	3,05	4088,60	187,59	400,84	2227,08	130,19
RN	1426,54	151,94	11,04	475,51	4,77	6398,72	293,59	627,33	3485,42	203,76
RS	29,64	3,16	0,23	9,88	0,10	132,97	6,10	13,04	72,43	4,23
RJ	721,92	76,89	5,59	240,64	2,41	3238,17	148,57	317,47	1763,85	103,11
RO	3416,11	363,84	26,44	1138,70	11,42	15322,93	703,05	1502,25	8346,49	487,93
RR	228,36	24,32	1,77	76,12	0,76	1024,29	47,00	100,42	557,93	32,62
SC	157,37	16,76	1,22	52,46	0,53	705,89	32,39	69,20	384,50	22,48
SE	434,60	46,29	3,36	144,87	1,45	1949,39	89,44	191,12	1061,84	62,07
SP	5399,29	575,07	41,79	1799,76	18,05	24218,47	1111,20	2374,36	13191,94	771,19
TO	5108,50	544,10	39,54	1702,83	17,07	22914,13	1051,35	2246,48	12481,46	729,66
<b>Brasil</b>	<b>113700,00</b>	<b>12110,00</b>	<b>880,00</b>	<b>37900,00</b>	<b>380,00</b>	<b>510000,00</b>	<b>23400,00</b>	<b>50000,00</b>	<b>277800,00</b>	<b>16240,00</b>

**Tabela 7.** Potencial teórico de mitigação decorrente da implementação de medidas do Plano ABC+ em áreas de pastagem com baixo e médio vigor (ktCO<sub>2</sub>e)

Vigor Baixo (Milhões de kg ou ktCO <sub>2</sub> e)										
Região / medida	Recuperação de Pastagens Degradadas (PRPD)	Sistema de Plantio Direto (SPD)	Sistema Plantio Direto Hortaliças (SPDH)	Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF)	Sistemas Agroflorestais (SAF)	Florestas Plantadas (FP)	Bioinsumos (BI)	Sistemas irrigados (SI)	Manejo de Resíduos de Produção Animal (MRPA)	Terminação Intensiva de Bovinos (TI)
AC	458,30	48,81	3,55	152,77	1,53	2055,70	94,32	201,54	1119,75	65,46
AL	680,23	72,45	5,26	226,74	2,27	3051,17	139,99	299,13	1661,99	97,16
AP	75,98	8,09	0,59	25,33	0,25	340,82	15,64	33,41	185,65	10,85
AM	1027,41	109,43	7,95	342,47	3,43	4608,42	211,44	451,81	2510,23	146,75
BA	10099,96	1075,73	78,17	3366,65	33,76	45303,26	2078,62	4441,50	24676,95	1442,60
CE	1679,09	178,84	13,00	559,70	5,61	7531,55	345,57	738,39	4102,48	239,83
DF	87,71	9,34	0,68	29,24	0,29	393,41	18,05	38,57	214,29	12,53
ES	1734,86	184,78	13,43	578,29	5,80	7781,71	357,04	762,91	4238,74	247,79
GO	10476,89	1115,88	81,09	3492,30	35,02	46993,98	2156,19	4607,25	25597,90	1496,44
MA	3790,26	403,69	29,34	1263,42	12,67	17001,17	780,05	1666,78	9260,64	541,37
MT	17766,52	1892,28	137,51	5922,17	59,38	79691,50	3656,43	7812,89	43408,43	2537,63
MS	11632,68	1238,98	90,03	3877,56	38,88	52178,24	2394,06	5115,51	28421,79	1661,52
MG	17972,75	1914,25	139,10	5990,92	60,07	80616,57	3698,88	7903,59	43912,32	2567,08
PR	1672,10	178,09	12,94	557,37	5,59	7500,20	344,13	735,31	4085,40	238,83
PB	1341,36	142,87	10,38	447,12	4,48	6016,65	276,06	589,87	3277,30	191,59
PA	10143,54	1080,37	78,51	3381,18	33,90	45498,71	2087,59	4460,66	24783,42	1448,82
PE	1942,63	206,91	15,04	647,54	6,49	8713,67	399,80	854,28	4746,39	277,47
PI	1387,99	147,83	10,74	462,66	4,64	6225,83	285,66	610,38	3391,24	198,25
RN	1155,88	123,11	8,95	385,29	3,86	5184,68	237,89	508,30	2824,13	165,10
RS	131,62	14,02	1,02	43,87	0,44	590,38	27,09	57,88	321,58	18,80
RJ	1272,57	135,54	9,85	424,19	4,25	5708,09	261,90	559,62	3109,23	181,76
RO	6171,43	657,31	47,76	2057,14	20,63	27681,89	1270,11	2713,91	15078,49	881,48
RR	367,79	39,17	2,85	122,60	1,23	1649,70	75,69	161,74	898,60	52,53
SC	375,35	39,98	2,91	125,12	1,25	1683,62	77,25	165,06	917,08	53,61
SE	664,16	70,74	5,14	221,39	2,22	2979,09	136,69	292,07	1622,73	94,86
SP	4006,61	426,74	31,01	1335,54	13,39	17971,59	824,58	1761,92	9789,23	572,27
TO	5584,32	594,78	43,22	1861,44	18,66	25048,41	1149,28	2455,73	13644,02	797,62
<b>Brasil</b>	<b>113700</b>	<b>12110</b>	<b>880</b>	<b>37900</b>	<b>380</b>	<b>510000</b>	<b>23400</b>	<b>50000</b>	<b>277800</b>	<b>16240</b>

### 4.2.1.2. Potenciais teóricos estaduais: área agropecuária

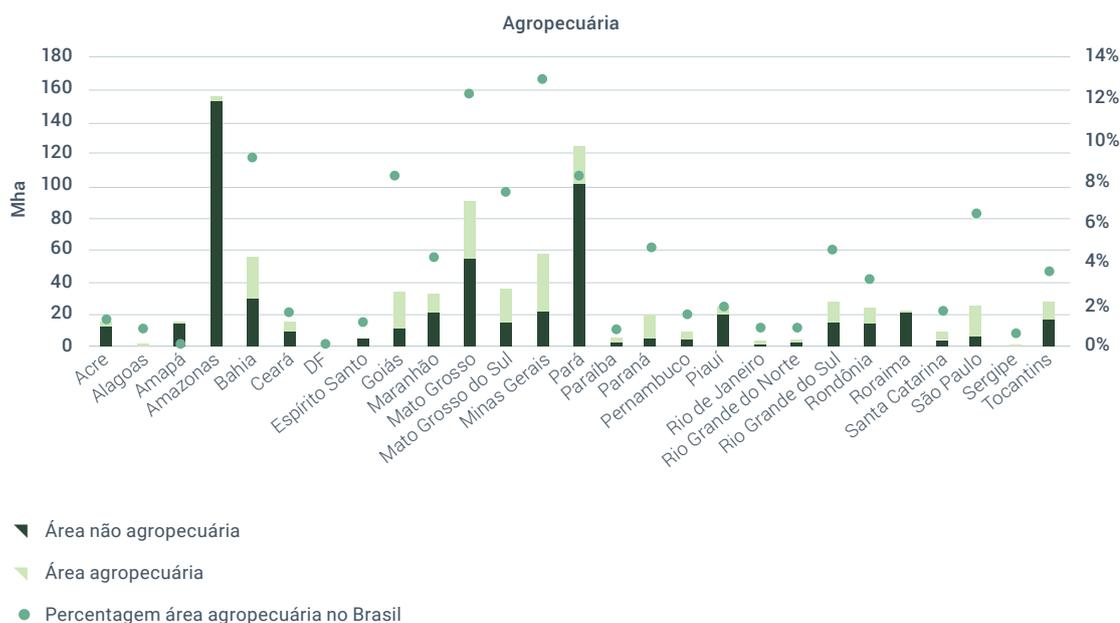
Alternativamente, uma outra forma considerada para estimar os potenciais teóricos estaduais, ou seja, formas de dividir as metas nacionais do Plano ABC+ em metas estaduais, foi através da área agropecuária dos estados. Assim, aqui a estimativa do potencial teórico de cada estado baseou-se na premissa que as estratégias de mitigação serão realizadas proporcionalmente nas áreas agropecuárias existentes no país, e que o fator de emissão seria similar para todo o território brasileiro.



A área agropecuária de cada estado foi obtida na coleção 8 do MapBiomass<sup>8</sup>, somando-se todas as áreas classificadas como agricultura ("Farming") na "classe de cobertura e uso da terra no nível 1". Essa classe inclui pastagem, agricultura, floresta plantada e mosaicos com pastagem e agricultura. Foram calculados os percentuais das áreas agropecuárias estaduais em relação às áreas totais de cada estado e em relação ao total agropecuário do Brasil (Figura 14).

As oito metas brasileiras foram distribuídas proporcionalmente para cada estado, considerando o quantitativo das áreas agropecuárias que cada estado possui, ou seja, o percentual em relação ao total brasileiro. Minas Gerais, Mato Grosso e Bahia são os estados com mais cobertura agropecuária no país. A Tabela 6 apresenta as quantidades de áreas potencialmente destinadas por cada estado para que seja possível atingir as metas estabelecidas pelo Plano ABC+.

**Figura 14.** Área agropecuária dos estados brasileiros, e percentagem sobre o total brasileiro. Fonte: adaptado de MapBiomass, 2024



<sup>8</sup> Projeto MapBiomass – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, acessado em [22/03/2024] através do link: [https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/]

**Tabela 8.** Área potencial teórico para a implementação de medidas do Plano ABC+ considerando a área agropecuária de cada estado

Potencial teórico (Milhares de hectares)										
Região / medida	Recuperação de Pastagens Degradadas (PRPD)	Sistema de Plantio Direto (SPD)	Sistema Plantio Direto Hortaliças (SPDH)	Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF)	Sistemas Agroflorestais (SAF)	Florestas Plantadas (FP)	Bioinsumos (BI)	Sistemas irrigados (SI)	Manejo de Resíduos de Produção Animal (MRPA)	Terminação Intensiva de Bovinos (TI)
AC	252,7	105,3	6,7	84,2	0,8	33,7	109,5	25,3	1755,3	42,1
AL	227,4	94,8	6,1	75,8	0,8	30,3	98,5	22,7	1579,7	37,9
AP	26,2	10,9	0,7	8,7	0,1	3,5	11,3	2,6	181,8	4,4
AM	300,3	125,1	8,0	100,1	1,0	40,0	130,1	30,0	2086,3	50,1
BA	2751,8	1146,6	73,4	917,3	9,2	366,9	1192,4	275,2	19115,6	458,6
CE	484,8	202,0	12,9	161,6	1,6	64,6	210,1	48,5	3367,5	80,8
DF	28,5	11,9	0,8	9,5	0,1	3,8	12,4	2,9	198,1	4,8
ES	350,7	146,1	9,4	116,9	1,2	46,8	152,0	35,1	2436,4	58,5
GO	2458,5	1024,4	65,6	819,5	8,2	327,8	1065,4	245,9	17078,6	409,8
MA	1290,0	537,5	34,4	430,0	4,3	172,0	559,0	129,0	8961,4	215,0
MT	3686,4	1536,0	98,3	1228,8	12,3	491,5	1597,4	368,6	25608,1	614,4
MS	2247,6	936,5	59,9	749,2	7,5	299,7	974,0	224,8	15613,6	374,6
MG	3882,4	1617,7	103,5	1294,1	12,9	517,6	1682,4	388,2	26969,5	647,1
PR	2463,8	1026,6	65,7	821,3	8,2	328,5	1067,6	246,4	17114,9	410,6
PB	262,2	109,2	7,0	87,4	0,9	35,0	113,6	26,2	1821,1	43,7
PA	1457,4	607,3	38,9	485,8	4,9	194,3	631,5	145,7	10124,1	242,9
PE	498,5	207,7	13,3	166,2	1,7	66,5	216,0	49,8	3462,6	83,1
PI	559,6	233,1	14,9	186,5	1,9	74,6	242,5	56,0	3887,0	93,3
RN	275,0	114,6	7,3	91,7	0,9	36,7	119,2	27,5	1910,1	45,8
RS	251,7	104,9	6,7	83,9	0,8	33,6	109,0	25,2	1748,1	41,9
RJ	1412,2	588,4	37,7	470,7	4,7	188,3	611,9	141,2	9809,9	235,4
RO	984,3	410,1	26,2	328,1	3,3	131,2	426,5	98,4	6837,4	164,0
RR	120,6	50,2	3,2	40,2	0,4	16,1	52,2	12,1	837,5	20,1
SC	517,4	215,6	13,8	172,5	1,7	69,0	224,2	51,7	3594,2	86,2
SE	1920,9	800,4	51,2	640,3	6,4	256,1	832,4	192,1	13344,0	320,2
SP	186,8	77,8	5,0	62,3	0,6	24,9	81,0	18,7	1297,8	31,1
TO	1102,6	459,4	29,4	367,5	3,7	147,0	477,8	110,3	7659,3	183,8
<b>Brasil</b>	<b>30000</b>	<b>12500</b>	<b>800</b>	<b>10000</b>	<b>100</b>	<b>4000</b>	<b>13000</b>	<b>3000</b>	<b>208400</b>	<b>5000</b>

