

Contribuições do Polo Sebrae Agro para a COP 30

Uma Proposta de Atuação do
Sistema Sebrae para o Fortalecimento
da Produção Rural Sustentável

SOMOS UMA REDE

Conheça o Polo Sebrae Agro

polosebraeagro.sebrae.com.br



Aponte a câmera do seu celular para conhecer mais sobre o Polo Sebrae Agro.

Polo
Sebrae **agro**

SEBRAE

Contribuições do Polo Sebrae Agro para a COP 30

Uma Proposta de Atuação do
Sistema Sebrae para o Fortalecimento
da Produção Rural Sustentável

Realização



Sebrae Goiás

José Mário Schreiner

Presidente do Conselho Deliberativo Estadual

André Luiz Baptista Lins Rocha

Vice-Presidente do Conselho Deliberativo Estadual

Antônio Carlos de Souza Lima Neto

Diretor-Superintendente

Marcelo Lessa Medeiros Bezerra

Diretor Técnico

João Carlos Gouveia

Diretor de Administração e Finanças

Victor Antônio Costa

Gerente da Unidade de Soluções

Douglas Parahyba de Abreu

Analista Técnico

Equipe Técnica

Autores

Douglas Parahyba de Abreu

Jaqueline Pinheiro da Silva

Leonardo Batistel

Taise Perondi

Grupo de Trabalho GEE do Polo de Referência em Agronegócio

Douglas Parahyba de Abreu (Sebrae GO) – Coordenação

Enio Alberto Parmeggiani (Sebrae SC) – Líder do Grupo de Trabalho

André Luis Brighenti Bordignon (Sebrae RS) – Bioma Pampa

Caren Nanci dos Santos (Sebrae PR) – Bioma Mata Atlântica

Estevao Soares de Souza (Sebrae MS) – Bioma Pantanal

Florizania Rodrigues de Souza (Sebrae GO) – Bioma Cerrado

Georgiane de Nazare Arruda Titan (Sebrae PA) – Bioma Amazônico

Mona Paula Santos da Nobrega Lira (Sebrae RN) – Bioma Caatinga

José Eduardo Carrilho (Sebrae SP) – Modelagem de Workshop

Victor Rodrigues Ferreira (Sebrae NA) – Parcerias Nacionais

Tassia Gonçalves dos Santos (Centro Sebrae de Sustentabilidade) - Nacionalização

Leonardo Silveira Ritta (Polo Sebrae de Indústria) - Nacionalização



José Mário Schreiner

Presidente do Conselho
Deliberativo Estadual do
Sebrae Goiás

Mensagem do Conselho Deliberativo Estadual do Sebrae Goiás

O Conselho Deliberativo do Sebrae Goiás endossa com convicção esta iniciativa estratégica voltada ao conhecimento, gerenciamento e redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no setor rural.

Reconhecemos na solução proposta um instrumento importante para ampliar a competitividade do pequeno produtor, preparando-o para uma gestão sustentável e para novas oportunidades do mercado global.

Este conselho vê, no projeto, a convergência prática entre produção e preservação. Acreditamos que a amplitude e a precisão dos dados serão cruciais para transformar desafios em oportunidades reais de negócio.

Às vésperas da COP 30, reafirmamos nosso compromisso de apoiar ações concretas que fortaleçam o agro brasileiro. Esta publicação sinaliza um importante passo nessa direção, fruto da união de esforços que caracteriza o Sebrae.



Mensagem da Diretoria Executiva do Sebrae Goiás



Antônio Carlos de Souza Lima Neto

Diretor-Superintendente



Marcelo Lessa Medeiros Bezerra

Diretor Técnico



João Carlos Gouveia

Diretor de
Administração e
Finanças

O Sebrae Goiás tem a honra de apresentar este documento como contribuição estratégica do Sistema Sebrae para o fortalecimento de uma produção rural verdadeiramente sustentável. Trata-se de uma proposta construída de forma colaborativa e tecnicamente embasada, que busca não apenas apoiar o pequeno produtor, mas também posicionar o agronegócio brasileiro em um novo patamar de protagonismo frente aos desafios climáticos globais.

Neste momento histórico, em que o Brasil se prepara para sediar a 30ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP 30), entendemos que é fundamental mostrar, com dados e ações concretas, o compromisso das instituições brasileiras com uma agricultura responsável, inovadora e ambientalmente consciente.

Liderando o Polo de Referência em Agronegócio do Sistema Sebrae, o Sebrae Goiás orgulha-se de coordenar uma rede nacional de profissionais que, em sete estados e nos seis biomas do país, uniram esforços para desenvolver, testar e validar uma ferramenta acessível, adaptada à realidade do campo e capaz de mensurar com precisão as emissões e remoções de Gases de Efeito Estufa (GEE).

A Diretoria Executiva do Sebrae Goiás entrega esta publicação como uma contribuição sincera e robusta à COP 30, na certeza de que ela representa não apenas uma proposta técnica, mas também um convite ao diálogo e à ação coletiva em prol de um futuro mais sustentável para o Brasil e para o planeta.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 Mudança climática e seu impacto global.....	9
1.2 Instituições que desenvolvem iniciativas voltadas à mitigação das Mudanças Climáticas.....	11
1.3 Agropecuária no contexto das Mudanças Climáticas.....	12
1.4 O papel das COPs	14
1.5 A importância das medições de CO ₂	16
1.6 Calculadoras de emissões de Gases de Efeito Estufa e o que ainda não existe para os pequenos negócios	17
2. JUSTIFICATIVA	19
3. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA.....	20
3.1 Desenvolvimento	20
3.1.1 ESCOPOS.....	22
3.1.2 CARBONO BIOGÊNICO	25
3.1.3 ESTIMATIVA DE REMOÇÃO DE CARBONO	25
3.1.4 EMISSÕES LÍQUIDAS	26
3.1.5 POSSIBILIDADE DE ADAPTAÇÃO AO TERRITÓRIO BRASILEIRO.....	27
3.2 Piloto em campo para teste da ferramenta	28
3.2.1 ORIGEM DA SOLUÇÃO NO SEBRAE	29
3.3 Resultados do “Piloto Biomas”	32
3.3.1 AMAZÔNIA.....	38
3.3.2 CAATINGA.....	41
3.3.3 CERRADO.....	45
3.3.4 MATA ATLÂNTICA.....	49
3.3.5 PAMPA.....	53
3.3.6 PANTANAL	57
3.4 Plano de mitigação.....	62
3.5 Boas práticas de mensuração.....	63
3.6 Percepções dos atores envolvidos no Piloto Biomas	64
3.6.1 APOIO INSTITUCIONAL E ARTICULAÇÃO INTERNA.....	65
3.6.2 ESTRATÉGIAS DE MOBILIZAÇÃO E ESCOLHA DAS PROPRIEDADES.....	65
3.6.3 MOMENTOS MARCANTES E RECONHECIMENTO DO PROJETO	66
3.6.4 REAÇÕES DOS PRODUTORES E PERCEPÇÃO DE VALOR.....	66
3.6.5 PERSPECTIVAS DE FUTURO E APLICAÇÕES POSSÍVEIS.....	67
3.6.6 PAPEL DO SEBRAE NA DISSEMINAÇÃO E NA QUALIFICAÇÃO TÉCNICA.....	67

4.	SUGESTÕES DE FORMATOS PARA OFERTA DA SOLUÇÃO.....	67
4.1	Solução ofertada em parceria com empresas âncoras.....	68
4.2	Solução ofertada no ALI Rural	68
4.3	Consultoria nacional.....	69
4.4	Cursos e treinamentos.....	70
4.5	Parcerias.....	70
5.	IMPACTOS ESPERADOS.....	71
5.1	Impactos no nível da propriedade rural.....	72
5.2	Impactos econômicos e de mercado.....	72
5.3	Impactos ambientais e climáticos	72
5.4	Impactos sociais e territoriais	73
5.5	Impactos institucionais e estratégicos	73
5.6	Impactos de longo prazo e legado	73
6.	CONCLUSÃO	74
7.	AGRADECIMENTOS	74
8.	REFERÊNCIAS.....	75

1. INTRODUÇÃO

O mundo enfrenta hoje uma interconexão crítica entre mudanças climáticas, segurança alimentar e sustentabilidade ambiental. As emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) mantêm o planeta em trajetória de aquecimento, com consequências que se estendem por todos os continentes (Yang, 2023). O setor agropecuário, parte integrante desse desafio, também carrega o potencial para se tornar parte importante da solução.

O agronegócio brasileiro ocupa uma posição central na economia nacional, representando uma das principais forças de geração de emprego, renda, alimentos e divisas para o Brasil. É um setor reconhecido mundialmente pela sua produtividade, mas enfrenta um momento crucial na transição rumo a sistemas mais sustentáveis. Em um cenário de mudança climática, pressões por sustentabilidade e crescente exigência dos mercados internacionais, é imprescindível que o desenvolvimento do setor se dê de forma equilibrada, com foco na eficiência produtiva e na responsabilidade ambiental.

1.1 Mudança climática e seu impacto global

As mudanças climáticas referem-se às alterações duradouras no clima da Terra causadas por processos naturais e atividades humanas. Atualmente, o principal motor dessas mudanças é o aumento antropogênico da concentração de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera, especialmente o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O) (Jones et al., 2023). Desde a era pré-industrial, as concentrações de CO_2 aumentaram mais de 40%, as concentrações de metano mais de 150% e de N_2O cerca de 20%, resultando em um aquecimento global de cerca de 1,1 °C até 2023 (IPCC, 2021).



FOTO: Wenderson Araújo - Sistema CNA/SENAR

As emissões decorrem principalmente da queima de combustíveis fósseis, do uso da terra, do desmatamento, das atividades industriais e agrícolas. De 1990 a 2023, o impacto de aquecimento associado aos GEE aumentou 51%, com a contribuição do CO₂ crescendo 42% (IPCC, 2021). A agricultura e mudanças no uso da terra representaram entre 13% e 21% das emissões globais na última década, e os sistemas agroalimentares como um todo já chegam a representar cerca de 37% das emissões globais em 2022 (Yang, 2024).

A mudança climática e o aquecimento global provocam uma série de efeitos ambientais, como os aumentos da frequência e da intensidade de eventos extremos, como ondas de calor, incêndios, tempestades e secas; o derretimento de geleiras e a expansão do nível dos oceanos, que pode subir entre 32 cm e 101 cm até 2100 em cenários de altas emissões; a acidificação dos oceanos, reduzindo a atividade de uma série de organismos; alterações nos padrões de chuva e evaporação, aumentando erosão, degradando solos e reduzindo fertilidade (Kompas, 2024).

A saúde humana é altamente vulnerável à mudança climática, pois ondas de calor intensificadas aumentam a mortalidade, enquanto doenças transmitidas por vetores podem se expandir para novas regiões (OMS, 2023). Para a produção de alimentos, a mudança climática também é uma ameaça, pois são sistemas altamente dependentes de recursos hídricos e ecossistemas, em múltiplas escalas. É possível observar regiões que já são influenciadas com interrupções do ciclo da água, que incluem a intensificação de eventos climáticos extremos (por exemplo, secas, inundações) e esgotamento das águas subterrâneas. Riscos futuros incluem estresse por calor e estresse hídrico na produção global de alimentos e, portanto, na segurança alimentar (KOMPAS, 2024).

As mudanças climáticas representam efeitos amplos e interconectados sobre agricultura, saúde, segurança alimentar, economia e estabilidade social. Importantes revistas científicas como *Nature*, *Scientific Reports* e *Climate and Atmospheric Science* têm publicado artigos que consolidam evidências sobre esses impactos, reforçando a urgência de ações globais coordenadas.

Contudo, a ciência também aponta caminhos claros: a transição para energias limpas, a preservação e restauração de ecossistemas. A agricultura inteligente para o clima e o fortalecimento de políticas de mitigação e adaptação são estratégias essenciais para limitar os efeitos já em curso. Esses esforços são fundamentais para proteger os mais vulneráveis, garantir segurança alimentar e manter condições habitáveis para as próximas gerações.

1.2 Instituições que desenvolvem iniciativas voltadas à mitigação das Mudanças Climáticas

A mudança climática configura-se como um dos maiores desafios do século XXI, exigindo respostas coordenadas, baseadas em evidências científicas e em estratégias de mitigação articuladas em nível global. A intensificação do efeito estufa, impulsionada pela emissão de gases como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), está diretamente relacionada às atividades humanas, principalmente à queima de combustíveis fósseis, às mudanças no uso da terra e às práticas agropecuárias intensivas (IPCC, 2022). Frente a essa realidade, instituições científicas, intergovernamentais e da sociedade civil desempenham um papel central na estruturação de políticas, metodologias e ações voltadas à mitigação das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), contribuindo para os compromissos firmados no Acordo de Paris e para a manutenção do aumento da temperatura global abaixo de $1,5^\circ\text{C}$ (UNEP, 2024).

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), criado em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), é amplamente reconhecido como a autoridade científica global em mudanças climáticas. O IPCC não realiza pesquisas originais, mas compila e revisa milhares de estudos revisados por pares, produzindo os Relatórios de Avaliação (ARs), cuja sexta edição (AR6) é considerada a mais abrangente até hoje. Esses relatórios fornecem as bases científicas que orientam a formulação de políticas climáticas em escala global, sendo utilizados como subsídio técnico nas negociações das Conferências das Partes (COPs) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (IPCC, 2022).

Outra organização de destaque é o *World Resources Institute (WRI)*, fundado em 1982, com sede em Washington, D.C., e atuação global. O WRI lidera projetos voltados ao uso sustentável de recursos naturais, governança ambiental e mudanças climáticas. Em parceria com o *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*, o WRI desenvolveu o *Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)*, o padrão mais utilizado mundialmente para a quantificação e gestão de emissões corporativas e de institucionais. O GHG Protocol fornece diretrizes para os Escopos 1, 2 e 3 de emissões, sendo adotado por empresas, governos e instituições financeiras para mensuração e reporte de carbono (WRI/WBCSD, 2004).

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) também tem papel crucial, especialmente com a publicação do relatório anual *Emissions Gap Report*, que analisa a diferença entre as emissões projetadas e as necessárias para atingir as metas do Acordo de Paris. O relatório de 2024 indica que as emissões globais de GEE atingiram $57,1 \text{ GtCO}_2$ e em 2023, com aumento de 1,3% em relação a 2022, e reforça a urgência de cortes de até 42% até 2030 para limitar o aquecimento a $1,5^\circ\text{C}$ (UNEP, 2024).