### 4.2.1.3. Potenciais teóricos estaduais: valor da produção agropecuária

Considerou-se aqui o valor econômico da produção agropecuária dos estados em relação ao valor total do Brasil para se estimar os potenciais teóricos estaduais. Dessa forma, a estimativa do potencial teórico de cada estado foi baseada na premissa que as estratégias de mitigação considerariam o valor econômico da produção agropecuária dos estados proporcionalmente nas áreas agropecuárias existentes no país, e que o fator de emissão seria similar para todo o território brasileiro.

O valor da produção agropecuária foi obtido no IBGE - Produção Agrícola Municipal (PAM) – para o ano de 2022 (IBGE, 2023a). Foram calculadas as proporções dos valores agropecuários estaduais em relação ao valor econômico total agropecuário do Brasil. Com esses dados, as oito metas brasileiras foram distribuídas proporcionalmente para cada estado (Tabela 7).

**Tabela 9.** Área potencial teórico para a implementação de medidas do Plano ABC+ considerando a área agropecuária de cada estado

Região / medida	Potencial teórico (Milhares de hectares)									
	Recuperação de Pastagens Degradadas (PRPD)	Sistema de Plantio Direto (SPD)	Sistema Plantio Direto Hortaliças (SPDH)	Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF)	Sistemas Agroflorestais (SAF)	Florestas Plantadas (FP)	Bioinsumos (BI)	Sistemas irrigados (SI)	Manejo de Resíduos de Produção Animal (MRPA)	Terminação Intensiva de Bovinos (TI)
AC	24,4	10,2	0,7	8,1	0,1	3,3	10,6	2,4	169,7	4,1
AL	113,3	47,2	3,0	37,8	0,4	15,1	49,1	11,3	787,0	18,9
AP	5,9	2,5	0,2	2,0	0,0	0,8	2,6	0,6	40,9	1,0
AM	66,2	27,6	1,8	22,1	0,2	8,8	28,7	6,6	459,7	11,0
BA	1526,0	635,8	40,7	508,7	5,1	203,5	661,3	152,6	10600,7	254,3
CE	175,6	73,2	4,7	58,5	0,6	23,4	76,1	17,6	1219,9	29,3
DF	70,4	29,3	1,9	23,5	0,2	9,4	30,5	7,0	489,0	11,7
ES	620,5	258,5	16,5	206,8	2,1	82,7	268,9	62,1	4310,5	103,4
GO	2786,9	1161,2	74,3	929,0	9,3	371,6	1207,7	278,7	19359,7	464,5
MA	539,0	224,6	14,4	179,7	1,8	71,9	233,6	53,9	3744,3	89,8
MT	6317,7	2632,4	168,5	2105,9	21,1	842,4	2737,7	631,8	43887,3	1053,0
MS	1812,7	755,3	48,3	604,2	6,0	241,7	785,5	181,3	12592,3	302,1
MG	3155,6	1314,8	84,1	1051,9	10,5	420,7	1367,4	315,6	21920,8	525,9
PR	880,9	367,1	23,5	293,6	2,9	117,5	381,7	88,1	6119,6	146,8
PB	82,4	34,3	2,2	27,5	0,3	11,0	35,7	8,2	572,1	13,7
PA	3040,3	1266,8	81,1	1013,4	10,1	405,4	1317,5	304,0	21120,3	506,7
PE	268,4	111,8	7,2	89,5	0,9	35,8	116,3	26,8	1864,6	44,7
PI	482,6	201,1	12,9	160,9	1,6	64,3	209,1	48,3	3352,2	80,4
RN	76,1	31,7	2,0	25,4	0,3	10,2	33,0	7,6	528,9	12,7
RS	101,0	42,1	2,7	33,7	0,3	13,5	43,8	10,1	701,8	16,8
RJ	2338,6	974,4	62,4	779,5	7,8	311,8	1013,4	233,9	16245,5	389,8
RO	376,5	156,9	10,0	125,5	1,3	50,2	163,2	37,7	2615,7	62,8
RR	61,8	25,8	1,6	20,6	0,2	8,2	26,8	6,2	429,6	10,3
SC	726,4	302,7	19,4	242,1	2,4	96,9	314,8	72,6	5045,9	121,1
SE	3723,7	1551,5	99,3	1241,2	12,4	496,5	1613,6	372,4	25867,3	620,6
SP	78,7	32,8	2,1	26,2	0,3	10,5	34,1	7,9	546,7	13,1
TO	548,2	228,4	14,6	182,7	1,8	73,1	237,5	54,8	3807,9	91,4
<b>Brasil</b>	<b>30000</b>	<b>12500</b>	<b>800</b>	<b>10000</b>	<b>100</b>	<b>4000</b>	<b>13000</b>	<b>3000</b>	<b>208400</b>	<b>5000</b>

#### 4.2.1.4 Comparação do potencial teórico de mitigação de emissões de GEE do setor agropecuário com as metas já anunciadas pelos estados

Para finalizarmos esta seção comparamos as metas dos estados que apresentaram seus Planos ABC+ com os potenciais teóricos calculados (Tabela 8). Observa-se que as metas anunciadas pelos estados estão consideravelmente abaixo do potencial teórico calculado em termos de área comprometida. A única exceção, Rio Grande do Sul, também tem potencial menor do que o estimado se a contribuição do valor da produção estadual for considerada na estimativa. Ademais, o potencial teórico destas medidas aponta para oportunidades significativas de expansão, indicando áreas em que a implementação pode ser otimizada para atingir metas mais ambiciosas de sustentabilidade e redução de GEE. Assim, verifica-se uma lacuna de ambição, ou seja, as metas estaduais anunciadas e previstas em seis estados estão aquém do potencial teórico de implementação. Logo, destaca-se a necessidade de um aumento significativo nos esforços assumidos para acelerar as estratégias incluídas no Plano ABC+.

No que diz respeito às medidas anunciadas, mesmo que aquém de alguns potenciais teóricos estimados, a recuperação de pastagens degradadas se destaca em Minas Gerais e Mato Grosso, abrangendo 4,06 e 3,82 Mha, respectivamente. Por seu turno, o sistema de plantio direto de grãos tem significativa aplicação em Mato Grosso, cobrindo 3,30 Mha. Acresce que a integração lavoura pecuária floresta é bastante relevante nos estados de Minas Gerais (0,65Mha) e Ceará (0,05Mha).

Esta análise comparativa evidencia a diversidade de estratégias adotadas para diferentes contextos regionais, ressaltando a importância de abordagens específicas para a mitigação de emissões no setor agropecuário.



Tabela 10. Comparação das metas assumidas nos planos ABC+ estaduais e área potencial teórica para a implementação de medidas do Plano ABC+