A Agência Internacional de Energia (IEA), por sua vez, oferece análises técnicas e projeções do setor energético, um dos principais responsáveis pelas emissões globais. Seus relatórios são amplamente utilizados para fundamentar políticas de transição energética, eficiência e descarbonização (IEA, 2023).

Além dessas, destacam-se centros de pesquisa como o *Potsdam Institute for Climate Impact Research* (PIK), que contribui com modelagens climáticas e análises interdisciplinares sobre impactos e soluções climáticas, e o *Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment*, da *London School of Economics*, que desenvolve estudos sobre riscos econômicos das mudanças climáticas e políticas públicas (SCHNEIDER et al., 2024).

No Brasil, instituições como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e o Observatório do Clima atuam na produção de dados, no monitoramento do desmatamento e na formulação de propostas para a redução das emissões nacionais, com ênfase nas particularidades dos biomas brasileiros.

Essas instituições, com diferentes mandatos e Escopos de atuação, formam uma rede global de cooperação científica, técnica e política. Elas permitem o avanço na construção de uma economia de baixo carbono, oferecendo metodologias, capacitação técnica e embasamento científico para orientar decisões em todos os níveis, desde produtores rurais até tomadores de decisão internacionais.

A consolidação dessas iniciativas é essencial para garantir a efetividade das ações climáticas, assegurando que as metas sejam transformadas em políticas públicas, investimentos e inovações tecnológicas. O futuro da mitigação climática depende, em grande parte, da continuidade e do fortalecimento dessas instituições e da colaboração entre ciência, governos e sociedade civil.

1.3 Agropecuária no contexto das Mudanças Climáticas

Dentro desse panorama, a agricultura se destaca por sua interação com três principais Gases de Efeito Estufa: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O). Ainda que presentes em menor concentração, CH_4 e N_2O têm potencial de aquecimento significativo, cerca de 28 a 265 vezes maior que o CO_2 (LI et al., 2024). O aumento da concentração destes gases na atmosfera tem causado alterações no balanço de radiação solar no planeta, tendendo ao aumento da temperatura média global, causando eventos climáticos extremos e catastróficos e, consequentes impactos econômicos, sociais e ambientais. Dados do IPCC indicam que entre 1990 e 2005 houve aumento de 17% nas emissões globais de CH_4 e N_2O provenientes da agricultura, o que representa cerca de 60 MtCO_2 e por ano (IPCC, 2022) (Figura 1).

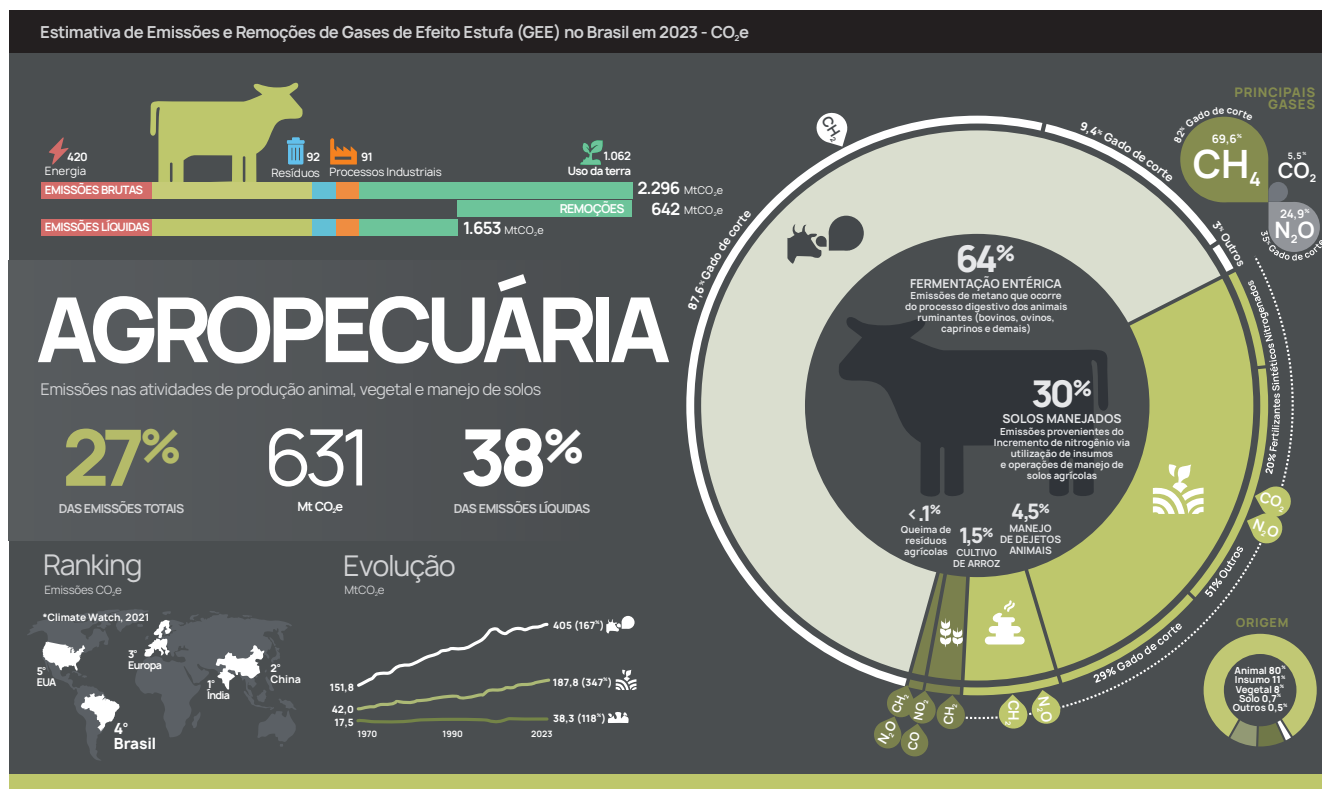


Figura 1. Estimativa de emissões e remoções de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Brasil em 2023. (SEEG, 2023)

A pecuária responde por cerca de 90% das emissões de CH₄ no setor agrícola brasileiro, enquanto o manejo de esterco produz aproximadamente 33% das emissões de N₂O (TORRES et al., 2017). Essas emissões têm impacto robusto na pegada de carbono do país e exigem estratégias específicas de mitigação. Estudos projetam que variações climáticas levam à redução de produtividade de culturas como soja, milho e feijão em até 18% por hectare, com efeitos regionais que variam de -40% a +15% (ASSUNÇÃO; CHEIN, 2016). Em projeções até 2050, a produção brasileira pode encolher em regiões como Norte e Nordeste, com impacto negativo na economia regional e no bem-estar das famílias rurais (TANURE et al., 2024; TAYLOR et al., 2024).

Entre 2007 e 2016, o total do AFOLU (Agricultura, Florestas e Outros Usos da Terra) representou 23% das emissões humanas (IPCC, 2020). Porém, nesse mesmo sentido, o Capítulo 7 do AR6 do IPCC reforça que o setor detém uma das maiores capacidades de mitigação do sistema global, tanto por meio de redução de emissões quanto pelo aumento de sumidouros de carbono. As medidas relacionadas à terra, como restauração florestal e manejo sustentável, podem representar 20% a 60% da mitigação acumulada até 2030 nos cenários de transformação global.

O Plano Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC), instituído em 2009 e ampliado como ABC+ até 2030, estabelece ações estruturadas para mitigação no agro, incluindo recuperação de pastagens degradadas, integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), plantio di-

reto, fixação biológica de nitrogênio e manejo de dejetos animais. O Plano ABC tem potencial de mitigar até 162,9 milhões de tCO₂e até 2020 e foi renovado com novas metas no ABC+ (WORLD BANK, 2024).

Outra política relevante é o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), desenvolvido pela Embrapa, que orienta calendários de plantio conforme riscos climáticos regionais, contribuindo para adaptação e redução de perdas produtivas.

A adoção de práticas como agricultura regenerativa, sistemas agroflorestais e manejo integrado tem se mostrado eficaz para redução de GEE e para a sustentabilidade dos solos. Recentemente, pesquisadores brasileiros têm incentivado técnicas como drenagem precoce em arroz irrigado, por exemplo, com redução de emissão de metano entre 85% a 90% sem comprometer o rendimento (Islam et al., 2020). No Cerrado Mineiro e outras regiões produtoras de café, agricultores têm combinado manejo regenerativo com integração ecológica, reduzindo insumos químicos e aumentando a resiliência climática (Reuters, 2024).

A atualização das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) do Brasil em 2023 reforçou a meta de reduzir emissões em 48% até 2025 e 53% até 2030 em relação a 2005, com foco em medidas climáticas no campo e no fortalecimento do Plano ABC+ (World Bank, 2024).

A agropecuária brasileira enfrenta o duplo desafio de reduzir suas próprias emissões e de se adaptar aos impactos das mudanças climáticas. No entanto, o país também possui potencial para virar ativo na mitigação global, por meio da sinergia entre políticas públicas, inovação tecnológica e práticas regenerativas. A consolidação de programas como o Plano ABC+, o uso de sistemas sustentáveis como ILPF e a inclusão de financiamento climático podem posicionar a agricultura como protagonista de uma transição para um modelo rural de baixo carbono, resiliente e competitivo.

1.4 O papel das COPs

As questões ambientais começaram a ser debatidas na Conferência de Estocolmo. A conferência, realizada em 1972 em Estocolmo, Suécia, refletiu um crescente interesse mundial em questões de conservação ambiental e lançou as bases para a governança ambiental global (VIEIRA et al., 2021).

Para o desenvolvimento de estratégias e ações que buscassem combater as mudanças climáticas, foram estabelecidas as Conferências das Partes, que iniciou como a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) e foi estabelecida em 1992 na Rio-92. A partir daí as Conferências das Partes (COPs) tornaram-se o principal fórum global para direcionar a ação climática (United Nation, [s.d]). A primeira COP ocorreu em Berlim em 1995, reunindo 117 países, com o objetivo de definir regras que orientassem futuros compromissos. Essas reuniões buscavam traduzir metas gerais em planos concretos. Nesse percurso, a COP 3 em Kyoto

(1997) aprovou o Protocolo de Kyoto com metas obrigatórias de redução de emissões para países desenvolvidos, enquanto iniciativas posteriores prepararam o caminho para seu sucessor, culminando na Lima *Call for Action* (COP 20, 2014), um passo fundamental para articular os esforços que viriam a ser formalizados em Paris.

Na COP 21 (Paris, 2015), foi firmado o Acordo de Paris, um marco por exigir compromissos de todos os países, na forma dos NDCs (Contribuições Nacionalmente Determinadas), com a meta de manter o aumento da temperatura bem abaixo de 2 °C, buscando limitar em 1,5 °C. Esse tratado, vigente desde novembro de 2016, introduziu ciclos de “*ratchet*” a cada cinco anos, estimulando revisões crescentes dos compromissos. Após Paris, COPs sucessivas buscaram estruturar a execução do acordo e, em 2025, com foco na Amazônia e na inclusão de atores locais, a COP 30 está prefigurada como oportunidade histórica para fortalecer as mitigações com ação real, financiamento robusto e protagonismo do Brasil.

Desde 1995, as Conferências das Partes (COPs) vêm ampliando o foco para o setor agropecuário. Segundo a UNFCCC, a participação agrícola relacionada a políticas climáticas eficazes exige incorporar a agricultura não apenas como vítima, mas também como atuante. Na COP 28, a urgência em revisar metas e em ampliar a cobertura de iniciativas no setor ficou explícita, com a meta de reduzir 43% das emissões globais até 2030, segundo o balanço oficial. A Figura 2 apresenta a linha do tempo das principais COPs e seus temas centrais.



Figura 2. Linha do tempo das principais Conferências das Partes, destacando as COPs que apresentaram acordos significativos para a mitigação da mudança climática.

1.5 A importância das medições de CO₂

A Agricultura Inteligente para o Clima (*Climate-Smart Agriculture* ou CSA), promovida pela FAO, articula três objetivos-chave para mitigação da mudança climática: melhorar a produtividade e a renda sem expandir a área cultivada, fortalecer a resiliência e reduzir/remover emissões de GEE (Chiriaco, 2025).

Compreender e quantificar emissões é imperativo para políticas efetivas. Para o desenvolvimento de estratégias e ações que busquem combater a mudança climática, inicialmente deve-se quantificar as emissões de gases de efeito estufa, bem como identificar as principais fontes de emissão. Essa quantificação é feita através do Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa, utilizando metodologias específicas para a quantificação (FLIZIKOWSKI, 2012). A Figura 3 apresenta dados de emissão de GEE obtidos através da plataforma SEEG.



Figura 3. Estimativas de emissões e remoções de Gases de Efeito Estufa no Brasil em 2023 (SEEG, 2023).

O painel climático do IPCC confirma que a temperatura média global já ultrapassou 1°C em relação ao período pré-industrial, e continua a aumentar, impulsionada, principalmente pelas emissões de CO₂, CH₄ e N₂O (IPCC, 2023). Em 2019, o setor de Energia e Aquecimento respondia por 34% das emissões globais, seguido pela Indústria com 24%, e pelo setor de Uso da

Terra, Agricultura e Florestas (AFOLU) com cerca de 22%. Ao considerar todo o sistema alimentar, incluindo produção, logística, processamento e consumo, as emissões chegam a representar até 26% do total global (FAO, 2023).

O dióxido de carbono equivalente (CO_2 eq.) é uma métrica utilizada para equalizar as emissões de vários Gases do Efeito Estufa com base na relativa importância de cada gás em relação ao CO_2 . Para a realização dos cálculos de CO_2 eq. são utilizadas conversões que consideram o Potencial de Aquecimento Global (*Global Warming Potential* – GWP) de cada gás proposto pelo IPCC. A Tabela 1 apresenta os valores de GWP utilizados para a realização dos cálculos.

Tabela 1. Potencial de aquecimento global (GWP) de GEEs. Gás Fórmula química GWP.

GÁS	FÓRMULA QUÍMICA	GWP
Dióxido de carbono	CO_2	1,0
Óxido de nitrogênio	N_2O	273,0
Metano – Fóssil	CH_4	29,8
Metano – Não fóssil	CH_4	27,0

Fonte: IPCC (2023).