	Recuperação de Pastagens Degradadas (PRPD)	Sistema de Plantio Direto (SPD)	Sistema Plantio Direto Hortaliças (SPDH)	Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF)	Sistemas Agroflorestais (SAF)	Florestas Plantadas (FP)	Bioinsumos (BI)	Sistemas irrigados (SI)	Manejo de Resíduos de Produção Animal (MRPA)	Terminação Intensiva de Bovinos (TI)	
	Milhares de hectares	Milhares de hectares	Milhares de hectares	Milhares de hectares	Milhares de hectares	Milhares de hectares	Milhares de hectares	Milhares de hectares	Milhares m³	Milhares de bovinos	
Potencial teórico AL	<b>Alagoas</b>	<b>10</b>	<b>3,5</b>	<b>2</b>	<b>3,5</b>	<b>0,2</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	Mapbiomas Pastagens (vigor baixo)	78,4	32,7	2,1	26,1	0,3	10,5	34	7,8	544,4	13,1
	Mapbiomas Pastagens (vigores baixo e médio)	179,5	74,8	4,8	59,8	0,6	23,9	77,8	17,9	1246,8	29,9
	Mapbiomas Agricultura	227,4	94,8	6,1	75,8	0,8	30,3	98,5	22,7	1579,7	37,9
	IBGE-PAM Valor da produção	113,3	47,2	3,0	37,8	0,4	15,1	49,1	11,3	787,0	18,9
Potencial teórico CE	<b>Ceará</b>	<b>1,2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>53,1</b>	<b>0,3</b>	<b>3,2</b>	<b>22,5</b>	<b>0,4</b>	<b>68</b>	<b>0</b>
	Mapbiomas Pastagens (vigor baixo)	263,5	109,8	7	87,8	0,9	35,1	114,2	26,4	1830,4	43,9
	Mapbiomas Pastagens (vigores baixo e médio)	443	184,6	11,8	147,7	1,5	59,1	192	44,3	3077,6	73,8
	Mapbiomas Agricultura	484,8	202,0	12,9	161,6	1,6	64,6	210,1	48,5	3367,5	80,8
	IBGE-PAM Valor da produção	175,6	73,2	4,7	58,5	0,6	23,4	76,1	17,6	1219,9	29,3
Potencial teórico SE	<b>Sergipe</b>	<b>1,5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>300 unidades produtivas</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	Mapbiomas Pastagens (vigor baixo)	114,7	47,8	3,1	38,2	0,4	15,3	49,7	11,5	796,6	19,1
	Mapbiomas Pastagens (vigores baixo e médio)	175,2	73	4,7	58,4	0,6	23,4	75,9	17,5	1217,3	29,2
	Mapbiomas Agricultura	186,8	77,8	5,0	62,3	0,6	24,9	81,0	18,7	1297,8	31,1
	IBGE-PAM Valor da produção	78,7	32,8	2,1	26,2	0,3	10,5	34,1	7,9	546,7	13,1
Potencial teórico MG	<b>Minas Gerais</b>	<b>4062</b>	<b>1504,7*</b>		<b>650</b>	<b>6,5</b>	<b>80</b>	<b>1880</b>	<b>236,1</b>	<b>5780</b>	<b>1000,9</b>
	Mapbiomas Pastagens (vigor baixo)	5107,4	2128,1	136,2	1702,5	17	681	2213,2	510,7	35479,6	851,2
	Mapbiomas Pastagens (vigores baixo e médio)	4742,2	1975,9	126,5	1580,7	15,8	632,3	2054,9	474,2	32942,1	790,4
	Mapbiomas Agricultura	3882,4	1617,7	103,5	1294,1	12,9	517,6	1682,4	388,2	26969,5	647,1
	IBGE-PAM Valor da produção	3155,6	1314,8	84,1	1051,9	10,5	420,7	1367,4	315,6	21920,8	525,9
Potencial teórico MT	<b>Mato Grosso</b>	<b>3820</b>	<b>3300</b>	<b>0,6</b>	<b>1300</b>	<b>0,3</b>	<b>285</b>	<b>3300</b>	<b>500</b>	<b>10000</b>	<b>750</b>
	Mapbiomas Pastagens (vigor baixo)	6022,4	2509,3	160,6	2007,5	20,1	803	2609,7	602,2	41835,5	1003,7
	Mapbiomas Pastagens (vigores baixo e médio)	4687,7	1953,2	125	1562,6	15,6	625	2031,4	468,8	32564,1	781,3
	Mapbiomas Agricultura	3686,4	1536,0	98,3	1228,8	12,3	491,5	1597,4	368,6	25608,1	614,4
	IBGE-PAM Valor da produção	6317,7	2632,4	168,5	2105,9	21,1	842,4	2737,7	631,8	43887,3	1053,0
Potencial teórico PR	<b>Paraná</b>	<b>351</b>	<b>400</b>	<b>4</b>	<b>500</b>	<b>30</b>	<b>220</b>	<b>430</b>	<b>48</b>	<b>78900</b>	<b>60</b>
	Mapbiomas Pastagens (vigor baixo)	409,8	170,7	10,9	136,6	1,4	54,6	177,6	41	2846,4	68,3
	Mapbiomas Pastagens (vigores baixo e médio)	2676,4	1115,2	71,4	892,1	8,9	356,9	1159,8	267,6	18592	446,1
	Mapbiomas Agricultura	1457,4	607,3	38,9	485,8	4,9	194,3	631,5	145,7	10124,1	242,9
	IBGE-PAM Valor da produção	3040,3	1266,8	81,1	1013,4	10,1	405,4	1317,5	304,0	21120,3	506,7
Potencial teórico SC	<b>Santa Catarina</b>	<b>75,9</b>	<b>126,3</b>	<b>7,8</b>	<b>6,1</b>	<b>-</b>	<b>503,9</b>	<b>-</b>	<b>4,2</b>	<b>0</b>	<b>-</b>
	Mapbiomas Pastagens (vigor baixo)	41,5	17,3	1,1	13,8	0,1	5,5	18	4,2	288,4	6,9
	Mapbiomas Pastagens (vigores baixo e médio)	99	41,3	2,6	33	0,3	13,2	42,9	9,9	688	16,5
	Mapbiomas Agricultura	517,4	215,6	13,8	172,5	1,7	69,0	224,2	51,7	3594,2	86,2
	IBGE-PAM Valor da produção	726,4	302,7	19,4	242,1	2,4	96,9	314,8	72,6	5045,9	121,1
Potencial teórico RS	<b>Rio Grande do Sul</b>	<b>1430</b>	<b>600*</b>		<b>1000</b>	<b>5</b>	<b>322</b>	<b>1000</b>	<b>216</b>	<b>11800</b>	<b>200</b>
	Mapbiomas Pastagens (vigor baixo)	7,8	3,3	0,2	2,6	0	1	3,4	0,8	54,3	1,3
	Mapbiomas Pastagens (vigores baixo e médio)	34,7	14,5	0,9	11,6	0,1	4,6	15	3,5	241,2	5,8
	Mapbiomas Agricultura	1412,2	588,4	37,7	470,7	4,7	188,3	611,9	141,2	9809,9	235,4
	IBGE-PAM Valor da produção	2338,6	974,4	62,4	779,5	7,8	311,8	1013,4	233,9	16245,5	389,8

Nota: Os potenciais teóricos (fonte verde) com sombreamento vermelho são superiores às metas propostas (fonte preta) pelos estados, os em verde são inferiores, ou seja, em verde as metas estatais superam o potencial teórico calculado, e os em amarelo potenciais em amarelo mostram similaridade entre o potencial e a meta.

\*Os planos de Minas Gerais e do Rio Grande do Sul apresentam uma meta unificada para sistemas de plantio direto.



### 4.3 Contribuições do Plano ABC+ para mitigação de GEE segundo métricas GWP e GTP

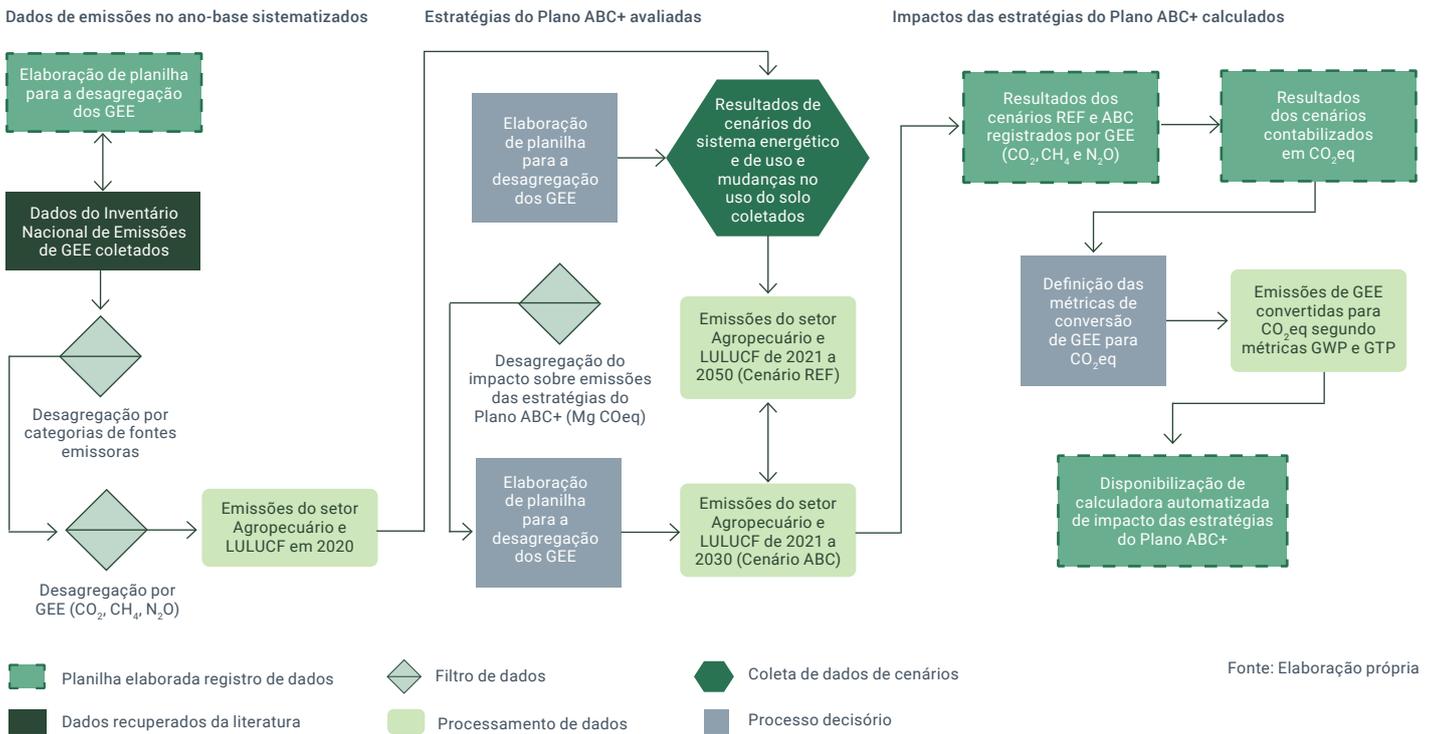
O Plano ABC+ apresenta o compromisso de mitigação e contribuições para adaptação do setor agropecuário até 2030 (MAPA, 2021a). Ademais, apresenta referências e fatores de mitigação de emissões de cada estratégia em CO<sub>2</sub>e, segundo a métrica GWP100.

A partir do acesso ao plano, foi elaborado um procedimento metodológico visando avaliar o impacto das medidas do plano sobre a evolução das emissões do setor agropecuário e de uso da terra, mudanças do uso da terra e florestas (LULUCF, sigla em inglês) (Figura 15). A avaliação integrada destes setores fez-se necessária porque as estratégias de baixo carbono propostas no âmbito do Plano ABC+, como é o caso de recuperação de pastagens degradadas e sistemas conservacionistas (sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Florestas), produzem impactos sobre o setor de LULUCF. Por este motivo, foi necessário contabilizar em termos de alterações no balanço de carbono em face a mudanças no uso da terra, conforme diretrizes do IPCC de elaboração de inventários nacionais de GEE (IPCC, 2006, 2019).

A metodologia aplicada para avaliar o impacto das estratégias do plano contempla três etapas: i) sistematização de dados de emissões para o ano-base de 2020 (4.2.1); ii) avaliação do impacto das estratégias do Plano ABC+ em face a resultados de cenários de emissões coletadas na literatura científica (4.2.2); e iii) conversão de impactos das estratégias do plano de CO<sub>2</sub>e (4.2.3), segundo diferentes métricas, automatizada em ferramenta paramétrica elaborada em MS-Excel (Anexo II).

Nas próximas subseções, são descritas com maior nível de detalhamento e resultados, estas diferentes etapas.

**Figura 15.** Fluxograma de atividades visando à avaliação dos impactos do Plano ABC+ sobre as emissões nacionais segundo métricas de CO<sub>2</sub>e



### 4.3.1. Dados de emissões de GEE do ano-base sistematizados

Com base nas categorias de emissões da agropecuária e LULUCF do guia metodológico de elaboração de inventários do IPCC de 2006 (IPCC, 2006), em uma primeira etapa, foi elaborada uma planilha em MS-Excel para reporte das emissões setoriais, desagregadas segundo diferentes GEE, quais sejam dióxido de carbono, metano e óxido nítrico.

Os dados foram coletados junto à 6ª edição das Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, elaborada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI, 2021) a qual registra informações desagregadas por GEE para o ano-base deste estudo (2020). A referida publicação, em linha com IPCC (2006), reporta emissões da agropecuária em sete subsetores: i) Fermentação Entérica; ii) Manejo de Dejetos; iii) Cultivo de Arroz; iv) Solos Manejados; v) Queima de Resíduos Agrícolas; vi) Calagem; e vii) Aplicação de Ureia. As emissões de GEE decorrem, sobretudo, da produção pecuária e agrícola, e os principais fatores que influenciam essas emissões são o

tamanho da população animal, a quantidade e a qualidade da produção agrícola. Em termos de uso da terra, mudanças do uso da terra e florestas, as categorias são discriminadas em: i) Floresta; ii) Agricultura; iii) Campo/Pastagem; iv) Área alagada; v) Assentamentos; vi) Outras terras; vii) Produtos florestais madeireiros; viii) Outros. Em linhas gerais, são quantificadas as emissões e remoções decorrentes de transições de uso do solo, que particularmente são impactadas por dados de atividade relativos ao desmatamento nos biomas, assim como rotações nos sistemas de cultivo agrícolas.