1.6 Calculadoras de emissões de Gases de Efeito Estufa e o que ainda não existe para os pequenos negócios

As calculadoras de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) são ferramentas fundamentais para estimar, de forma rápida e padronizada, as emissões derivadas de atividades humanas, como aquelas ligadas ao setor agropecuário e florestal. Embora não substituam modelos científicos complexos, oferecem suporte para decisões, comunicação ambiental e desenho de planos de ação (Denef et al., 2013 apud Fao, 2013). Essas calculadoras variam em complexidade, mas todas têm o objetivo de tornar acessível a determinação de emissões por Escopos (1, 2 e 3) a partir de dados de produção, uso de insumos, energia e manejo (Fao, 2013). Representam uma interface entre os conhecimentos técnicos do IPCC e as necessidades práticas de uso em campo. Entre as ferramentas mais utilizadas estão: o IPCC-Calc, o BR-Calc, o WFLDB, a Nemecek-Calc, WRI e o Agri-footprint, especialmente para produtos como castanha de caju, trigo e outros cultivos (MDPI, 2023). Essas calculadoras são usadas para estimar pegadas de carbono em diferentes cenários e alinhar metodologias a normas ISO de avaliação de ciclo de vida (MDPI, 2023).

Comparações entre metodologias revelam diferenças expressivas nos resultados. Por exemplo, no cálculo das emissões por tonelada de castanha, houve variação de até 24,5% entre

os valores obtidos pelo IPCC-Calc (129,5 kg CO₂e) e pela Nemecek-Calc (104 kg CO₂e) (MDPI, 2023). Metano e óxido nitroso foram identificados como os principais contribuidores para o balanço, com o N₂O representando até 75,9% das emissões (MDPI, 2023).

Outro exemplo notável é o estudo que comparou três ferramentas para estoque agrícola na Europa, demonstrando que algumas ferramentas tendem a superestimar emissões de N₂O e CH₄ em sistemas tropicais em até duas vezes em relação a medições diretas (RICHARDS, 2016). Isso evidencia a necessidade de calibrar e adaptar as ferramentas ao contexto regional (RICHARDS, 2016).

As calculadoras têm valor como ferramentas de capacitação técnica, sensibilização e planejamento, permitindo que produtores, técnicos e consultores visualizem cenários e tomem decisões baseadas em dados (FAO, 2013; CAPI, 2024). Elas oferecem baixa barreira de entrada, permitem simulações rápidas e são úteis para identificar tendências e oportunidades de redução de emissões.

Segundo dados do último Censo Agropecuário de 2017, o Brasil possui aproximadamente 3,9 milhões de estabelecimentos rurais classificados como de agricultura familiar, de um total de cerca de 5 milhões de estabelecimentos agropecuários. Esses agricultores familiares ocupam uma área superior a 80 milhões de hectares, o que representa cerca de 23% da área de agropecuária ocupada no país, sendo também responsáveis por mais de 65% da força de trabalho rural empregada nesses estabelecimentos (IBGE, 2017). Se considerarmos ainda os pequenos negócios rurais com faturamento anual de até R\$ 4,8 milhões, o total de área e trabalhadores ocupados por esse segmento produtivo é ainda mais expressivo.

Nesse contexto, o Sistema Sebrae, formado pelo Sebrae Nacional e pelas unidades estaduais, surge como um ator estratégico na disseminação e operacionalização dessas metodologias junto aos pequenos produtores rurais. Com presença em todo o território brasileiro



FOTO: Wenderson Araújo - Sistema CNA/SENAR

e experiência consolidada no apoio ao empreendedorismo e à competitividade dos pequenos negócios, o Sebrae atua no meio rural promovendo práticas sustentáveis, inovação e gestão eficiente, pilares essenciais para viabilizar a quantificação e a redução das emissões de forma prática e acessível.

Nos últimos anos, o Sistema Sebrae vem consolidando sua estratégia de promoção de práticas sustentáveis e adaptação à nova economia verde da agricultura brasileira, especialmente no que tange à inserção dos pequenos produtores em uma nova economia de baixo carbono. Uma das iniciativas de destaque nessa trajetória é a construção da ferramenta de Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) para atividade rurais, uma solução pioneira que permite mensurar e qualificar a pegada de carbono das propriedades rurais de forma acessível, didática e com fundamentação científica. Este documento é apresentado como uma proposta de atuação do Sistema Sebrae no apoio à gestão da sustentabilidade em pequenos negócios rurais, o que ganha ainda mais relevância ao considerar a realização da 30ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP 30), que ocorrerá em 2025 no Brasil.

A proposta configura-se como um marco na integração entre inovação, democratização do tema sustentabilidade e inclusão produtiva, oferecendo soluções adaptadas à realidade dos pequenos produtores e alinhadas aos compromissos climáticos globais assumidos pelo Brasil. Entende-se, portanto, como uma contribuição do Sebrae para o fortalecimento da imagem do país como líder em agropecuária sustentável.

Abaixo são apresentados o contexto de criação de uma ferramenta que cumpre com esse propósito, a história de seu desenvolvimento, os resultados obtidos, caminhos para sua implementação e propostas de parcerias nacionais e internacionais para ampliação.

2. JUSTIFICATIVA

A justificativa para o desenvolvimento da calculadora de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) do Sebrae está ancorada em quatro pilares estratégicos: a emergência climática global, as exigências crescentes dos mercados, a lacuna técnica dos pequenos produtores e o papel histórico do Sebrae como agente de transformação no ambiente dos pequenos negócios. O Brasil, como potência agroambiental, precisa mensurar, planejar e mitigar suas emissões de forma transparente, acessível e alinhada às diretrizes internacionais, como o Acordo de Paris. Contudo, os inventários convencionais são, em geral, complexos, caros e inacessíveis ao pequeno produtor. É nesse contexto que surge a necessidade da calculadora do Sebrae. Diferente de ferramentas acadêmicas ou corporativas, essa solução foi concebida com base técnica robusta, mas com interface amigável, adaptada às realidades de diferentes cadeias produtivas e dos bio-

mas brasileiros. A ferramenta permite a quantificação das emissões líquidas das propriedades rurais.

Além disso, a solução também é estratégica para consultores, gestores e suas instituições financeiras e programas de incentivo econômico e climático, pois permite a geração de dados agregados e confiáveis, úteis para o planejamento de políticas públicas, precificação de crédito rural verde e certificações ambientais.

Por fim, a justificativa se ampara, também, no próprio papel institucional do Sebrae: desenvolver soluções inovadoras para fortalecer os pequenos negócios. Com essa ferramenta, o Sebrae reafirma seu protagonismo no apoio à transição sustentável da agropecuária brasileira, oferecendo um instrumento acessível, confiável e transformador para enfrentar um dos maiores desafios do século XXI.

3. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA

A metodologia da ferramenta de inventário de Gases de Efeito Estufa (GEE) desenvolvida pelo Sebrae foi concebida para refletir, com precisão e robustez técnica, a realidade das propriedades rurais brasileiras. A partir da geolocalização da propriedade, são consideradas as especificidades dos biomas, regiões fitofisionômicas e condições edafoclimáticas, permitindo estimativas de emissões e remoções de GEE condizentes com cada contexto produtivo.

Com base em parâmetros diferenciados por atividade agropecuária e fatores de emissão regionais, a ferramenta integra as principais fontes e sumidouros de carbono de forma prática e acessível, promovendo uma análise confiável e personalizada para apoiar estratégias de mitigação no campo.

3.1 Desenvolvimento

A calculadora foi desenvolvida com base na metodologia internacional do *Greenhouse Gas Protocol* (GHG Protocol), adaptada às especificidades do meio rural brasileiro conforme as diretrizes da ABNT NBR ISO 14064-1:2007 e os fatores de emissão do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas). Foram considerados os três Escopos de emissão:

- a. Escopo 1: emissões diretas da propriedade (como fermentação entérica, dejetos, queima de combustível em tratores e geradores);
- b. Escopo 2: emissões indiretas pela aquisição de energia elétrica;

- c. Escopo 3: emissões indiretas não controladas pela propriedade, como transporte terceirizado, uso de defensivos e serviços mecanizados contratados.

Com base nessa fundamentação, foi desenvolvida uma planilha em Excel, adaptada para incorporar todos os fatores previstos nas metodologias internacionais de mensuração de emissões e sumidouros. A ferramenta contempla a diversidade das cadeias produtivas agropecuárias nas cinco regiões do Brasil e as especificidades dos seis biomas brasileiros.

Com 24 abas distintas para inserção de dados, a planilha permite mais de 1.000 possibilidades de registro, abrangendo amplamente as atividades do meio rural. Entre os campos disponíveis estão: dados gerais da propriedade, consumo de combustíveis, uso de fertilizantes e corretivos, geração de resíduos agrícolas, tipos de cultivos e criações pecuárias, mudança no uso da terra, produtos florestais madeireiros, variação de carbono no solo, manejo de solos orgânicos, resíduos sólidos agropecuários e orgânicos, efluentes sanitários, emissões fugitivas, consumo de energia elétrica, atividades terceirizadas, uso de defensivos agrícolas, áreas de reflorestamento, sistemas de integração, agricultura perene e sumidouros de carbono.

Cada aba permite diferentes formas de lançamento, refletindo a variabilidade das práticas produtivas no território nacional. A planilha também inclui uma aba específica com as referências bibliográficas utilizadas, além das fórmulas e equações que sustentam os cálculos de emissões e remoções, conforme os parâmetros definidos por publicações internacionais reconhecidas. O preenchimento dessa ferramenta permite a realização do inventário de Gases de Efeito Estufa (GEE) em propriedades rurais localizadas em diferentes regiões do Brasil. O modelo de aplicação baseia-se no uso da planilha por um profissional especializado e devidamente treinado, que realiza visitas *in loco* para coletar, junto ao produtor, as informações necessárias à análise.

Após o preenchimento, a ferramenta calcula automaticamente as emissões e remoções de GEE associadas às atividades agropecuárias da propriedade. O inventário sempre considera um período contínuo de 12 meses, podendo esse intervalo ser ajustado individualmente para cada propriedade, de forma a refletir com maior precisão os ciclos produtivos e as especificidades do sistema de produção local.

Contudo, a ferramenta representa apenas parte da solução. A efetividade da mensuração depende diretamente da disponibilidade e da qualidade dos dados fornecidos. Por isso, é essencial realizar alinhamentos prévios com os produtores, visando sensibilizá-los quanto à importância do registro sistemático de informações da propriedade, especialmente aquelas que alimentarão a ferramenta. Além disso, o sucesso da aplicação também requer o treinamento adequado dos profissionais responsáveis pela coleta dos dados. Esses profissionais devem dominar as “Boas Práticas de Mensuração”, incluindo conhecimentos técnicos sobre variáveis regionais, critérios de preenchimento e habilidades para formular perguntas precisas ao produtor, bem como verificar informações quando necessário.

Outro componente fundamental da solução é a etapa posterior à geração dos resultados: a elaboração de um Plano de Mitigação. Esse plano apresenta estratégias consistentes de redução das emissões, priorizando práticas sustentáveis que preservam, ou até ampliam, a rentabilidade das propriedades rurais, tanto no curto quanto no longo prazo.

Em síntese, o desenvolvimento da solução contempla:

1. Capacitação Técnica: treinamento adequado da equipe de profissionais responsáveis pela aplicação da solução, com foco em boas práticas de mensuração de GEE;
2. Mobilização dos produtores: identificação e sensibilização de produtores rurais em propriedades com disponibilidade e organização de dados relevantes ao balanço de GEE;
3. Aplicação da Ferramenta: realização de visitas técnicas presenciais por profissionais capacitados para coleta de informações e cálculo do balanço de emissões e remoções de GEE na propriedade;
4. Plano de Mitigação: elaboração de estratégias técnicas e economicamente viáveis para a redução das emissões, com foco em sustentabilidade e na manutenção da rentabilidade.

A seguir, apresentam-se os componentes estruturais da ferramenta, considerada o núcleo operacional da solução e elemento essencial para a mensuração técnica das emissões e remoções de GEE no meio rural.

3.1.1 ESCOPOS

O Escopo 1 compreende todas as emissões diretas de Gases de Efeito Estufa provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela organização. No contexto agropecuário, isso inclui, por exemplo, o uso de tratores e colheitadeiras movidos a diesel, a queima de resíduos agrícolas, e as emissões entéricas dos animais ruminantes. Também entram nesse Escopo os processos industriais que geram GEE e o uso de fertilizantes nitrogenados que resultam na liberação de óxidos de nitrogênio (N_2O). Como são emissões sob o controle direto da propriedade ou empresa, o monitoramento do Escopo 1 é essencial para implementar ações de mitigação mais imediatas e eficazes. A Tabela 2 apresenta quais foram as fontes de emissões consideradas pelo Escopo 1 para realizar o inventário de GEE nas propriedades rurais.

**Tabela 2.** Fontes de emissão do Escopo 1

ID	FONTE DE EMISSÃO
ESCOPO 1	
1	Combustão estacionária
2	Combustão móvel
3	Aplicação de fertilizantes orgânicos
4	Aplicação de fertilizantes nitrogenados
5	Aplicação de uréia
6	Aplicação de corretivos
7	Resíduos de colheita
8	Adubação verde
9	Renovação de pastagens
10	Cultivo de arroz irrigado
11	Manejo de dejetos animais
12	Fermentação entérica
13	Mudanças de uso do solo
14	Produtos Florestais Madeireiros
15	Emissões indiretas por volatilização e deposição atmosférica
16	Emissões indiretas por lixiviação/escoamento superficial
17	Mudança de carbono no solo
18	Emissão pela mineralização de N
19	Manejo de solos orgânicos
20	Resíduos sólidos agropecuários
21	Resíduos sólidos e efluentes sanitários
23	Emissões fugitivas

O Escopo 2 refere-se às emissões indiretas, associadas à geração de energia elétrica, vapor, calor ou refrigeração adquiridos de terceiros e consumidos pela organização. No agro, isso se aplica principalmente à eletricidade utilizada em sistemas de irrigação, refrigeração, beneficiamento de grãos, ordenha mecanizada, entre outros. Embora essas emissões não ocorram fisicamente dentro da propriedade, elas são contabilizadas porque decorrem diretamente do consumo energético da operação. Reduzir emissões desse Escopo pode envolver a adoção de fontes renováveis, como energia solar ou biomassa, e o aumento da eficiência energética dos equipamentos utilizados.

Tabela 3. Fontes de emissão do Escopo 2.