Uma vez coletados, as emissões dos setores da agropecuária e LULUCF passaram por dois filtros para serem registradas junto ao MS-Excel. Primeiramente, foram desagregadas nas supracitadas categorias, e em seguida ao nível dos GEE de interesse do estudo (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O). Assim sendo, a etapa foi concluída com o registro desagregado destas informações na planilha, constituindo-se no ano-base para modelagem de projeções visando à avaliação dos impactos das estratégias do Plano ABC+ sobre as emissões.



#### 4.3.2. Estratégias do Plano ABC+ avaliadas

A segunda etapa metodológica tratou de estimar os efeitos das estratégias de baixo carbono da agropecuária, comparativamente a um cenário referência (REF), no período de 2021 a 2030, baseado em (SOTERRONI et al., 2023, ANGELKORTE, 2023). A partir da definição do horizonte de projeção, foram estabelecidos os pressupostos para as emissões dos setores da agropecuária e LULUCF no cenário REF. As emissões para o setor agropecuário foram obtidas a partir do modelo de otimização BLUES (Brazilian Land-Use and Energy System), sendo parametrizados e calibrados a partir de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e MCTI (ANGELKORTE, 2019, 2023, IBGE, 2023a, b, KOBERLE, 2018, MCTI, 2022). Os cálculos das emissões de GEE para o setor agropecuário levaram em consideração as principais culturas, criações e insumos em âmbito nacional, dentre os quais:

- ▼ **Culturas:** Soja, milho, cana-de-açúcar, arroz (irrigado e total), feijão, mandioca, trigo e outras culturas temporárias.
- ▼ **Criações:** Bovinos de corte, bovinos de leite, ovinos, suínos, aves e outros animais
- ▼ **Insumos:** Fertilizante nitrogenado, fertilizante sintético, fertilizante orgânico, calagem e ureia.

Importante destacar que o modelo BLUES possui uma grande variedade de produtos agropecuários e criações, contudo, não existe detalhamento das criações de ovinos e outros animais. Nesse caso, para haver a projeção dessas criações, optou-se por utilizar o fator de expansão total do setor agropecuário para calcular os seus crescimentos anuais. Portanto, trata-se de hipótese simplificadora.

As emissões para o setor LULUCF foram obtidas a partir do modelo de equilíbrio parcial GLOBIOM-Brazil (SOTERRONI et al., 2018, 2019, 2023), com alguns ajustes para alinhamento de premissas com a modelagem da agropecuária realizada no BLUES (ANGELKORTE, 2019, 2023). As emissões projetadas pelo modelo consideram as conversões do uso da terra (dentre elas desmatamento) e mapas de conteúdo de carbono.

Vale ressaltar que as mudanças do uso da terra estimadas pelo GLOBIOM-Brazil, incluindo o corte raso de vegetação nativa, foram calculadas endogenamente para atender a demanda por mais de 30 commodities, tais como soja, milho e cana-de-açúcar, madeira, carne bovina, dentre outras produzidas no país e em outras 29 regiões/ países interconectados por meio do comércio internacional. As demandas para cada país/ região foram estimadas a partir dos Shared Socioeconomic Pathways (SSPs), que projetam o crescimento da população e de produto interno bruto (PIB).

O modelo também leva em consideração mudanças de tecnologia que podem ser traduzidas em aumento da produtividade das culturas agrícolas, de acordo com o crescimento do PIB, entre outros aspectos (ANGELKORTE, 2019, 2023). Outra componente importante da demanda é a preferência de dieta, que ajudou a definir, por exemplo, o consumo de cereais e de proteína

animal por indivíduo de acordo com cada uma das narrativas dos SSPs.

Uma visão ainda mais detalhada desses pressupostos pode ser verificada na aba “Sobre” da ferramenta disponibilizada no Anexo II. Cumpre destacar que os resultados de cenários são oriundos de publicações derivadas de rodadas de modelagem das ferramentas BLUES e GLOBIOM-Brasil.

A Tabela 4 apresenta as emissões projetadas no cenário REF até 2050, subdividindo-as em categorias de emissões. No caso da agropecuária, projeta-se um crescimento das emissões de 23% no período, evolução que é explicada, sobretudo, pela categoria da fermentação entérica. De fato, o crescimento das emissões entéricas, sobretudo da pecuária bovina de corte, é ligeiramente superior ao crescimento esperado do rebanho bovino (19% no período), o que denota a relevância da adoção de medidas de baixo carbono, como a terminação intensiva, para diminuir a intensidade de carbono do rebanho de corte.

**Tabela 11:** Emissões projetadas no cenário REF do setor agropecuário e de uso do solo, mudanças do uso do solo e florestas por categorias

Categorias de emissões	Emissões totais no Cenário de Referência por Categoria (Gg CO <sub>2</sub> e)						
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Fermentação entérica	370.599	401.371	400.395	407.936	420.766	431.848	445.405
Manejo de dejetos animais	28.518	31.129	32.104	33.394	34.604	35.572	36.537
Cultivo de arroz	11.330	11.441	12.649	13.811	14.715	15.452	16.111
Solos manejados	126.394	133.234	140.808	146.014	153.780	160.781	164.168
Queima de resíduos agrícolas	477	478	481	495	519	545	556
Calagem	21.593	22.352	22.007	22.995	23.527	24.524	25.719
Aplicação de ureia	4.412	4.452	5.196	5.448	5.810	6.170	6.153
<b>Total Agropecuária</b>	<b>563.323</b>	<b>604.457</b>	<b>613.641</b>	<b>630.093</b>	<b>653.722</b>	<b>674.892</b>	<b>694.649</b>
<b>Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas</b>	<b>643.118</b>	<b>358.944</b>	<b>361.574</b>	<b>275.003</b>	<b>327.632</b>	<b>509.342</b>	<b>517.816</b>
<b>Total Agricultura, Florestas e Outros Usos da Terra</b>	<b>1.206.441</b>	<b>963.401</b>	<b>975.216</b>	<b>905.096</b>	<b>981.354</b>	<b>1.184.235</b>	<b>1.212.465</b>

Fonte: Elaboração própria.

No caso de setor de LULUCF, a queda nas emissões até 2035 é fruto da tendência atual de redução nas taxas de desmatamento, comportamento que é entendido como sustentado diante do planejamento e políticas de comando e controle, traduzidos em metas de redução da supressão da vegetação do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) e Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Bioma Cerrado (PPCerrado) (MMA, 2023a, b). No médio e no longo prazo, pressupondo-se que novas fases destes planos não sejam criadas, assim como diante do aumento na demanda internacional por commodities agrícolas do Brasil, ter-se-ia novamente o aumento nas emissões do setor de LULUCF, contudo resultando em emissões 20% inferiores em 2050 em relação ao nível verificado em 2020.

Como antecipado, as métricas GWP e GTP, considerando o horizonte temporal estabelecido como referencial no Plano ABC (100 anos), possuem grande impacto sobre as categorias de emissões do setor agropecuário. A Figura 13 mostra, sob uma visão da métrica GWP100, a preponderância de

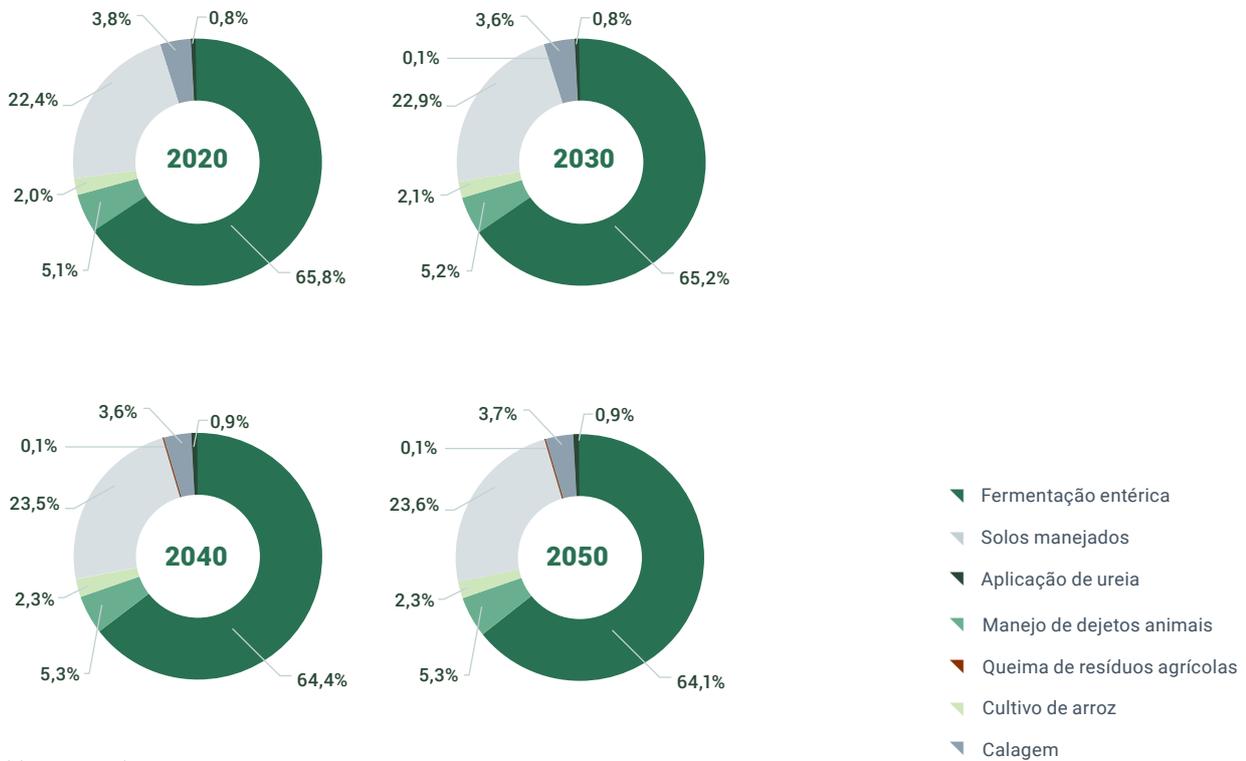
emissões das categorias de fermentação entérica e solos manejados. Por outro lado, ao converter emissões em CO<sub>2</sub>e por uma métrica GTP100, que foi defendida pelo Brasil na primeira versão da NDC submetida junto ao Acordo de Paris (BRASIL, 2015), há uma inversão desta tendência entre categorias, passando solos manejados a serem mais relevantes (Figura 14).

Ainda que seja justificável a argumentação em defesa da métrica GTP100 para reduzir o impacto das emissões da agropecuária sobre o Inventário Nacional de Emissões de GEE (queda de 694 MtCO<sub>2</sub>e para 259 MtCO<sub>2</sub>e, segundo as métricas GWP100 e GTP100 em 2050, respetivamente – Anexo II), poderá se verificar posteriormente nesse documento que a adoção desta métrica implica em menor impacto absoluto de redução de emissões das estratégias do Plano ABC+, o que resultaria em menor nível de créditos de carbono sendo gerados pelo setor para comercialização no Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões, ou mesmo no mercado de Internationally Transferred Mitigation Outcomes (ITMOS).