ID	FONTE DE EMISSÃO
	ESCOPO 2
23	Consumo de energia elétrica

As emissões do Escopo 3 são uma consequência das atividades da propriedade, mas ocorrem em fontes que não pertencem ou não são controladas pela propriedade. O Escopo 3 abrange todas as outras emissões indiretas que não estão incluídas no Escopo 2 e que ocorrem ao longo da cadeia de valor da organização, tanto a montante (fornecedores) quanto a jusante (clientes e consumidores). Exemplos incluem as emissões relacionadas à produção e transporte de insumos agrícolas (como fertilizantes e rações), o transporte dos produtos até o consumidor final, o processamento industrial fora da propriedade e o descarte de resíduos. No agronegócio, esse Escopo pode representar uma parcela significativa das emissões totais, exigindo estratégias colaborativas com parceiros da cadeia para mensuração e mitigação. A compreensão do Escopo 3 é fundamental para uma abordagem sistêmica e mais completa da sustentabilidade ambiental. A Tabela 4 apresenta as fontes de emissão que foram consideradas no Escopo 3 do inventário de GEE nas propriedades rurais.

Tabela 4. Fontes de emissão do Escopo 3.

ID	FONTE DE EMISSÃO
	ESCOPO 3
24	Transporte terceirizado
25	Atividades mecanizadas terceirizadas
26	Aplicação de defensivos agrícolas
27	Resíduos sólidos agropecuários
28	Resíduos sólidos e efluentes sanitários

3.1.2 CARBONO BIOGÊNICO

As emissões de CO₂ referentes à queima de biomassa resultam em emissões consideradas neutras em termos de impacto climático, pois este CO₂ é gerado através de um ciclo biológico. O IPCC, assim como o GHG Protocol, recomenda que a emissão de CO₂ advinda da queima de biomassa seja considerada neutra. As emissões de carbono biogênico são divididas em duas categorias:

- Usos do solo: emissões dos solos, decomposição de matéria orgânica morta e queimadas de resíduos agrícolas;
- Uso de biocombustível: emissões do uso de biocombustíveis (como, por exemplo, o etanol).

3.1.3 ESTIMATIVA DE REMOÇÃO DE CARBONO

Os sumidouros de carbono são reservatórios que absorvem mais CO₂ do que liberam, desempenhando papel central no equilíbrio climático planetário. Entre os principais se destacam os oceanos, os solos e as florestas (FAO, 2023; UNFCCC, 2008).

Os oceanos absorvem cerca de 25% das emissões humanas de CO₂ anualmente, funcionando por meio de mecanismos físicos (solubilidade) e biológicos (como vegetação marinha) como os manguezais e as *seagrass meadows* (Monteiro, 2021). Os solos contêm 1.500 bilhões de toneladas de carbono, mais que a atmosfera e a vegetação terrestre somadas. Sua capacidade de sequestrar carbono supera os oceanos na rapidez das trocas com a atmosfera (FAO, 2023). Para o agronegócio, isso representa uma das maiores oportunidades de mitigação. As florestas tropicais são reservas naturais que sequestram carbono em biomassa e solos, com ativa mitigação até ~6 t C/ha/ano (Raveroaritiana; Wanger, 2023).

ID	SUMIDOURO
1	Floresta primária
2	Floresta secundária com histórico de floresta
3	Floresta secundária com histórico de pastagem
4	Floresta secundária com histórico de agricultura
5	Floresta secundária com outros históricos
6	Campo primário
7	Campo secundário
8	Plantio direto
9	Sistema de plantio direto

10	Agricultura perene
11	Pastagem melhorada com insumos
12	Pastagem conservada
13	Agricultura perene
14	Reflorestamento – Silvicultura
15	Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta - ILPF

A contabilização das remoções tem como base os princípios e orientações metodológicas do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2006), sendo aplicável a sistemas produtivos que promovem a manutenção ou o aumento do estoque de carbono no uso atual do solo. Para isso, foram considerados os tipos de cobertura e de uso da terra informados pelos produtores e observados durante as visitas de campo, bem como o histórico de uso dessas áreas nos anos anteriores ao inventário.

As remoções contabilizadas referem-se, principalmente, a:

- Vegetação nativa preservada, como florestas primárias, campos naturais e formações secundárias em estágio avançado de regeneração;
- Sistemas agropecuários conservacionistas, como o plantio direto e a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF);
- Pastagens bem manejadas ou em processo de recuperação, que contribuem para o acúmulo de carbono no solo;
- Reflorestamentos, tanto com espécies nativas quanto exóticas (silvicultura), que capturam carbono ao longo do seu desenvolvimento.

Cada tipo de sumidouro foi avaliado com base na área ocupada, no histórico de uso da terra anterior, na espécie ou tipo de vegetação presente e no estado de conservação. Para as estimativas de remoção, foram utilizados fatores de fixação de carbono específicos por categoria de uso e bioma, considerando tanto a biomassa aérea quanto o carbono no solo, quando aplicável.

Essas remoções desempenham papel fundamental no balanço líquido de emissões das propriedades, sendo capazes de compensar, parcial ou integralmente, as emissões brutas das atividades agropecuárias. A seguir, são apresentadas as quantificações consolidadas dos principais tipos de sumidouros registrados nas propriedades inventariadas.

3.1.4 EMISSÕES LÍQUIDAS

A estimativa das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) nas propriedades rurais foi realizada a partir das informações coletadas em campo e da aplicação de fatores de emissão conforme as diretrizes do IPCC (2006) e do *GHG Protocol*.

As emissões líquidas correspondem à diferença entre o somatório das emissões de CO₂ eq. e as remoções de CO₂, conforme a seguinte equação:

$$\text{EMIÇÃO LÍQUIDA} = \sum \text{EMIÇÕES} - \text{REMOÇÕES (1)}$$

Onde:

EMIÇÃO LÍQUIDA é a emissão líquida de CO₂ eq. da propriedade rural inventariada (tonelada de CO₂ eq.);

EMIÇÕES é soma de todas as emissões das fontes de emissões da propriedade rural inventariada (tonelada de CO₂ eq.);

REMOÇÕES é o total de CO₂ eq. removido da atmosfera pelos sumidouros da propriedade rural inventariada (tonelada de CO₂ eq.).

3.1.5 POSSIBILIDADE DE ADAPTAÇÃO AO TERRITÓRIO BRASILEIRO

A metodologia adotada pela ferramenta de inventário de Gases de Efeito Estufa (GEE) desenvolvida, foi estruturada para garantir representatividade, robustez técnica e aderência à realidade das propriedades rurais brasileiras. Para isso, a ferramenta foi testada em campo em todos os seis biomas do Brasil — Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa —, contemplando a diversidade de sistemas produtivos, as práticas agrícolas e as características ambientais e sociais de cada região.

Essa abordagem permitiu calibrar a metodologia conforme as particularidades de cada bioma, ajustando fatores de emissão, práticas de manejo, tipos de uso da terra e possibilidades de sequestro de carbono. A divisão territorial garantiu que a ferramenta não fosse uma solução genérica, mas sim uma tecnologia de base científica com aplicabilidade regional, ampliando sua precisão e legitimidade para uso em políticas públicas, programas de incentivo e estratégias de mitigação alinhadas com os contextos locais.

Portanto, considera-se a localização geográfica da propriedade como ponto de partida para a estimativa das emissões e remoções de GEE, utilizando parâmetros específicos por estado, bioma e região fitofisionômica. Essa abordagem permite que os cálculos reflitam de maneira precisa as variabilidades ambientais e produtivas do território nacional, respeitando as particularidades de cada sistema agropecuário.

No que diz respeito às emissões, a ferramenta integra fatores de emissão diferenciados para atividades como a fermentação entérica de ruminantes e o manejo de dejetos animais, conforme o estado onde a propriedade está localizada. Por exemplo, um rebanho de bovinos no estado de Mato Grosso terá emissões estimadas de forma distinta de um rebanho similar em Santa Catarina, devido às diferenças de clima, alimentação, manejo e infraestrutura. Essa diferenciação é essencial para garantir a acurácia dos dados e orientar estratégias personalizadas de mitigação.

Além disso, a ferramenta também calcula as remoções de carbono com base nas especificidades de cada bioma e região fitofisionômica. Fatores como o tipo de vegetação nativa, a presença de áreas florestais e a condição do solo influenciam diretamente as taxas de sequestro de carbono. A estimativa de carbono do solo, por exemplo, leva em consideração tanto o estoque original da área quanto as mudanças provocadas por alterações no uso e manejo do solo, como a conversão de pastagens degradadas para sistemas mais intensivos ou integrados. Esses cálculos são realizados a partir da geolocalização exata da propriedade, permitindo que os resultados obtidos estejam em consonância com a realidade produtiva e ambiental local.

Portanto, a ferramenta adota uma metodologia que valoriza a precisão e a aplicabilidade, utilizando dados regionais e critérios técnicos consistentes. Isso permite que as estimativas de emissões e remoções não apenas sejam mais confiáveis, mas também sirvam como base para a elaboração de planos de ação individualizados, contribuindo para a transição rumo a uma agropecuária mais sustentável, de baixo carbono e integrada aos compromissos ambientais globais.

3.2 Piloto em campo para teste da ferramenta

Considerando o desenvolvimento da ferramenta de inventário de Gases de Efeito Estufa e os elementos estruturantes da proposta de solução, optou-se por realizar uma etapa prática de validação em campo. Essa iniciativa teve como objetivo testar a aplicabilidade operacional da ferramenta em propriedades rurais reais, avaliando sua eficiência, sua aderência e sua capacidade de mensuração em diferentes contextos produtivos e ambientais. Tal estratégia foi fundamental para que a proposta, ainda que conceitualmente sólida e tecnicamente fundamentada, pudesse ser analisada sob a ótica da sua efetividade prática.

Ao todo foram inventariadas 216 propriedades rurais, em 07 Estados, contemplando os seis biomas brasileiros. Os resultados obtidos representam um panorama detalhado das emissões e remoções nas propriedades analisadas, considerando suas características produtivas, geográficas e ambientais. Esses dados permitem identificar padrões, comparar desempenhos entre diferentes biomas e sistemas de produção e, sobretudo, apontar oportunidades concretas de mitigação.



A seguir, apresenta-se uma breve história e os principais achados do piloto nacional, com destaque para a percepção de um desenho comercial viável, articulações nacionais e as particularidades regionais que influenciam diretamente o balanço de carbono das atividades agropecuárias.

3.2.1 ORIGEM DA SOLUÇÃO NO SEBRAE

A iniciativa de criação de uma ferramenta de inventário de Gases de Efeito Estufa (GEE) voltada para o agronegócio teve início no Sebrae Santa Catarina, em um contexto de crescente preocupação com a sustentabilidade e com as exigências dos mercados internacionais por rastreabilidade ambiental e pela comprovação de boas práticas agropecuárias. A primeira discussão concreta sobre a possibilidade de uma ferramenta nacional aconteceu em 2023, a partir da percepção de que lideranças da agroindústria se mostraram interessadas em conjugar esforços com instituições parceiras, como o Sebrae, na aplicação de inventários de GEE em propriedades rurais integradas.

Em fevereiro de 2023, o Sebrae Santa Catarina convidou o Polo de Referência em Agronegócio do Sebrae para conhecer a iniciativa, na Região Oeste catarinense. Na ocasião, o Sebrae SC apresentou uma proposta desenvolvida em parceria com agroindústrias locais, cujo objetivo era oferecer aos produtores uma ferramenta para inventariar as emissões de GEE. Inicialmente, a ideia gerou dúvidas, uma vez que o tema de mudanças climáticas ainda parecia distante da realidade da maioria dos pequenos produtores. No entanto, o entusiasmo demonstrado pelas agroindústrias e o seu interesse em utilizar a ferramenta como parte de suas estratégias de sustentabilidade mostraram um caminho possível de desenho comercial viável, bem como o potencial da proposta.

Com apoio do Sebrae Goiás, que lidera o Polo de Referência em Agronegócio do Sebrae, iniciou-se um processo de entendimento mais profundo e sistemático da iniciativa. Mesmo com o ceticismo inicial sobre a adesão dos pequenos produtores, percebeu-se que a participação de agroindústrias, como financiadoras e beneficiárias dos resultados, poderia viabilizar o modelo. A partir dessa constatação, o Polo assumiu a liderança na elaboração de uma estratégia para o desenvolvimento de uma solução nacional.

O trabalho inicial de nacionalização incluiu a formação de um pequeno grupo de cooperação técnica envolvendo unidades estaduais do Sebrae — como Mato Grosso, Minas Gerais, Santa Catarina — além do Sebrae Nacional, com o objetivo de construir uma estratégia de atuação em nível nacional. Esses atores foram mobilizados por já conduzirem iniciativas locais relevantes e para possibilitar articulações com instituições nacionais de referência, visando coletar percepções e validar os caminhos propostos.

Como resultado das discussões, compreendeu-se que a iniciativa superava a simples incorporação de uma nova solução ao portfólio nacional do Sebrae. Tratava-se, na verdade, de

uma oportunidade concreta de contribuir com a imagem e o desenvolvimento da Agricultura Tropical Brasileira, especialmente diante da crescente demanda por sustentabilidade no setor agropecuário do Brasil.

A partir dessa visão, concluiu-se que o desenvolvimento da ferramenta não apenas era viável, mas necessário — exigindo, portanto, um modelo robusto, alinhado à complexidade dos desafios enfrentados. Definiram-se, assim, as seguintes premissas para o seu aprimoramento e ampliação:

- A ferramenta deve abranger um número maior de cadeias produtivas, superando o Escopo inicial focado na região Sul;
- Deve-se considerar os seis biomas brasileiros, contemplando a diversidade territorial e produtiva do país;
- A aplicação deverá ser testada em campo, nos seis biomas, considerando diferentes cadeias produtivas e realidades de produtores rurais;
- Devem ser propostos modelos comerciais viáveis para a aplicação da solução por pequenas propriedades;
- A ferramenta deverá assegurar um padrão elevado de qualidade na mensuração e análise, com uma metodologia robusta que garanta resultados confiáveis em todas as etapas;
- Por fim, devem ser previstas aplicações que agreguem valor para parceiros estratégicos, produtores rurais e empresas de mercado, fortalecendo sua adoção e impacto.

Desse modo, o Polo Sebrae Agro trabalhou em uma estratégia de desenvolvimento para que a ferramenta se tornasse mais que um instrumento técnico: tratava-se da construção de uma solução respaldada cientificamente, com reconhecimento institucional e testada em nível nacional.

A estratégia adotada baseou-se, inicialmente, na contratação de uma empresa especializada para promover a expansão da ferramenta, de modo a contemplar diversas cadeias produtivas e os seis biomas brasileiros. Simultaneamente, foram convidados outros seis Sebrae UF, além do Sebrae SC — sendo um representante de cada bioma — para testarem essa versão ampliada da ferramenta.

Conforme previsto na estratégia, cada Sebrae UF foi orientado a estabelecer parcerias locais com agroindústrias, associações, cooperativas, governos municipais ou estaduais, ou outras instituições com interesse no tema. Essas organizações foram denominadas “empresas âncoras”. O Polo participou de reuniões com as empresas âncoras indicadas pelo Sebrae UF, com o objetivo de apresentar o projeto, compreender o nível de interesse na iniciativa e coletar percepções sobre sua possível aplicação.

As empresas âncoras, por sua vez, ficaram responsáveis por indicar produtores rurais

vinculados a elas para participarem do piloto nacional da ferramenta, denominado “Piloto Biomas”. Coube ao Polo a contratação e orientação de consultores locais em cada um dos sete estados participantes, com a meta de aplicar a ferramenta em 30 propriedades rurais por estado, e enviar os dados para empresa especializada gerar os resultados.

A distribuição dos testes nos biomas ocorreu da seguinte forma:

- Sebrae RS: aplicação no Bioma Pampa;
- Sebrae PR e Sebrae SC: aplicação no Bioma Mata Atlântica;
- Sebrae GO: aplicação no Bioma Cerrado;
- Sebrae MS: aplicação no Bioma Pantanal;
- Sebrae RN: aplicação no Bioma Caatinga;
- Sebrae PA: aplicação no Bioma Amazônico.

Os gestores estaduais do Agro, integrantes da rede do Polo Sebrae Agro, foram responsáveis por articular e acompanhar as parcerias com as empresas âncoras, supervisionar a execução dos inventários nas propriedades rurais realizadas pelos consultores contratados, agendar reuniões de devolutiva com produtores e empresas âncoras, bem como colaborar com o Polo no envio de percepções e sugestões sobre possíveis usos e formatos de oferta da ferramenta.

A participação do Sebrae Nacional foi especialmente estratégica ao promover a articulação do Polo com instituições nacionais de referência, como a Embrapa, a Fundação Getúlio Vargas (FGV Agro), o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), entre outras. Essas articulações possibilitaram a apresentação institucional do projeto, o mapeamento de iniciativas similares já em curso e a identificação de possíveis sinergias e complementaridades.

Além disso, o Polo consultou essas instituições sobre o interesse em integrar uma rede nacional de organizações de reconhecida credibilidade, com a finalidade de validar e cancelar a metodologia proposta. Todas, sem exceção, manifestaram interesse em participar da estruturação dessa rede e demonstraram apoio à sua criação, reconhecendo sua importância estratégica para o fortalecimento técnico e institucional da iniciativa. A manifestação desses parceiros conferiu à ferramenta maior robustez técnica, legitimidade institucional e alinhamento com agendas estratégicas da sustentabilidade na agropecuária brasileira.

Diante de toda essa trajetória, marcada por uma construção estratégica robusta e articulada em nível nacional — envolvendo diversos atores institucionais relevantes, o desenvolvimento de uma ferramenta cientificamente validada, testes de campo em sete estados representando os seis biomas brasileiros, e o engajamento direto dos gestores agro do Sistema Sebrae —, é possível afirmar com segurança que se consolidou um grande movimento institucional nacional liderado pelo Sebrae. Esse movimento responde de forma concreta às demandas globais frente às mudanças climáticas, ao mesmo tempo em que reafirma o comprometimento de instituições sérias do país com a sustentabilidade do setor agropecuário.

Mais do que uma solução técnica, trata-se de um posicionamento estratégico que fortalece a imagem do agronegócio brasileiro no cenário internacional, demonstrando o apoio da sociedade brasileira a um dos setores mais relevantes da economia nacional. Com essa visão, a ferramenta de inventário de Gases de Efeito Estufa (GEE) desenvolvida pelo Sebrae pode se consolidar como um marco na atuação da instituição em sustentabilidade: uma tecnologia acessível, adaptada à realidade do campo e com alto potencial de abrir portas para mercados que valorizam práticas produtivas sustentáveis.

A seguir, são apresentados os principais resultados do Piloto Biomas.

3.3 Resultados do “Piloto Biomas”

A realização dos inventários de Gases de Efeito Estufa (GEE) abrangeu um total de 216 propriedades rurais, cuja área somada totaliza aproximadamente 55.100 hectares. Essas propriedades estão distribuídas por todos os biomas brasileiros e representam uma amostra heterogênea e abrangente da produção agropecuária nacional, tanto em termos geográficos quanto produtivos. As atividades desenvolvidas contemplam os principais setores da produção primária, com destaque para a agricultura e a pecuária, organizadas sob diferentes sistemas de produção e níveis tecnológicos.



Figura 4. Estados onde o projeto piloto Biomas foi realizado.

No setor agrícola, foi identificada uma ampla diversidade de cultivos, englobando sistemas de agricultura anual e perene. As culturas anuais são predominantemente compostas por grãos e cereais, com destaque para a produção de soja, milho, arroz e feijão, além de outras culturas regionais voltadas à alimentação humana e animal. Também foram registradas áreas com hortaliças e culturas de ciclo curto em sistemas intensivos. Já a agricultura perene esteve fortemente representada pela fruticultura, abrangendo espécies como açaí, banana, erva-mate e citros, entre outros cultivos de espécies de longa duração.

Na pecuária, a diversidade observada reflete a pluralidade de sistemas produtivos presentes nas diferentes regiões do país. Foram identificadas propriedades dedicadas à bovinocultura de corte e de leite, com diferentes graus de intensificação e manejo de dejetos; além disso, observou-se a presença significativa de ovinocultura, suinocultura, avicultura de corte e avicultura de postura, cada uma com suas particularidades estruturais e operacionais.

Um aspecto de destaque foi a caracterização detalhada dos sistemas de manejo de dejetos animais, os quais variam substancialmente de acordo com a espécie criada, o porte da propriedade e o tipo de confinamento. Foram registradas práticas como a deposição direta dos dejetos no solo por animais em pastagem extensiva, bem como sistemas mais estruturados de coleta e armazenamento, como esterqueiras, piso de confinamento, sistemas de lagoas anaeróbias e biodigestores. A correta identificação desses sistemas é crucial, uma vez que influenciam diretamente o potencial de emissão de metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) nas propriedades.

As emissões totais consolidadas somaram aproximadamente 348.424,2 toneladas de CO_2 equivalente (tCO_2e). As principais fontes de emissão identificadas no Escopo 1, que representa cerca de 91% das emissões totais, foram:

- a. Fermentação entérica de ruminantes (67.424,4 tCO_2e), associada principalmente à bovinocultura de corte e de leite. Essa é uma das maiores fontes de metano (CH_4) do setor agropecuário;
- b. Mudanças de uso do solo (89.972,2 tCO_2e), refletindo conversões de vegetação nativa para áreas de produção agrícola ou pastagem, com liberação de carbono estocado na biomassa e no solo;
- c. Combustão estacionária (54.531,4 tCO_2e) resultante do uso de lenha, diesel e outros combustíveis em caldeiras, secadores, sistemas de aquecimento e motores fixos;
- d. Manejo de dejetos animais (24.984,6 tCO_2e), com destaque para emissões de CH_4 e N_2O , conforme o sistema de manejo adotado;
- e. Aplicação de fertilizantes orgânicos e ureia, que contribuíram com mais de 20.000 tCO_2e por emissão de N_2O .

As emissões do Escopo 2, associadas ao consumo de energia elétrica proveniente da rede, foram relativamente modestas (459 tCO_2e), em parte devido ao uso de sistemas fotovoltaicos em diversas propriedades, que suprimiram total ou parcialmente a demanda de eletricidade.

O Escopo 3 concentrou emissões indiretas vinculadas à prestação de serviços e aquisição de insumos, como:

- Transporte terceirizado de insumos ou produtos (31.630,2 tCO₂e);
- Aplicação de defensivos agrícolas (1.407,2 tCO₂e);
- Atividades mecanizadas contratadas (378,6 tCO₂e).

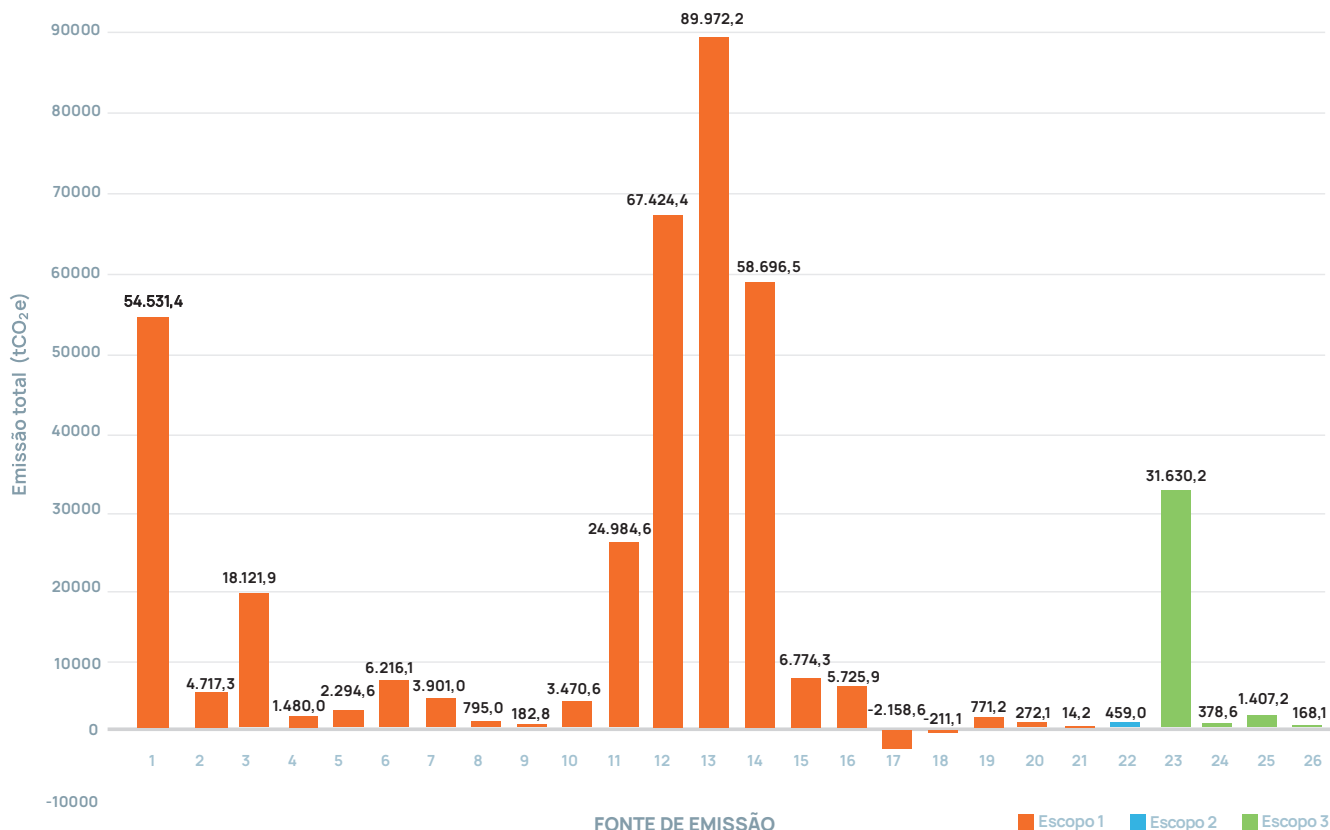


Figura 5. Emissões por fonte.

Além das emissões associadas às atividades agropecuárias, os inventários realizados nas 216 propriedades rurais também consideraram os processos naturais e manejados de remoção de dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera. Essas remoções ocorrem por meio da fixação biológica de carbono em diferentes compartimentos dos ecossistemas, especialmente na biomassa vegetal e no carbono orgânico do solo, e são denominados sumidouros de GEE.

A quantificação das remoções de Gases de Efeito Estufa foi realizada com base nas áreas declaradas de vegetação nativa, sistemas agropecuários conservacionistas e sistemas de uso do solo que favorecem o sequestro de carbono, conforme levantado pelos consultores de campo em cada propriedade.

As áreas foram categorizadas conforme o histórico de uso anterior e o tipo atual de cobertura e manejo. Isso permitiu aplicar fatores de remoção diferenciados, respeitando a dinâmica de cada sistema e seu potencial real de fixação de carbono.

As florestas primárias e secundárias representaram o maior volume de área com potencial de remoção, totalizando mais de 14.900 ha, refletindo o papel da vegetação nativa na retenção de carbono. Destaca-se também a relevância de áreas de campo nativo e secundário, comuns em regiões do Pampa e Pantanal, que também atuam como sumidouros importantes.

A presença de cerca de 9.100 ha sob plantio direto e sistema de plantio direto demonstra o esforço de parte das propriedades em adotar práticas de manejo que favorecem a acumulação de carbono no solo, contribuindo para a mitigação das emissões agrícolas.

Já os sistemas florestais plantados (silvicultura) e os sistemas integrados de produção (ILPF) foram registrados em menor escala, porém com alta capacidade de remoção por hectare, especialmente quando manejados com práticas sustentáveis e manutenção do solo coberto. Essas áreas, somadas às pastagens bem manejadas e à agricultura perene, representam a base do sequestro de carbono agrícola nas propriedades inventariadas.

A estimativa total de remoções de Gases de Efeito Estufa (GEE) nas 216 propriedades rurais inventariadas alcançou -583.316,5 toneladas de CO₂ equivalente (tCO_{2e}), resultado expressivo que evidencia o papel central dos sumidouros na dinâmica de emissões do setor agropecuário. As remoções ocorreram por meio de processos naturais e manejados de fixação de carbono na vegetação e no solo, associados a diversos tipos de uso do solo e práticas agrícolas conservacionistas.

O maior responsável pelo sequestro de carbono foi o reflorestamento (plantios florestais), que contribuiu com -377.080,4 tCO_{2e}, representando aproximadamente 65% de toda a remoção registrada. Esse número demonstra o alto potencial de áreas em processo de reflorestamento para capturar carbono atmosférico, mesmo quando conduzidas com espécies exóticas, como no caso da silvicultura.