Figura 16. Participação por categoria nas emissões do setor agropecuário em anos selecionados (métrica GWP100)

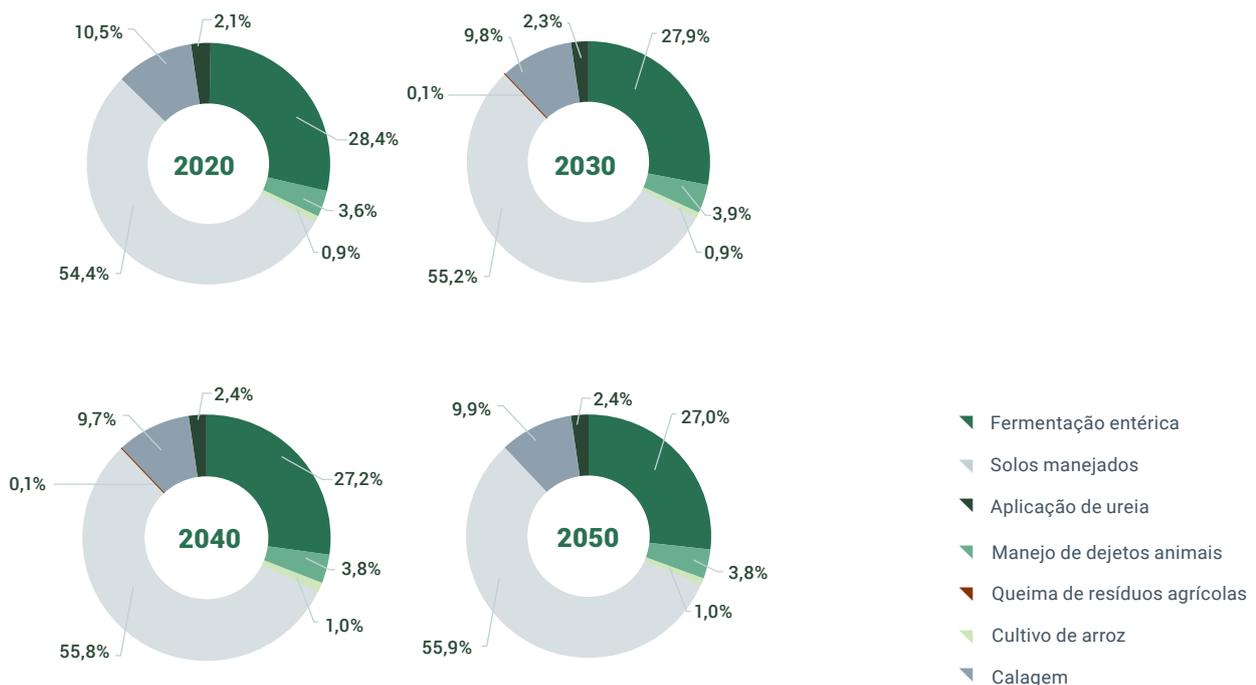
% das emissões por ano



Fonte: Elaboração própria.

Figura 17. Participação por categoria nas emissões do setor agropecuário em anos selecionados (métrica GTP100)

% das emissões por ano



Fonte: Elaboração própria.

Diante da conclusão das projeções de emissões do cenário REF, partiu-se para o estabelecimento dos parâmetros de cálculo das estratégias do Plano ABC+. Uma vez acessadas as estimativas de potenciais totais de mitigação das medidas citadas no plano (MAPA, 2021b), estes foram anualizados e avaliados em termos da incidência de impactos sobre os GEE (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O). Mais do que isso, foram estimados os potenciais de mitigação segunda as métricas de equivalência e horizontes temporais de interesse definidos para o estudo, que serão detalhados posteriormente neste documento.

A Tabela 5 apresenta os potenciais de mitigação das estratégias do Plano ABC+, com GEE impactados e em qual nível (%), assim como a conversão destes impactos por métricas e horizontes temporais de equivalência.

**Tabela 12:** Potencial de mitigação de emissões das estratégias reportadas pelo Plano ABC+, segundo diferentes métricas de equivalência de GEE

Estratégias do Plano ABC+	Potencial de mitigação de emissões	GEE mitigado	Potencial de mitigação de emissões (Milhões de MgCO <sub>2</sub> e)							
			GWP20	GWP50	GWP100	GWP500	GTP20	GTP50	GTP100	GTP500
Recuperação de Pastagens Degradadas	3,79 MgCO <sub>2</sub> /ha.ano	CO <sub>2</sub> (100%)	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Sistema de Plantio Direto	0,97 MgCO <sub>2</sub> /ha.ano	CO <sub>2</sub> (100%)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sistema Plantio Direto Hortaliças	0,0415 MgN <sub>2</sub> O/ha.ano	N <sub>2</sub> O (100%)	11,0	11,4	11,0	5,5	11,5	11,7	9,7	1,8
Integração Lavoura Pecuária Floresta	3,41 MgCO <sub>2</sub> /ha.ano	CO <sub>2</sub> (100%)	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Sistemas Agroflorestais	379 MgCO <sub>2</sub> /ha.ano	CO <sub>2</sub> (100%)	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Florestas Plantadas	127,5 MgCO <sub>2</sub> /ha.ano	CO <sub>2</sub> (100%)	127,5	127,5	127,5	127,5	127,5	127,5	127,5	127,5
Bioinsumos	0,0068 MgN <sub>2</sub> O/ha.ano	N <sub>2</sub> O (100%)	1,8	1,8	1,8	0,9	1,9	1,9	1,6	0,3
Sistemas irrigados	16,67 MgCO <sub>2</sub> /ha.year	CO <sub>2</sub> (100%)	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7
Manejo de Resíduos de Produção Animal	0,0476 MgCH <sub>4</sub> /m <sup>3</sup>	CH <sub>4</sub> (100%)	4,0	2,3	1,3	0,4	3,3	0,7	0,2	0,1
Terminação Intensiva de Bovinos	Balanço TI		15,3	7,6	3,4	-0,3*	12,0	0,2	-1,7*	-1,3*
	0.217 MgCH <sub>4</sub> /animal	CH <sub>4</sub>	18,1	10,4	6,2	1,8	14,9	3,1	1,0	0,4
	0.0050 MgN <sub>2</sub> O/animal	N <sub>2</sub> O	-1,3*	-1,4*	-1,3*	-0,7*	-1,4*	-1,4*	-1,2*	-0,2*
	1.49 MgCO <sub>2</sub> /animal	CO <sub>2</sub>	-1,5*	-1,5*	-1,5*	-1,5*	-1,5*	-1,5*	-1,5*	-1,5*

Nota: \*aumento da emissão de GEE.

Fonte: Elaboração própria.

Ainda ao nível da desagregação dos impactos por estratégias de descarbonização, fez-se necessário estudar em quais categorias setoriais de emissões as metas seriam atribuídas/estimadas. Foram avaliados os relatórios de referência da agropecuária e de LULUCF da Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção do Clima, análise da qual resultou a matriz de impactos constante na Tabela 6 (MCTI, 2020a, 2021b, c, d). Trata-se do vetor/células da ferramenta paramétrica de modelagem (Anexo II) aos quais foram aplicados os potenciais de mitigação listados na Tabela 5.

**Tabela 13:** Matriz de impactos das estratégias do Plano ABC+ por categoria de emissões do inventário

<b>Estratégias do Plano ABC+</b>	<b>Setor</b>	<b>Categoria de emissão impactada</b>
<b>Florestas plantadas</b>	LULUCF	4.A. Floresta
<b>Manejo de resíduos da produção animal</b>	Agropecuária	3.B. Manejo de Dejetos Animais
<b>Recuperação de pastagens degradadas</b>	LULUCF	4.C. Campo/Pastagem
<b>Sistemas irrigados</b>	Agropecuária	3.D. Solos manejados
<b>Sistemas agroflorestais</b>	LULUCF	4.A. Floresta
<b>Integração lavoura-pecuária-floresta</b>	LULUCF	4.B. Agricultura (50%) e 4.C. Campo/Pastagem (50%)
<b>Bioinsumos</b>	Agropecuária	3.D. Solos manejados
<b>Terminação intensiva</b>	Agropecuária	3.A. Fermentação entérica*
<b>Sistema de plantio direto de grãos</b>	LULUCF	4.B. Agricultura
<b>Sistema de plantio direto de hortaliças</b>	LULUCF	4.B. Agricultura

Nota: \* A terminação intensiva resulta em aumento das emissões capturado em outras duas categorias, quais sejam 3.B. Manejo de dejetos e 3.H. Aplicação de ureia.

Fonte: Elaboração própria.

Em seguida, foram definidos os cenários de impactos das medidas de baixo carbono para o período de 2021 a 2030. Neste caso, optou-se por avaliar efeitos das políticas segundo diferentes níveis de implementação, estratégia a qual tem sido frequentemente adotada em ferramentas governamentais e planos estratégias para estimar o sucesso de políticas de descarbonização na economia (ANP, 2024, MAPA, 2024, MCTI, 2024). Assim sendo, foram definidos cenários de impactos considerando níveis de adoção dos potenciais de mitigação anuais das estratégias do Plano ABC de 100%, 75%, 50% e 25%, ora intitulados de cenários ABC100, ABC75, ABC50 e ABC25, respetivamente.

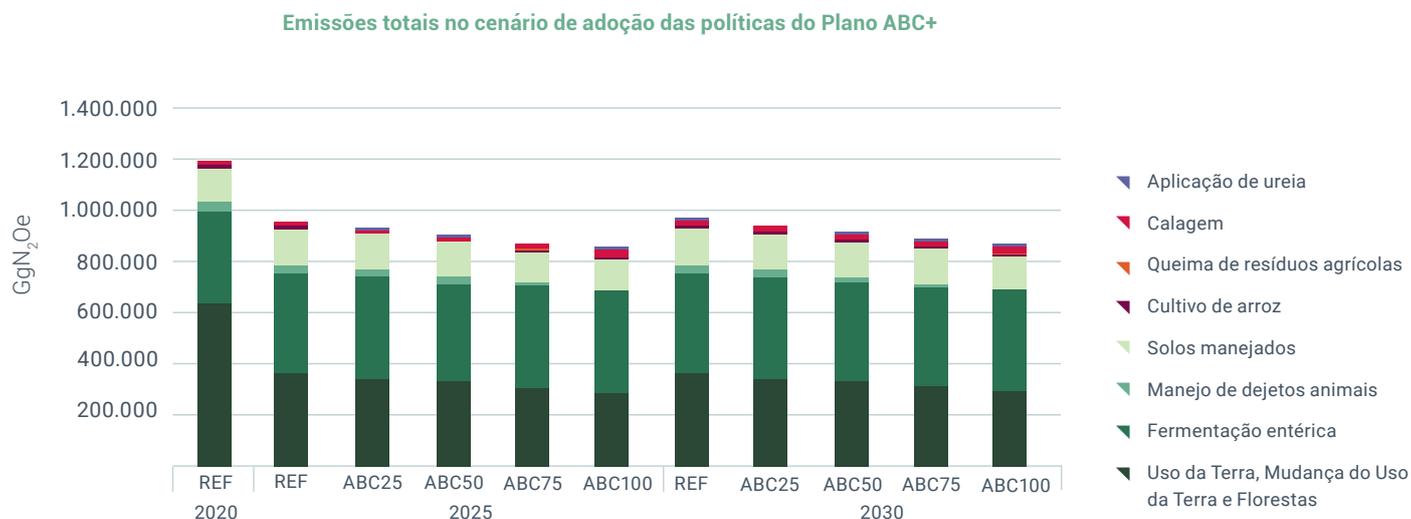


### 4.3.3. Impactos das metas do Plano ABC+ automatizados em calculadora

Perante a definição dos cenários de adoção das estratégias do Plano ABC+, foram registrados na ferramenta (Anexo II) os impactos desagregados por CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O. Em seguida, os resultados foram contabilizados em CO<sub>2</sub>e, o que permitiu a aplicação de diferentes horizontes temporais às métricas GWP (Tabela 14) e GTP (Tabela 15), assim viabilizando uma análise ampla dos impactos de forma automatizada.