FOTO: Wenderson Araújo - Sistema CNA/SENAR

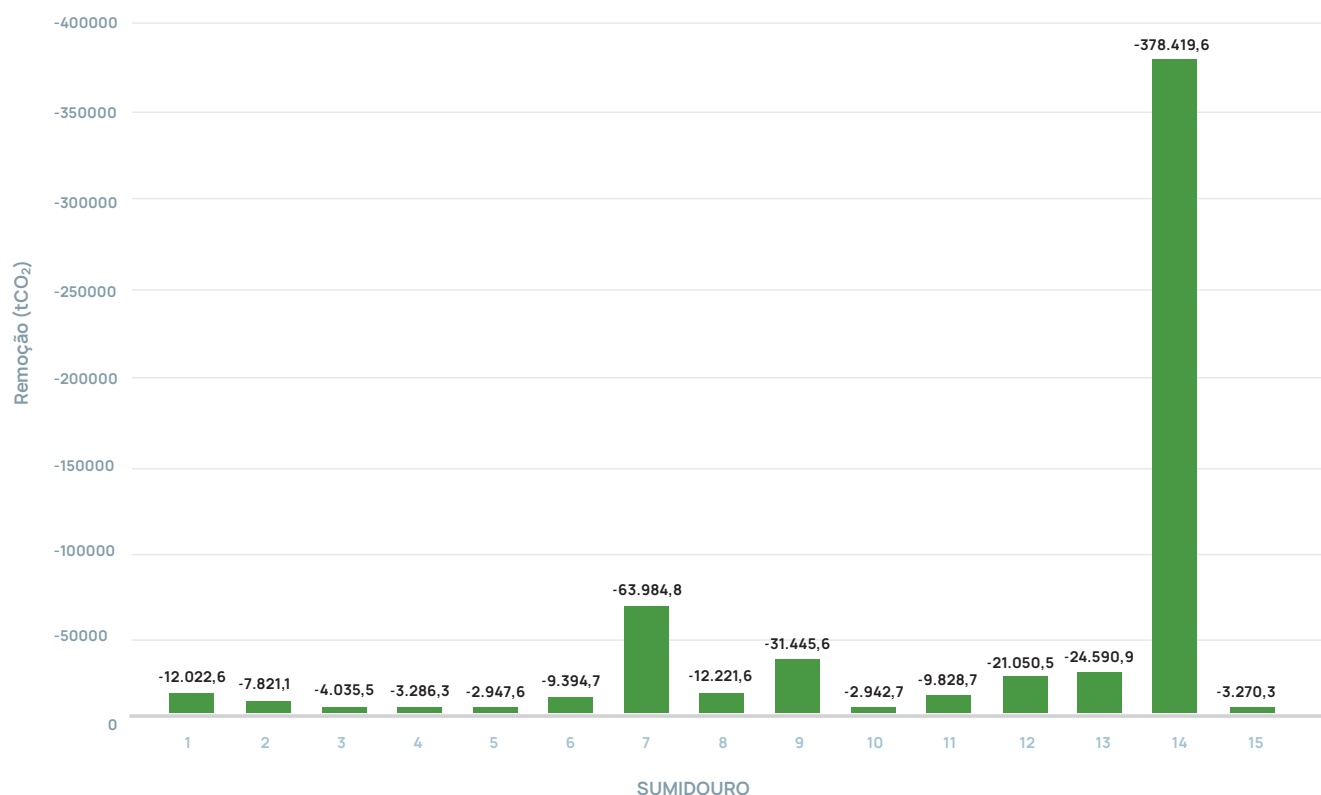


Figura 6. Média de remoções de CO₂ eq. por fontes em todas as propriedades inventariadas.

A consolidação dos dados das 216 propriedades inventariadas demonstrou um saldo climático líquido amplamente positivo, destacando o papel do setor agropecuário na mitigação das mudanças climáticas. As emissões totais dos Escopos 1 e 2, conforme o *GHG Protocol*, somaram cerca de 348.625,6 toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e), abrangendo atividades como fermentação entérica, uso de combustíveis, aplicação de fertilizantes, manejo de dejetos e consumo de energia elétrica.

Por outro lado, as remoções de GEE alcançaram -583.316,5 tCO₂e, principalmente por meio de sumidouros como vegetação nativa, reflorestamentos, plantio direto, pastagens bem manejadas e culturas perenes, que promovem o sequestro de carbono na biomassa e no solo. O balanço entre emissões e remoções resultou em um saldo líquido de -234.690,9 tCO₂e, confirmando que, no período de 12 meses analisado, as propriedades atuaram como sumidouros líquidos de carbono.

Esse desempenho evidencia como as práticas sustentáveis — como recuperação de áreas degradadas, manutenção de florestas e uso de sistemas integrados de produção — são eficazes na conciliação entre produção agropecuária e conservação ambiental. Além disso, o resultado positivo abre oportunidades para as propriedades acessarem mecanismos de compensação, mercados de carbono e programas de pagamento por serviços ambientais.

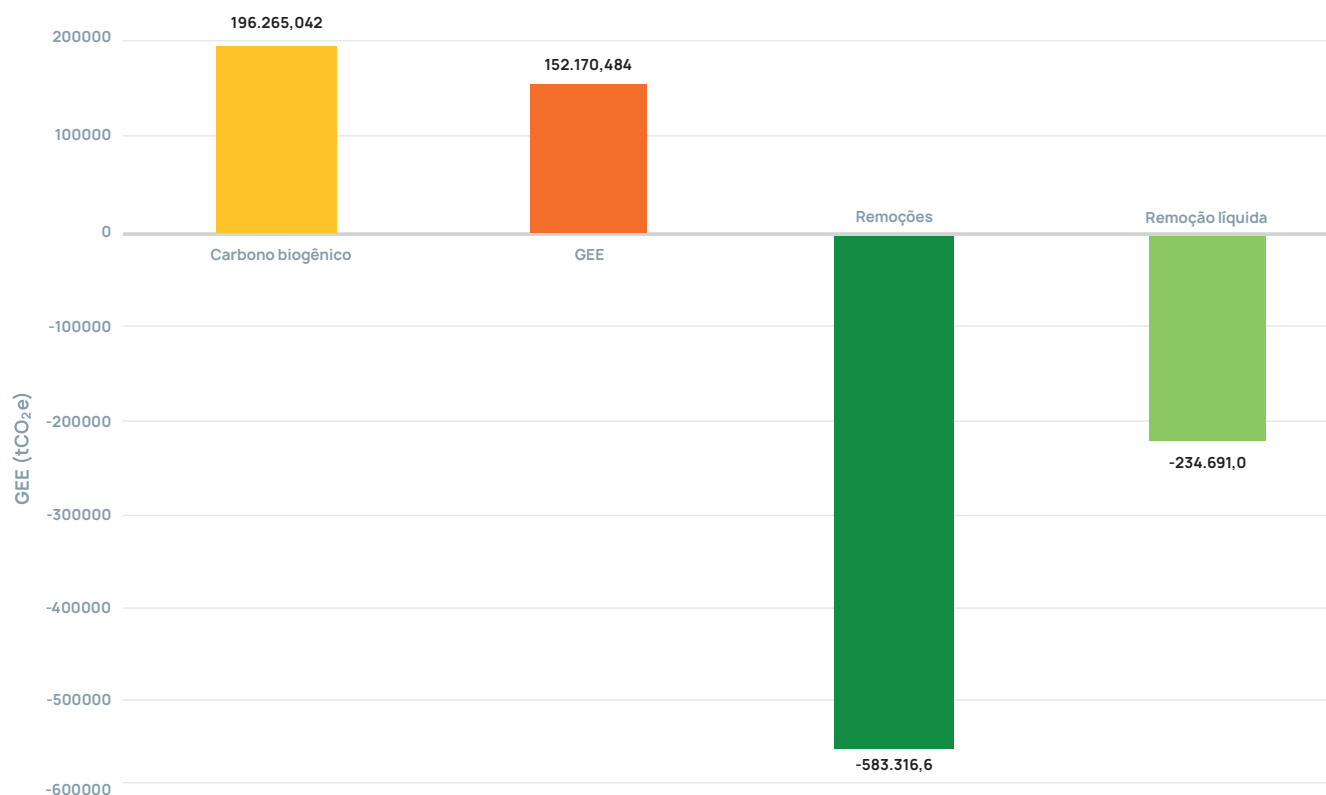


Figura 7. Média de emissões líquidas de todas as propriedades inventariadas no Brasil.

É importante destacar que, embora o resultado consolidado indique remoções líquidas no conjunto das propriedades inventariadas, esse valor representa uma média agregada, e não deve ser interpretado como um padrão homogêneo entre todas as unidades produtivas.

Na prática, observou-se que algumas propriedades apresentaram emissões superiores às suas respectivas remoções, enquanto outras demonstraram capacidade de sequestro de carbono significativamente maior do que suas emissões. Essa variabilidade reflete as diferenças entre os sistemas de produção, o grau de intensificação, a presença de vegetação nativa, as práticas de manejo adotadas e a estrutura fundiária.

Portanto, os resultados médios apresentados neste relatório devem ser compreendidos como um retrato coletivo, que não substitui a análise individualizada necessária para o planejamento de ações específicas em cada propriedade.

Abaixo são descritos os resultados encontrados por bioma brasileiro relacionado a cada uma das 07 UF. Descreveremos a área das propriedades inventariada por UF, as empresas parceiras do projeto em cada UF, as principais atividades desenvolvidas nessas propriedades e as emissões, remoções e balanço líquido.

3.3.1 AMAZÔNIA

No Bioma Amazônia, o inventário de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) foi realizado em 30 propriedades rurais, cobrindo uma área total de 3.344,17 hectares. O inventário foi realizado através do engajamento do Sebrae Pará, que mobilizou as empresas Bellamazon e Amazônia Cacau, para seleção de produtores rurais. As emissões somadas, considerando os Escopos 1, 2 e 3, totalizaram 101.398,11 toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e). Isso corresponde a uma média de 30,3 tCO₂e por hectare, uma das maiores entre os biomas avaliados.

Esse resultado reflete, em parte, as especificidades da região, como a conversão de áreas florestais para uso agropecuário, prática que implica emissões associadas à mudança de uso da terra. Também contribuem para esse perfil emissivo: a presença de atividades mais intensivas em algumas propriedades e o papel do Escopo 3, que amplia a contabilização das emissões ao considerar etapas indiretas da produção, como insumos e transporte. Mais do que um desafio, esses dados reforçam a importância de fortalecer e ampliar práticas produtivas sustentáveis que conciliem conservação ambiental com geração de renda.