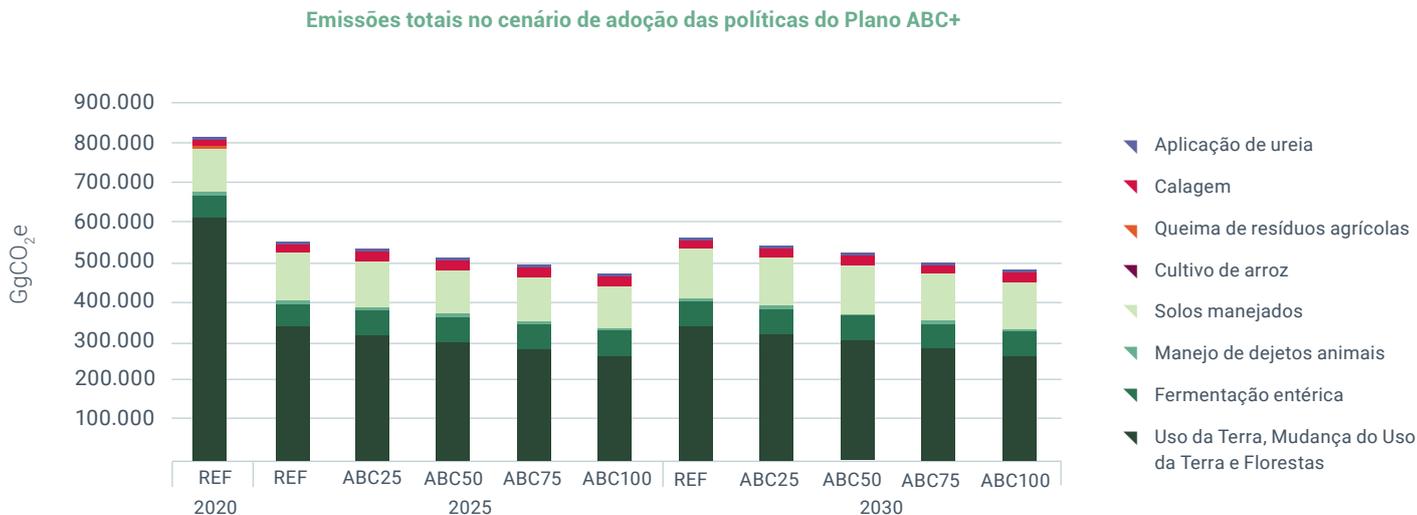
Assim sendo, exemplificam-se impactos com relação ao cenário REF em 2025 e 2030, em alusão às metas de emissões da NDC brasileira de 1,32 e 1,20 GtCO<sub>2</sub>e nos mesmos anos, respetivamente, conforme métrica GWP100. Cumpre notar que, caso as estratégias do plano ABC+ fossem implementadas integralmente, os níveis relativos (%) de redução em face ao cenário REF seriam de 11% e 15% respetivamente segundo as métricas GWP100 e GTP100, tanto em 2025 quanto em 2030. Ou seja, a métrica GTP é favorecida quando avaliado o potencial em níveis relativos. Contudo, ao avaliar o impacto sobre a redução de emissões em termos absolutos, os potenciais acumulados são de 1.083 e 817 MtCO<sub>2</sub> segundo as métricas GWP100 e GTP100 no período de 2021 a 2030 (Figura 17, Figura 18, Tabela 14, Tabela 15).

Figura 18: Emissões totais segundo diferentes níveis de adoção das estratégias do Plano ABC+ em anos seleccionados (métrica GWP100)



Fonte: Elaboração própria.

**Figura 19:** Emissões totais segundo diferentes níveis de adoção das estratégias do Plano ABC+ em anos selecionados (métrica GTP100)



Fonte: Elaboração própria.



Sob uma lógica de integração do setor agropecuário ao mercado internacional de commodities, em que o mercado de carbono representa uma oportunidade, a adoção da métrica GWP para contabilizar resultados do Plano ABC+, frente à métrica GTP, representaria renda adicional proveniente da comercialização de créditos de carbono. Caso as medidas do Plano ABC+ sejam implementadas em sua integralidade, o uso da métrica GWP100 representaria um adicional de 266 milhões de toneladas de carbono-equivalente contabilizados pelo mercado, o que representaria uma renda adicional advindo da comercialização de créditos, considerando o preço médio atualmente praticado no mercado europeu (56 euros por tCO<sub>2</sub>), de 14,9 bilhões de euros, recursos os quais poderiam ser investidos no financiamento de estratégias adicionais de baixo carbono.

As Tabela 14 e Tabela 15 mostram os potenciais acumulados de redução de emissões das Estratégias do Plano ABC+ com as métricas GWP100 e GTP100. As três principais estratégias em termos de potencial de mitigação pela métrica GWP100 são florestas plantadas, manejo de resíduos da produção animal e recuperação de pastagens degradadas (ordem decrescente de potencial). Por outro lado, a métrica GTP100 tira o peso da medida de manejo de resíduos, pois atribui menor fator de emissão ao metano.

**Tabela 14:** Potencial de redução de emissão acumulados as estratégias do Plano ABC+ segundo a métrica GWP100

<b>Métrica GWP100</b>	<b>Potencial de Redução de Emissões das Medidas do Plano ABC+ 2021 a 2030 (Gg CO<sub>2</sub>e)</b>			
Florestas plantadas	127.500	255.000	382.500	510.000
Manejo de resíduos da produção animal	69.450	138.900	208.350	277.800
Recuperação de pastagens degradadas	28.425	56.850	85.275	113.700
Sistemas irrigados	12.503	25.005	37.508	50.010
Sistemas agroflorestais	9.475	18.950	28.425	37.900
Integração lavoura-pecuária-floresta	8.525	17.050	25.575	34.100
Bioinsumos	5.839	11.678	17.517	23.356
Terminação intensiva	5.849	11.700	17.550	23.400
Sistema de plantio direto de grãos	3.025	6.050	9.075	12.100
Sistema de plantio direto de hortaliças	220	440	660	880
<b>Total</b>	<b>270.810</b>	<b>541.623</b>	<b>812.435</b>	<b>1.083.247</b>

Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 15:** Potencial de redução de emissão acumulados as estratégias do Plano ABC+ segundo a métrica GTP100

<b>Métrica GTP100</b>	<b>Potencial de Redução de Emissões das Medidas do Plano ABC+ 2021 a 2030 (Gg CO<sub>2</sub>e)</b>			
Florestas plantadas	127.500	255.000	382.500	510.000
Manejo de resíduos da produção animal	9.876	19.752	29.629	39.505
Recuperação de pastagens degradadas	28.425	56.850	85.275	113.700
Sistemas irrigados	12.503	25.005	37.508	50.010
Sistemas agroflorestais	9.475	18.950	28.425	37.900
Integração lavoura-pecuária-floresta	8.525	17.050	25.575	34.100
Bioinsumos	5.157	10.314	15.472	20.629
Terminação intensiva	-676	-1.350	-2.025	-2.700
Sistema de plantio direto de grãos	3.025	6.050	9.075	12.100
Sistema de plantio direto de hortaliças	194	389	583	778
<b>Total</b>	<b>204.004</b>	<b>408.010</b>	<b>612.015</b>	<b>816.021</b>

Fonte: Elaboração própria.

De fato, a análise dos impactos da estratégia de manejar resíduos, sobretudo da pecuária bovina de corte e leiteira, revelou limitações técnicas sob o ponto de vista das emissões inventariadas de CH<sub>4</sub>. Considerando os patamares de adoção do potencial de mitigação de emissões de 100 e 75% (cenários ABC100 e ABC75), haveria necessidade de manejar praticamente todos os dejetos animais projetados até 2030, o que é inviável logisticamente.

Ao avaliar o nível de adoção da meta de recuperação de pastagem degradada reportada em MAPA (2024), constata-se que foram recuperados 787 mil hectares em 2021. Considerando que este nível seja mantido entre 2022 e 2030, seria

alcançado somente cerca de 25% da meta total da estratégia reportada no Plano ABC+. Extrapolando que este seja uma tendência replicável às demais práticas de baixo carbono do plano, o cenário modelado que se revela mais factível é o ABC25, que representa uma mitigação somente de 3% com relação ao cenário de referência das emissões da agropecuária e LULUCF.

Por fim, cumpre destacar que esta modelagem de impactos foi consolidada em uma calculadora que permite avaliar, instantaneamente, os impactos de diferentes níveis de adoção das metas do plano segundo as métricas GWP e GTP em diferentes horizontes temporais. Esta calculadora pode ser acessada no Anexo II.



# Conclusão

A photograph of a white cow standing in a lush green field. The cow is facing the camera. In the background, there are rolling green hills and some trees under a clear sky. A large, bold white number '5' is overlaid on the bottom right corner of the image, partially covering the cow's body.

5

# Conclusão



Esse trabalho avaliou a influência da adoção das métricas GWP e GTP de equivalência entre  $\text{CO}_2$  e outros GEE não- $\text{CO}_2$  com diferentes horizontes temporais (20, 50, 100 e 500 anos) sobre as estratégias agropecuárias do Plano ABC+. Do ponto de vista científico não é possível afirmar que uma métrica é preferível em relação a outra, de modo que a decisão sobre a escolha da métrica depende do objetivo da questão e da aplicabilidade dentro do contexto específico. A posição brasileira é historicamente a favor do uso da métrica do GTP. Este trabalho destacou que, se o objetivo é mostrar menores emissões setoriais, esse argumento faz sentido, no entanto, se almeja-se salientar o esforço setorial em reduzir suas emissões, a métrica GWP100 ainda cumpre melhor a tarefa. Trabalhos futuros podem avaliar essas e outras métricas sobre metas e esforços de mitigação do Brasil.

# Recomendações políticas



6

# Recomendações políticas

Apesar da métrica GWP100 ser o padrão das comunicações no âmbito da UNFCCC, há uma disposição que poderia permitir uma mudança do GWP100 para outro tipo de métrica comum, desde que as partes desejem prosseguir uma atualização que vá além da decisão atual. A posição brasileira é historicamente a favor do uso da métrica do GTP. A assinatura do Compromisso Global do Metano na COP26, do qual o Brasil é signatário, intensificou as discussões sobre métricas de GEE que continuarão até a realização da 66ª reunião do Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico em 2027 (em inglês *Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice – SBSTA-66*).

Para informar sobre as consequências da adoção de diferentes métricas no já estabelecido Plano ABC+, realizou-se uma avaliação da influência da adoção de diferentes métricas e horizontes temporais de gases GEE não-CO<sub>2</sub> em diferentes níveis de implementação das metas do Plano ABC+.

Nesta seção essa avaliação é resumida em recomendação para tomadores de decisão.

- 1.** Em face à transversalidade dos impactos das metas do Plano ABC+ sobre os setores da agropecuária e LULUCF, seria desejável uma **revisão da forma como o Brasil reporta emissões à Convenção do Clima**. Ao adotar a estratégia de **informar emissões sob o escopo do setor de agricultura, florestas e outros usos do solo** (AFOLU, sigla em inglês), que é compatível com a metodologia do IPCC 2006, seria facilitada ao nível governamental a avaliação dos impactos das políticas de descarbonização agrícolas.
- 2.** **Políticas públicas devem ser baseadas em evidências cientificamente robustas.** Ainda que não haja dúvidas acerca da aplicabilidade das estratégias do Plano ABC+ em nível nacional, os resultados das ações devem ser minuciosamente estimados, com base de cálculo disponibilizada de forma transparente. **Sistemas de monitoramento, reporte e verificação de emissões (MR&V) devem ser implementados para monitorar a efetividade das estratégias da agropecuária de baixo carbono**, portanto devendo-se ampliar o mapa do Plano ABC+ para além do monitoramento e reporte da área de pastagem degradada recuperada.
- 3.** Ainda ao nível da métrica de mitigação de emissões das estratégias de descarbonização da agropecuária, a avaliação do potencial do manejo de resíduos da produção animal revelou-se inviável aos níveis de 75 a 100% de adoção. Neste caso, uma análise baseada no Inventário Nacional de Emissões revelaria eventuais inconsistências, o que reforça a **importância de que a elaboração de políticas públicas setoriais considere esforços empreendidos em iniciativas governamentais de semelhantes escopo**.
- 4.** Apenas nove estados da União delinearam suas metas em planos ABC+ estaduais. Considerando os atuais baixos níveis de implementação do Plano ABC+, pondera-se que o Brasil necessita acelerar a adesão estadual aos planos ABC+ para atingir as metas estabelecidas para o ano de 2030. Dessa forma, **são necessários mais esforços para efetivação do plano setorial** para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária com vistas ao desenvolvimento sustentável.
- 5.** A análise das emissões de dióxido de carbono equivalente face à aplicação de métricas GWP100 ou GTP100 revela diferenças significativas, sendo que a métrica GTP desvaloriza os esforços de mitigação do setor de agropecuária. Assim, à luz Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE) e do futuro mercado de ITMOs, **a métrica GWP100 deve ser utilizada para reportar resultados de mitigação do setor agropecuário, de uso da terra, mudança no uso da terra e florestas (AFOLU)**.

# Referências

7

# Referências

- ALLEN, M. R., SHINE, K. P., FUGLESTVEDT, J. S., et al. "A solution to the misrepresentations of CO<sub>2</sub>-equivalent emissions of short-lived climate pollutants under ambitious mitigation", **npj Climate and Atmospheric Science**, v. 1, n. 1, p. 16, 4 jun. 2018. DOI: 10.1038/s41612-018-0026-8.
- ANGELKORTE, G. B. **Modelagem do Setor Agropecuário Dentro de Modelo de Análise Integrada Brasileiro**. 2019. 123 p. Dissertação (mestrado) – UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro, 2019.
- ANGELKORTE, G. B. **Oportunidades para a Transição Sustentável da Agropecuária Brasileira**. 2023. 251 p. Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE, Rio de Janeiro, 2023.
- Arias, P. A., Bellouin, N., Coppola, E., et al., 2021: Technical Summary. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 33–144. doi:10.1017/9781009157896.002
- BAKMAN, T. **Avaliação dos impactos da mudança da dieta brasileira na ação climática e proteção de serviços ecossistêmicos**. 2023. 155 p. Dissertação (Mestrado) – UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro, 2023.
- BALCOMBE, P., SPEIRS, J. F., BRANDON, N. P., et al. "Methane emissions: choosing the right climate metric and time horizon", **Environmental Science: Processes & Impacts**, v. 20, n. 10, p. 1323–1339, 2018. DOI: 10.1039/C8EM00414E.
- BENEDETTI, C. **Do Emission Metrics Measure Up? Global Warming Potential and Other Emission Metrics, Explained**. Yale Carbon Containment Lab. Disponível em: <https://carboncontainmentlab.org/documents/emission-metrics-explained.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2024. 2023
- BORGHI, E., GONTIJO NETO, M. M., RESENDE, R. M. S., et al., "Recuperação de pastagens degradadas.". In: NOBRE, M. M., OLIVEIRA, I. R. DE (ED.). (Org.), **Agricultura de baixo carbono: tecnologias e estratégias de implantação**, Brasília, DF, Embrapa, 2018. p. 105–138.
- BRASIL. **Federative Republic of Brazil: Intended Nationally Determined Contribution Towards Achieving the Objective of the United Nations Framework Convention on Climate Change**. [Disponível em: <https://unfccc.int/sites/default/files/BRAZIL%20iNDC%20english%20FINAL.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2024. 2015
- BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **RenovaBio: Metas preliminares para 2024 de redução de emissão de gases causadores do efeito estufa**. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio/metas-preliminares-para-2024-de-reducao-de-emissao-de-gases-causadores-do-efeito-estufa>. Acesso em: 10 mar. 2024. 2024
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Plano ABC+ Pastagens**. Brasília, MAPA/SERPRO. Disponível em: <https://dd.serpro.gov.br/publico/sense/app/1a98b6b3-82eb-467f-bcbb-b48a31161144/sheet/960f2170-9c42-48e1-a7c0-b67c5bfad1a9/state/analysis>. Acesso em: 9 mar. 2024. 2024
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Brazilian Agricultural Policy for Climate Adaptation and Low Carbon Emission 2020-2030**. Brasília, 2022.
- BRASIL., MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **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 (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)**. Brasília, 2012.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **NOTA TÉCNICA: Diagnóstico da expansão da adoção da tecnologia de Tratamento de Dejetos Animais (TDA) no território brasileiro entre 2010 e 2019**. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2019.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária 2020-2030: Plano Operacional**. Brasília: Mapa/DEPROS, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. 2021a

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária com vistas ao desenvolvimento sustentável (2020-2030): visão estratégica para um novo ciclo.** Brasília, [s.n.], 2021b.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.** Brasília, 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Sistema Nacional de Políticas Setoriais e Emissões (SINAPSE).** [S.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/dados-e-ferramentas/sinapse>. Acesso em: 10 mar. 2024. 2024

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil: 6a edição.** Brasília, MCTI. 2022

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **RELATÓRIO DE REFERÊNCIA, SETOR AGROPECUÁRIA, SUBSETOR FERMENTAÇÃO ENTÉRICA. Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.** Brasília, Secretaria de Pesquisa e Formação Científica. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. 2020a

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **RELATÓRIO DE REFERÊNCIA, SETOR AGROPECUÁRIA, SUBSETOR MANEJO DE DEJETOS. Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.** Brasília, Secretaria de Pesquisa e Formação Científica. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. 2020b

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **RELATÓRIO DE REFERÊNCIA, SETOR AGROPECUÁRIA, SUBSETOR SOLOS MANEJADOS. Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.** Brasília, Secretaria de Pesquisa e Formação Científica. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. 2020c

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **RELATÓRIO DE REFERÊNCIA, SETOR DE USO DA TERRA, MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTAS. Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.** Brasília, Secretaria de Pesquisa e Formação Científica. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. 2020d

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. **Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento e Queimadas no bioma do Cerrado (PPCerrado): 4a fase (2023 a 2027). Consulta pública.** Brasília, DF, MMA. 2023a

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. **Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm): 5a fase (2023 a 2027) [recurso eletrônico].** Brasília, DF, Subcomissão Executiva do PPCDAm. 2023b

BRASIL, SENADO FEDERAL. **Projeto de Lei nº 3668, de 2021.** Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/150351>. Acesso em: 9 dez. 2023. 2021

CAMPOS, R., PIRES, G. F., COSTA, M. H. "Soil Carbon Sequestration in Rainfed and Irrigated Production Systems in a New Brazilian Agricultural Frontier", **Agriculture**, v. 10, n. 5, p. 156, 7 maio 2020. DOI: 10.3390/agriculture10050156.

CARDOSO, A. S., BERNDT, A., LEYTEM, A., et al. "Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use", **Agricultural Systems**, v. 143, p. 86–96, mar. 2016. DOI: 10.1016/j.agsy.2015.12.007.

CARVALHO, J. L. N.; RAUCCI, G. S.; CERRI, C. E. P.; BERNOUS, M.; FEIGL, B. J.; WRUCK, F. J.; CERRI, C. C. Impact of pasture, agriculture and crop-livestock systems on soil C stocks in Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 110, n. 1, p. 175-186, set. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2010.07.011>

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **EXPORT/CEPEA: Volume e faturamento com exportações do agro em 2020 são recordes.** Piracicaba, Disponível em: [https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea\\_ExportAgro\\_2020\\_Jan21.doc](https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_ExportAgro_2020_Jan21.doc). Acesso em: 25 jan. 2024. 2021

CHEN, D., ROJAS, M., SAMSET, B.H., et al. 2021: Framing, Context, and Methods. In **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press, 2021. p. 147–286. DOI: 10.1017/9781009157896.003.

COLLINS, W. J., FRAME, D. J., FUGLESTVEDT, J. S., et al. "Stable climate metrics for emissions of short and long-lived species—combining steps and pulses", **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 2, p. 024018, 1 fev. 2020. DOI: 10.1088/1748-9326/ab6039.

CORDEIRO, L. A. M., VILELA, L., KLUTHCOUSKI, J., et al. **Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF, Embrapa, 2015.

CRUZ, J. C., ALVARENGA, R. C., VIANA, J. H. M., et al. **Plantio Direto**. 8 dez. 2021. Milho. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/manejo-do-solo-e-adubacao/sistema-de-manejo-do-solo/plantio-direto>. Acesso em: 9 dez. 2023.

DHAKAL, S.; MINX, J.C.; TOTH, F.L. et al. "Emissions Trends and Drivers". In: **Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)], Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press, 2022. p. 215–294. DOI: 10.1017/9781009157926.004.

DHAKAL, S.; MINX, J.C.; TOTH, F.L., et al. "Emissions Trends and Drivers Supplementary Material". In: **IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change**. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)], 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>. Acesso em: 1 fev. 2024.

ENTING, I., CLISBY, N. "Technical note: On comparing greenhouse gas emission metrics", **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 21, n. 6, p. 4699–4708, 26 mar. 2021. DOI: 10.5194/acp-21-4699-2021..

FORSTER, P., STORELMO, T.; ARMOUR, K., "The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity". In: **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)], Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press, 2021.p. 923–1054. DOI: 10.1017/9781009157896.009.

FELTRAN-BARBIERI, R., FÉRES, J. G. "Degraded pastures in **Brazil: improving livestock production and forest restoration**", **Royal Society Open Science**, v. 8, n. 7, p. 201854, 7 jul. 2021. DOI: 10.1098/rsos.201854.

GAMA, S. M. N. da. **Avaliação Financeira e de Emissões de Gases de Efeito Estufa de Sistemas de Baixo Carbono na Agropecuária Brasileira**. 2022. 216 p. Dissertação (mestrado) – UFRJ, Rio de Janeiro, 2022.

IBGE. **PAM - Produção Agrícola Municipal**. 2023a. Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?utm\\_source=landing&utm\\_medium=explica&utm\\_campaign=producao\\_agropecuaria&t=resultados](https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?utm_source=landing&utm_medium=explica&utm_campaign=producao_agropecuaria&t=resultados). Acesso em: 29 out. 2023.

IBGE. **PPM - Pesquisa da Pecuária Municipal**. 2023b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=resultados>. Acesso em: 29 out. 2023.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE., "Annex VII: Glossary". [Matthews, J.B.R., V. Möller, R. van Diemen, J.S. Fuglestedt, V. Masson-Delmotte, C. Méndez, S. Semenov, A. Reisinger (eds.)]. In **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, [s.n.], 2021. p. 2215–2256. DOI: 10.1017/9781009157896.022.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds), Japan: IGES, 2006.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Refinement to the 2006 **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds), Switzerland, 2019.

KOBERLE, A. de C. **Implementation of land use in an energy system model to study the long-term impacts of bioenergy in Brazil and its sensitivity to the choice of agricultural greenhouse gas emission factors**. 2018. Tese (Doutorado) – UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro, 2018.

KUBIAK, K. I. **PROPOSTA DE UM SISTEMA DE CUSTOS PARA UMA FAZENDA DE CONFINAMENTO DE GADO**. 2006. Monografia (graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

LUDMILLA, C. B. **BALANÇO DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE**. 2014. Monografia (graduação) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

LYNCH, J., CAIN, M., PIERREHUMBERT, R., et al. "Demonstrating GWP\*: a means of reporting warming-equivalent emissions that captures the contrasting impacts of short- and long-lived climate pollutants", **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 4, p. 044023, 1 abr. 2020. DOI: 10.1088/1748-9326/ab6d7e.