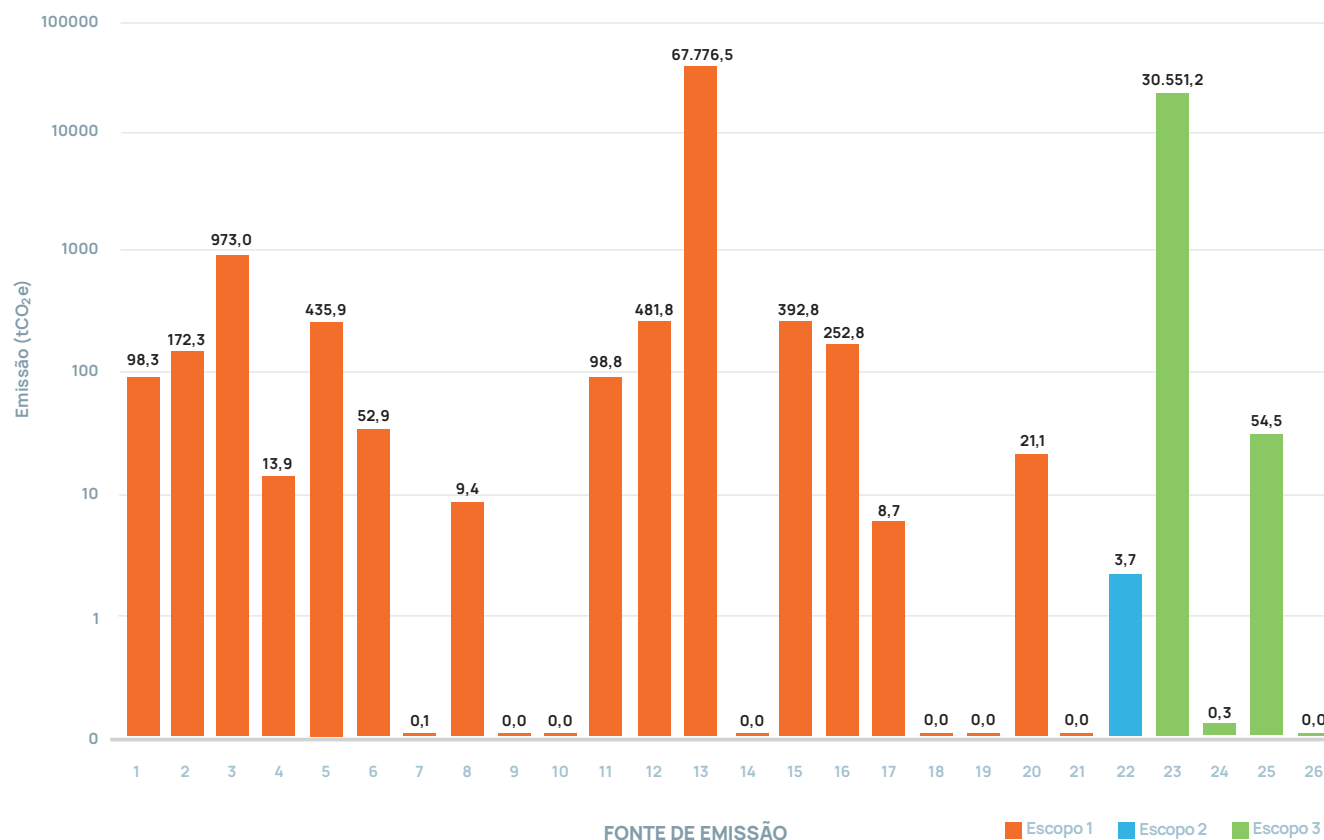


Figura 8. Emissão por fonte do bioma Amazônia

ID Fonte de Emissão			GEE (t)				Emissões totais (tCO ₂ e)
			Carbono biogênico (tCO ₂)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
Escopo 1							
1	Combustão estacionária	1,591	96,596	0,002	0,001	96,682	98,272
2	Combustão móvel	20,121	148,865	0,020	0,010	152,219	172,340
3	Aplicação de fertilizantes orgânicos	-	-	-	3,564	973,014	973,014
4	Aplicação de fertilizantes nitrogenados sintéticos	-	-	-	0,051	13,859	13,859
5	Aplicação de ureia	-	175,949	-	0,952	435,927	435,927
6	Aplicação de corretivos de solo	-	52,917	-	-	52,917	52,917
7	Resíduos de colheita	-	-	-	0,000	0,093	0,093
8	Adubação verde	-	-	-	0,034	9,395	9,395
9	Renovação de pastagens	-	-	-	0,000	0,000	0,000
10	Cultivo de arroz irrigado	-	-	0,000	-	0,000	0,000
11	Manejo de dejetos animais	-	-	0,446	0,318	98,822	98,822
12	Fermentação entérica	-	-	17,844	-	481,800	481,800
13	Mudanças de uso do solo	67.776,500	0,000	-	-	0,000	67.776,500
14	Produtos florestais madeireiros	0,000	-	-	-	-	0,000
15	Emissões indiretas por volatilização e deposição atmosférica de N	-	-	-	1,439	392,831	392,831
16	Emissões indiretas por lixiviação/escoamento superficial de N	-	-	-	0,926	252,807	252,807
17	Mudança de carbono no solo	8,738	-	-	-	-	8,738
18	Emissão pela mineralização de N	-	-	-	0,000	0,000	0,000
19	Manejo de solos orgânicos	-	-	-	0,000	0,000	0,000
20	Resíduos sólidos e efluentes sanitários	-	-	0,573	0,021	21,127	21,127
21	Emissões fugitivas	-	-	-	-	0,000	0,000
Subtotal Escopo 1		67.806,949	474,327	18,886	7,316	2.981,492	70.788,442
Escopo 2							
22	Consumo de energia elétrica	-	3,712	-	-	3,712	3,712
Subtotal Escopo 2		-	3,712	-	-	3,712	3,712
Escopo 3							
23	Transporte terceirizado	0,796	243,121	336,001	240,000	30550,41	30551,208
24	Atividades mecanizadas terceirizadas	0,024	0,229	0,000	0,000	0,233	0,257
25	Aplicação de defensivos agrícolas	-	54,487	-	-	54,487	54,487
26	Resíduos sólidos e efluentes sanitários	-		0,000	0,000	0,000	0,000
Subtotal Escopo 3		0,820	297,837	336,00	240,00	30.605,13	30.605,952
Total		67.807,769	775,876	354,89	247,32	33.590,34	101.398,106

Figura 9. Apresentação resumida das emissões de GEE do bioma Amazônia

Em relação as remoções, 30 propriedades inventariadas, distribuídas em uma área total de aproximadamente 3.344,17 hectares, foram responsáveis por uma remoção total estimada de -40.194,84 tCO₂e. Esse volume representa uma média de -12,02 tCO₂e por hectare, um valor expressivo, sobretudo considerando a complexidade produtiva e ambiental da região.

As remoções neste bioma foram fortemente influenciadas pela presença de áreas com vegetação nativa preservada — como florestas primárias e secundárias — e por sistemas manejados como reflorestamentos e agricultura perene. A elevada taxa de remoção por hectare reflete o alto potencial de sequestro de carbono dos ecossistemas amazônicos, que possuem grande biomassa aérea e subterrânea.

Esse desempenho reforça a importância estratégica da Amazônia na regulação climática global, mesmo em propriedades que exercem atividades produtivas. A conservação e o manejo adequado dessas áreas podem garantir não apenas a manutenção das remoções, mas também sua ampliação, desde que alinhados a práticas de uso sustentável do solo e da vegetação, como mostra a figura a seguir.

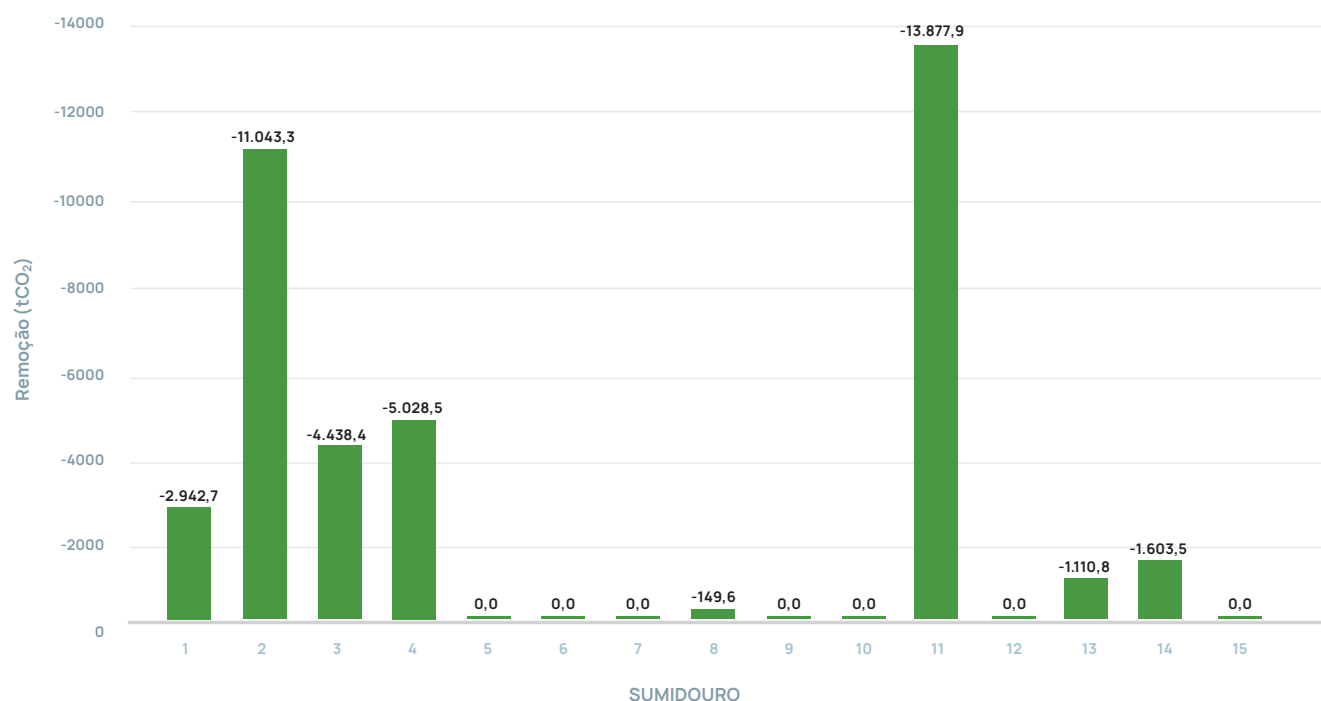


Figura 10. Remoções de CO₂ eq. por fontes nas propriedades inventariadas no bioma Amazônia

No bioma Amazônia, as 30 propriedades inventariadas apresentaram um saldo líquido positivo de 30597,32 tCO₂e, o que indica que, no conjunto, as emissões superaram as remoções durante o período avaliado. Esse resultado representa uma média de 9,15 tCO₂e por hectare, sendo um dos maiores saldos positivos entre os biomas analisados.

O resultado evidencia que, mesmo em um bioma com alto potencial de sequestro de carbono, o tipo de intervenção e a intensidade do uso da terra são determinantes para o balanço final. Isso reforça a importância de políticas específicas para a região que integrem produção sustentável, conservação da vegetação nativa e controle da conversão florestal, de modo a inverter a tendência de saldo positivo e transformar as propriedades amazônicas em sumidouros líquidos de carbono.

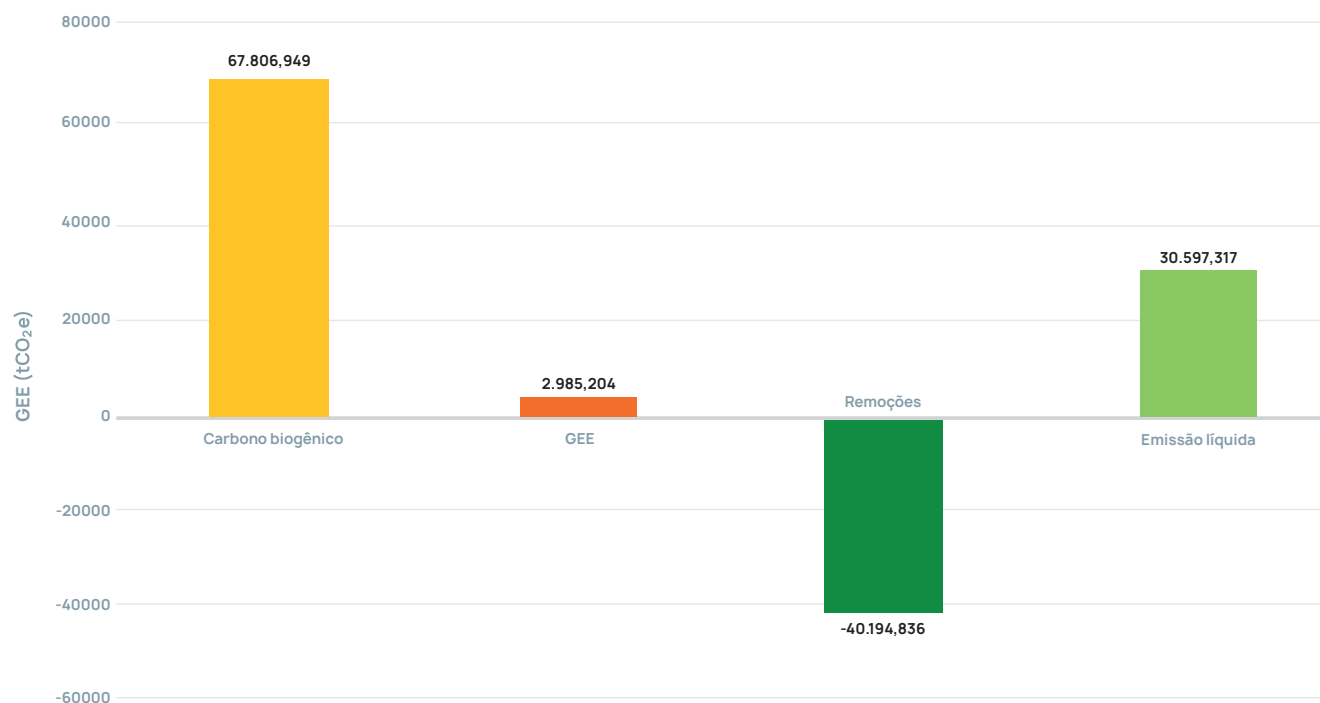


Figura 11. Emissões líquidas das propriedades inventariadas no bioma Amazônia.

3.3.2 CAATINGA

No bioma Caatinga, foram inventariadas 50 propriedades rurais, abrangendo uma área total de aproximadamente 5.279,46 hectares. O engajamento para a realização desses inventários ocorreu por meio do Sebrae RN, que mobilizou as empresas Cooplacana, Queijeira do Galero e Associação dos Produtores do Distrito Irrigado do Baixo Açu. As emissões totais de GEE contabilizadas nessas propriedades somaram 9.018,52 tCO₂e, considerando os Escopos 1, 2 e 3.

Esse valor corresponde a uma média de emissão por hectare de cerca de 1,71 tCO₂e/ha, uma das mais baixas entre os biomas avaliados. Essa baixa intensidade de emissões pode estar associada a diversos fatores característicos da região, como:

- A predominância de sistemas de produção extensivos, especialmente na pecuária, com menor uso de insumos e mecanização;
- Uma menor intensidade de uso de fertilizantes nitrogenados e combustíveis fósseis;
- A presença de áreas com vegetação nativa preservada, comum em propriedades com menor grau de intervenção produtiva.

Apesar da baixa emissão média por hectare, a Caatinga apresenta desafios importantes em relação à gestão da fertilidade do solo, à resiliência hídrica e à manutenção da cobertura vegetal nativa, aspectos que devem ser considerados na formulação de estratégias de mitigação e da adaptação às mudanças climáticas específicas para esse bioma.

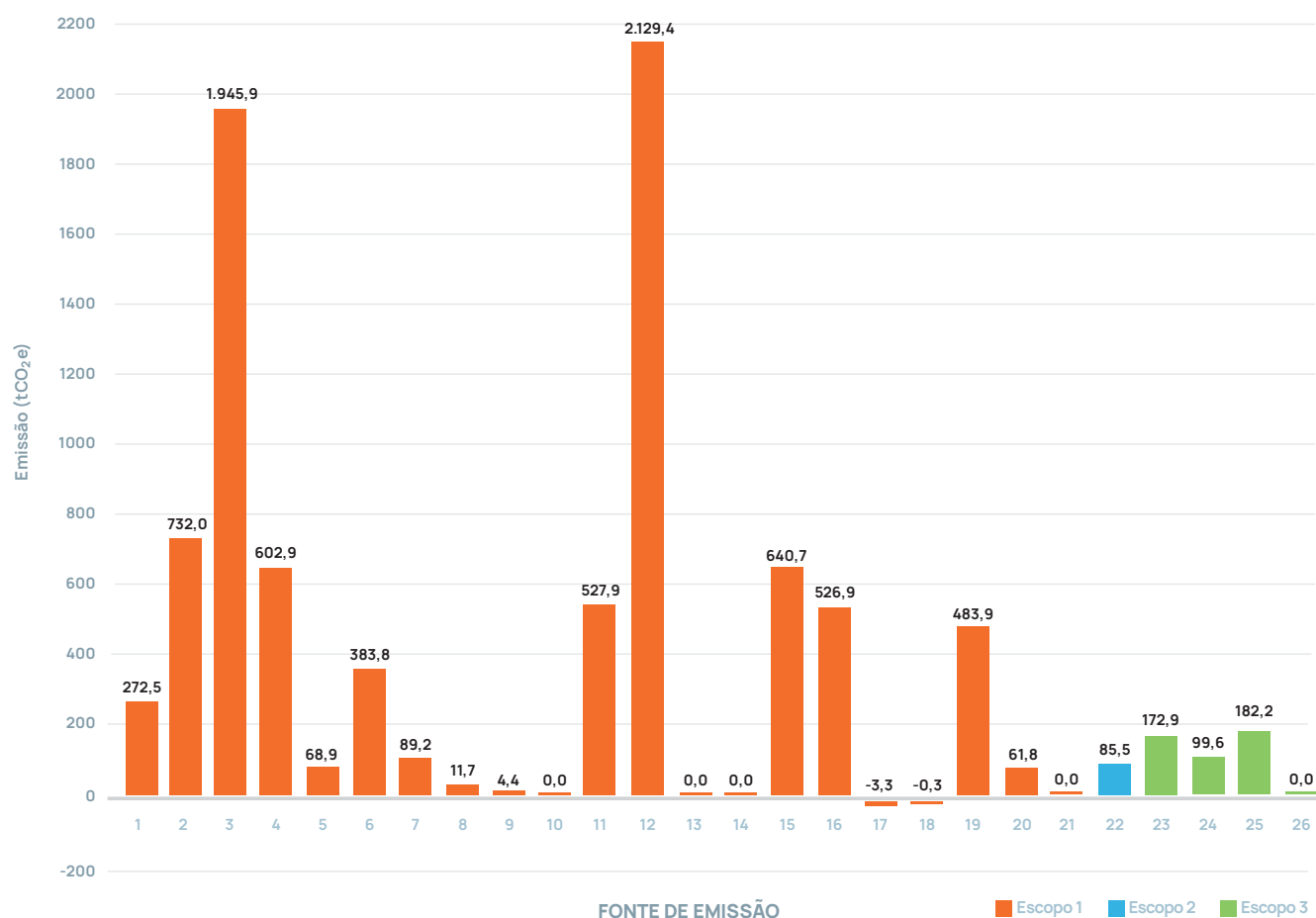


Figura 12. Emissões de Gases de Efeito Estufa das propriedades rurais, por fonte, do bioma Caatinga.