MAPA. **Mapa apresenta programa para reduzir emissão de carbono nas cadeias agropecuárias**. 6 jun. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-apresenta-programa-para-reduzir-emissao-de-carbono-nas-cadeias-agropecuarias>. Acesso em: 9 dez. 2023.

MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomas – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. 2023. MapBiomas Data. DOI: <https://doi.org/10.58053/MapBiomas/VJLJCL>. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 10 dez. 2023.

MEINSHAUSEN, M., NICHOLLS, Z. "GWP\* is a model, not a metric", **Environmental Research Letters**, v. 17, n. 4, p. 041002, 1 abr. 2022. DOI: 10.1088/1748-9326/ac5930.

PALERMO, G. C. **Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e Medidas Mitigatórias da Pecuária: Potencialidades da Intensificação e do Confinamento do Gado Bovino de Corte Brasileiro**. 2011. 254 f. Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE, Rio de Janeiro, 2011.

RAJÃO, R., SOARES-FILHO, B., NUNES, F., et al. "The rotten apples of Brazil's agribusiness", **Science**, v. 369, n. 6501, p. 246–248, 17 jul. 2020. DOI: 10.1126/science.aba6646.

SOTERRONI, A. C., IMPÉRIO, M., SCARABELLO, M. C., et al. "Nature based solutions are critical for putting Brazil on track towards net zero emissions by 2050", **Global Change Biology**, v. 29, n. 24, p. 7085–7101, 31 dez. 2023. DOI: 10.1111/gcb.16984.

SOTERRONI, A. C., MOSNIER, A., CARVALHO, A. X. Y., et al. "Future environmental and agricultural impacts of Brazil's Forest Code", **Environmental Research Letters**, v. 13, n. 7, p. 074021, 1 jul. 2018. DOI: 10.1088/1748-9326/aaccbb.

SOTERRONI, A. C., RAMOS, F. M., MOSNIER, A., et al. "Expanding the Soy Moratorium to Brazil's Cerrado", **Science Advances**, v. 5, n. 7, 5 jul. 2019. DOI: 10.1126/sciadv.aav7336.

TANAKA, K., BOUCHER, O., CIAIS, P., et al. "Cost-effective implementation of the Paris Agreement using flexible greenhouse gas metrics", **Science Advances**, v. 7, n. 22, 28 maio 2021. DOI: 10.1126/sciadv.abf9020.

UNFCCC. **Common metrics**. 2024. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review/methods-for-climate-change-transparency/common-metrics>. Acesso em: 12 mar. 2024.

UNFCCC. **Katowice climate package**. 2019

UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE - UNFCCC. **Nationally Determined Contributions Registry, FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL NATIONALLY DETERMINED CONTRIBUTION (NDC) to the Paris Agreement under the UNFCCC. Submitted in 03/11/2023**. Disponível em: <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2023-11/Brazil%20First%20NDC%202023%20adjustment.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024. 2023

# Anexos

8



# Anexos

## Anexo I

Tabela A 1. Produção dos principais cultivos por estado, em kt.

Região	Estado	Produção agrícola (kt)						
		Arroz	Cana-de-açúcar	Laranja	Mandioca	Milho	Soja	Trigo
Centro-oeste	Distrito Federal	-	27,1	1,0	20,6	327,0	303,1	15,7
	Goiás	107,8	73525,1	163,2	183,8	10709,9	15216,1	90,0
	Mato Grosso	347,7	17345,2	4,5	270,3	38331,2	38025,4	0,0
	Mato Grosso do Sul	60,2	40758,9	36,4	957,4	12870,9	8538,6	52,1
Nordeste	Ceará	17,1	522,6	8,5	760,0	538,5	7,7	-
	Piauí	81,6	1063,7	1,6	442,3	2591,5	3077,5	-
	Alagoas	16,9	17050,8	132,4	569,9	48,1	11,2	-
	Bahia	0,7	4688,2	575,2	700,4	2461,1	6074,0	16,5
	Maranhão	181,2	2827,7	0,4	422,1	2278,9	3537,4	-
	Paraíba	3,0	5762,7	5,4	139,2	69,5	0,1	-
	Pernambuco	1,8	16599,1	6,5	357,5	71,1	-	-
	Rio Grande do Norte	1,6	3342,9	0,8	220,1	28,5	-	-
	Sergipe	33,8	2183,4	418,8	157,0	793,9	-	-
Norte	Acre	4,6	11,9	6,7	503,9	135,3	22,7	-
	Amapá	0,9	7,0	3,6	119,2	2,4	18,0	-
	Amazonas	3,0	37,2	22,0	767,6	5,6	13,7	0,2
	Pará	116,8	1209,7	264,7	4157,3	1240,5	2575,0	-
	Rondônia	121,4	17,8	3,8	405,0	1485,5	1750,2	-
	Roraima	77,3	3,1	22,3	70,1	97,9	346,6	-
	Tocantins	523,6	2534,7	0,8	257,0	1936,9	3785,4	-
Sudeste	Espírito Santo	0,4	3108,5	24,2	125,4	52,5	0,2	-
	Minas Gerais	10,1	73312,4	1091,4	563,3	7847,6	7639,6	319,5
	Rio de Janeiro	0,9	2708,9	63,7	174,9	10,8	1,0	-
	São Paulo	56,7	420724,6	13026,0	1427,9	4785,1	4478,1	499,2
Sul	Paraná	141,7	34454,3	658,1	2906,9	15561,0	13749,6	3611,0
	Rio Grande do Sul	7671,1	413,0	357,3	661,1	3000,7	9370,3	5300,0
	Santa Catarina	1194,5	187,6	30,5	308,6	2138,8	2159,4	438,9

Fonte: Elaboração própria, adaptado de IBGE (2023a)

Tabela A 2. Área plantada dos principais cultivos por estado, em kha.

Região	Estado	Área plantada (kha)						
		Arroz	Cana-de-açúcar	Laranja	Mandioca	Milho	Soja	Trigo
Centro-oeste	Distrito Federal	-	0,3	0,1	1,3	60,0	84,2	3,3
	Goiás	24,3	933,1	7,0	11,7	1942,6	4122,0	21,9
	Mato Grosso	108,5	229,2	0,5	18,4	6417,0	10925,2	-
	Mato Grosso do Sul	10,4	631,5	1,5	43,2	2386,2	3694,5	23,8
Nordeste	Ceará	5,6	8,4	1,0	66,0	583,8	2,2	-
	Piauí	45,3	17,8	0,2	40,9	585,3	872,9	-
	Alagoas	3,4	279,7	12,0	41,3	54,0	3,7	-
	Bahia	0,5	75,2	49,5	101,4	651,9	1637,5	3,0
	Maranhão	99,9	48,0	0,1	52,3	514,7	1099,9	-
	Paraíba	2,0	102,4	0,8	14,9	98,9	0,0	-
	Pernambuco	0,3	274,8	0,7	38,8	194,1	-	-
	Rio Grande do Norte	0,5	68,6	0,1	22,2	60,4	-	-
Norte	Sergipe	4,3	40,5	30,9	12,6	176,1	-	-
	Acre	3,7	0,5	0,5	21,9	40,5	6,6	-
	Amapá	0,9	0,3	0,6	11,4	2,5	6,5	-
	Amazonas	1,1	0,8	1,2	75,0	2,6	5,9	0,0
	Pará	40,6	17,5	15,2	278,4	405,6	839,6	-
	Rondônia	40,2	0,5	0,4	19,0	322,2	489,5	-
	Roraima	10,7	0,2	1,4	6,0	15,7	102,8	-
Sudeste	Tocantins	111,2	29,9	0,1	16,7	422,3	1167,1	-
	Espírito Santo	0,1	52,7	1,8	7,5	15,6	0,1	-
	Minas Gerais	2,8	977,6	38,9	38,9	1314,6	2022,7	100,8
	Rio de Janeiro	0,3	59,8	4,7	12,1	2,4	0,2	-
Sul	São Paulo	11,5	5502,5	358,0	61,5	832,4	1252,1	161,1
	Paraná	22,1	521,0	20,9	123,1	3062,2	5664,4	1193,3
	Rio Grande do Sul	961,2	13,2	21,1	46,0	783,8	6387,7	1532,7
	Santa Catarina	146,1	3,9	1,7	15,2	337,1	754,5	127,6

Fonte: Elaboração própria, adaptado de IBGE (2023a)

Tabela A 3. Tamanho dos principais rebanhos por estado, em milhões de cabeças.

Região	Estado	Tamanho dos rebanhos (milhões de cabeças)	
		Bovinos	Galináceos
Centro-oeste	Distrito Federal	0,1	7,7
	Goiás	24,4	102,9
	Mato Grosso	34,2	44,5
	Mato Grosso do Sul	18,4	34,0
Nordeste	Ceará	2,7	36,0
	Piauí	1,4	11,3
	Alagoas	1,3	6,8
	Bahia	12,5	49,7
	Maranhão	9,4	12,5
	Paraíba	1,4	12,7
	Pernambuco	2,3	58,6
	Rio Grande do Norte	1,1	10,8
	Sergipe	1,1	5,5
Norte	Acre	4,6	2,6
	Amapá	0,1	0,1
	Amazonas	1,6	5,2
	Pará	24,8	29,3
	Rondônia	17,7	6,2
	Roraima	1,1	0,8
	Tocantins	10,8	8,4
Sudeste	Espírito Santo	2,2	25,9
	Minas Gerais	23,0	120,7
	Rio de Janeiro	2,7	10,6
	São Paulo	11,1	201,4
Sul	Paraná	7,9	470,3
	Rio Grande do Sul	11,9	178,7
	Santa Catarina	4,5	132,6

Fonte: Elaboração própria, adaptado de IBGE (2023b)

Tabela A 4. Produção dos principais produtos da agropecuária por estado, em milhões de litros e milhões de ovos

Região	Estado	Produtos da agropecuária (milhões de litros e milhões de ovos)	
		Leite	Ovos de galinha
Centro-oeste	Distrito Federal	29,3	223,1
	Goiás	2999,6	3313,6
	Mato Grosso	489,2	3003,2
	Mato Grosso do Sul	295,9	1013,8
Nordeste	Ceará	1063,7	3408,2
	Piauí	66,7	338,6
	Alagoas	590,8	488,3
	Bahia	1278,1	1451,7
	Maranhão	405,9	340,8
	Paraíba	291,3	715,2
	Pernambuco	1179,0	3305,1
	Rio Grande do Norte	345,9	1086,7
	Sergipe	502,6	362,5
Norte	Acre	35,1	94,2
	Amapá	4,6	0,6
	Amazonas	44,2	1036,0
	Pará	578,1	477,3
	Rondônia	655,8	317,4
	Roraima	19,7	113,1
	Tocantins	419,8	632,6
Sudeste	Espírito Santo	345,2	4154,9
	Minas Gerais	9362,7	5064,2
	Rio de Janeiro	395,7	180,9
	São Paulo	1514,4	13972,3
Sul	Paraná	4472,4	5705,0
	Rio Grande do Sul	4070,7	4517,0
	Santa Catarina	3152,8	3322,5

Fonte: Elaboração própria, adaptado de IBGE (2023b)

## Anexo II

Clique aqui e acesse a planilha com pressupostos, resultados e impactos automatizados das estratégias do Plano ABC+ por GEE e métricas GWP e GTP