ID Fonte de Emissão			GEE (t)				Emissões totais (tCO ₂ e)
			Carbono biogênico (tCO ₂)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Escopo 1							
1	Combustão estacionária	234,198	17,291	0,629	0,008	38,336	272,534
2	Combustão móvel	81,343	637,049	0,079	0,041	650,638	731,981
3	Aplicação de fertilizantes orgânicos	-	-	-	7,128	1945,890	1945,890
4	Aplicação de fertilizantes nitrogenados sintéticos	-	-	-	2,209	602,945	602,945
5	Aplicação de ureia	-	27,838	-	0,150	68,895	68,895
6	Aplicação de corretivos de solo	-	383,825	-	-	383,825	383,825
7	Resíduos de colheita	-	-	-	0,327	89,180	89,180
8	Adubação verde	-	-	-	0,043	11,692	11,692
9	Renovação de pastagens	-	-	-	0,016	4,370	4,370
10	Cultivo de arroz irrigado	-	-	0,000	-	0,000	0,000
11	Manejo de dejetos animais	-	-	2,131	1,723	527,872	527,872
12	Fermentação entérica	-	-	78,867	-	2.129,416	2.129,416
13	Mudanças de uso do solo	0,000	0,000	-	-	0,000	0,000
14	Produtos florestais madeireiros	0,000	-	-	-	-	0,000
15	Emissões indiretas por volatilização e deposição atmosférica de N	-	-	-	2,347	640,700	640,700
16	Emissões indiretas por lixiviação/escoamento superficial de N	-	-	-	1,930	526,910	526,910
17	Mudança de carbono no solo	-3,282	-	-	-	-	-3,282
18	Emissão pela mineralização de N	-	-	-	-0,001	-0,320	-0,320
19	Manejo de solos orgânicos	-	-	-	1,773	483,912	483,912
20	Resíduos sólidos e efluentes sanitários	-	-	2,091	0,019	61,772	61,772
21	Emissões fugitivas	-	-	-	-	0,000	0,000
Subtotal Escopo 1		312,260	1.066,002	83,797	17,713	8.166,033	8.478,293
Escopo 2							
22	Consumo de energia elétrica	-	85,501	-	-	85,501	85,501
Subtotal Escopo 2		-	85,501	-	-	85,501	85,501
Escopo 3							
23	Transporte terceirizado	22,154	148,057	0,013	0,008	150,752	172,906
24	Atividades mecanizadas terceirizadas	9,228	88,930	0,006	0,005	90,422	99,650
25	Aplicação de defensivos agrícolas	-	182,174	-	-	182,174	182,174
26	Resíduos sólidos e efluentes sanitários	-	-	0,000	0,000	0,000	0,000
Subtotal Escopo 3		31,382	419,162	0,019	0,013	423,348	454,730
Total		343,642	1.570,665	83,816	17,726	8.674,882	9.018,524

Figura 13. Apresentação resumida das emissões de GEEs do bioma Caatinga.

Em relação as remoções de carbono equivalente, as 50 propriedades inventariadas, somando aproximadamente 5279,46 hectares, apresentaram uma remoção total estimada de -4.432,21 tCO₂e, o que corresponde a uma média de -0,84 tCO₂e por hectare.

Esse valor relativamente baixo, de remoção por hectare, está diretamente relacionado às características naturais da Caatinga, que é composta por vegetação sazonal, com menor densidade de biomassa aérea quando comparada a outros biomas como a Amazônia ou o Cerrado. Além disso, os sistemas produtivos predominantes na região, em geral, são mais extensivos e de baixa intervenção, com menor adoção de práticas como reflorestamento ou plantio direto, que poderiam potencializar a fixação de carbono.

Ainda assim, o desempenho observado evidencia a capacidade de sequestro de carbono dos ecossistemas semiáridos, mesmo sob condições de solo restritivas. Investimentos em práticas de manejo conservacionista, como a recuperação de áreas degradadas, a agroecologia adaptada ao semiárido e a integração produtiva com espécies nativas, podem ampliar o papel da Caatinga na mitigação das emissões de GEE e na adaptação às mudanças climáticas.

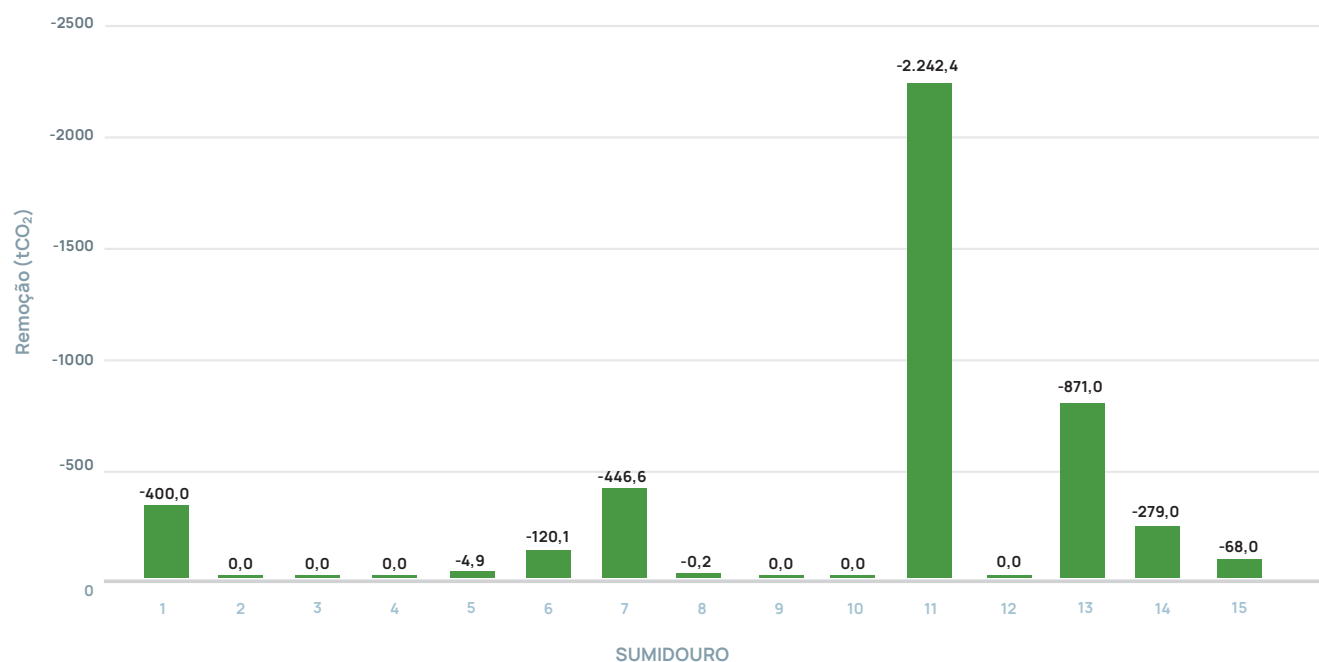


Figura 14. Remoções por fonte das propriedades rurais inventariadas no bioma Caatinga

No bioma Caatinga, as 50 propriedades inventariadas apresentaram um saldo líquido positivo de 4131,58 tCO₂e, o que indica que, na média, as emissões superaram as remoções durante o período inventariado. Esse valor representa uma emissão líquida média de 0,78 tCO₂e por hectare, a menor entre os biomas que apresentaram balanço positivo.

O resultado reflete o perfil produtivo extensivo e de baixa intensidade predominante na região, com reduzido uso de insumos e menor pressão por mecanização, o que ajuda a conter

o volume total de emissões. No entanto, a capacidade de remoção de carbono também é limitada, devido às características naturais do bioma semiárido, que apresenta menor acúmulo de biomassa aérea e solos menos férteis.

Ainda que o balanço tenha sido positivo, o valor relativamente baixo indica que a região está próxima da neutralidade de carbono e que ações pontuais — como a ampliação de áreas com vegetação nativa, a recuperação de áreas degradadas e o estímulo a práticas agroecológicas adaptadas ao semiárido — podem contribuir significativamente para reverter o saldo e posicionar a Caatinga como um bioma com balanço climático neutro ou negativo.

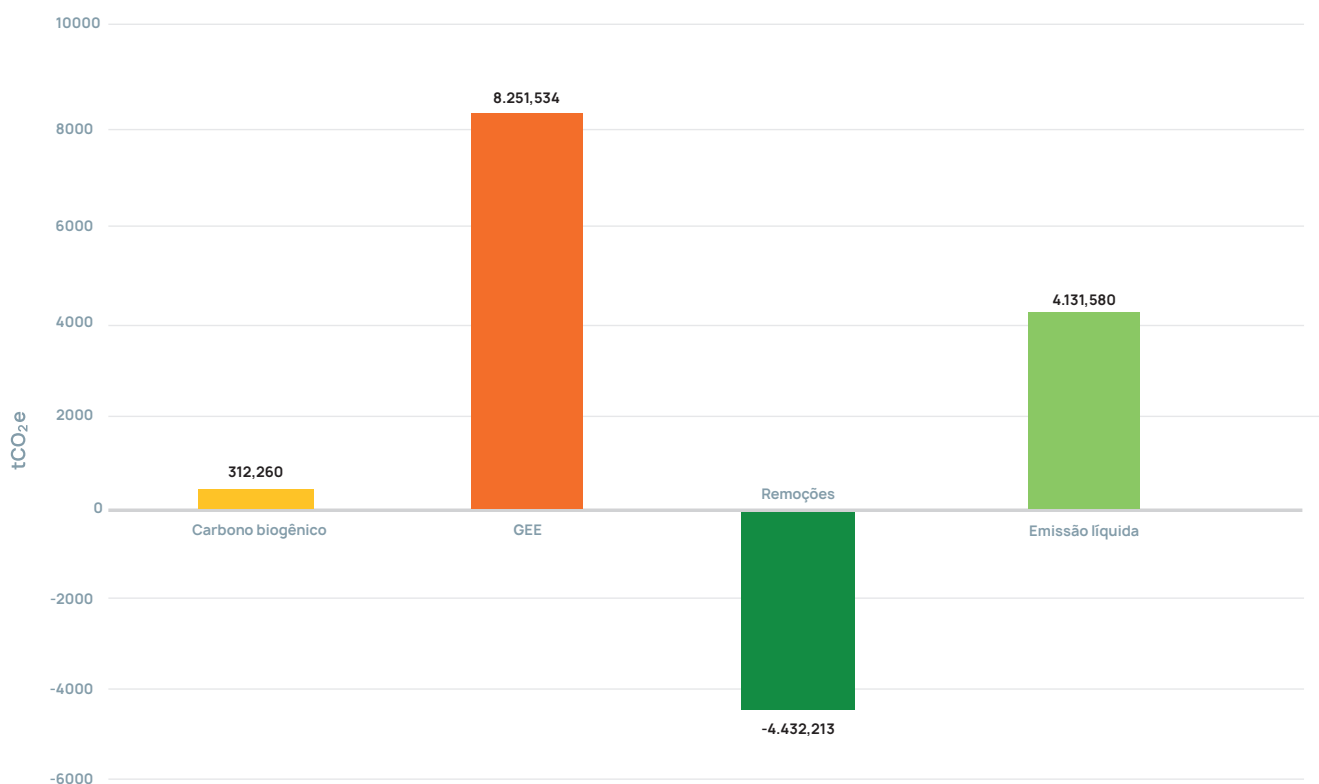


Figura 15. Emissões líquidas do bioma Caatinga.

3.3.3 CERRADO

No bioma Cerrado, a mobilização se deu através do SEBRAE Goiás, onde foram inventariadas 28 propriedades rurais, das empresas Piracanjuba e São Salvador Alimentos, totalizando uma área de aproximadamente 9783,94 hectares. As emissões totais de GEE nessas propriedades somaram 46912,78 tCO₂e, considerando os Escopos 1, 2 e 3.

A média de emissão por hectare no Cerrado foi de aproximadamente 4,80 tCO₂e/ha, valor intermediário entre os biomas analisados. Essa intensidade de emissão reflete o perfil produtivo da região, onde há:

- Presença significativa de atividades pecuárias, como bovinocultura e avicultura;
- Uso de combustíveis em fontes estacionárias, especialmente biocombustíveis.

As emissões também podem estar relacionadas à conversão de áreas de Cerrado nativo para usos agrícolas, o que implica emissões diretas por mudança de uso do solo e perda de estoques de carbono.

Apesar disso, muitas propriedades da região têm adotado práticas conservacionistas, como o plantio direto, a integração lavoura-pecuária e manutenção de áreas de reserva legal, que ajudam a equilibrar as emissões com remoções e a promover uma transição para modelos mais sustentáveis.

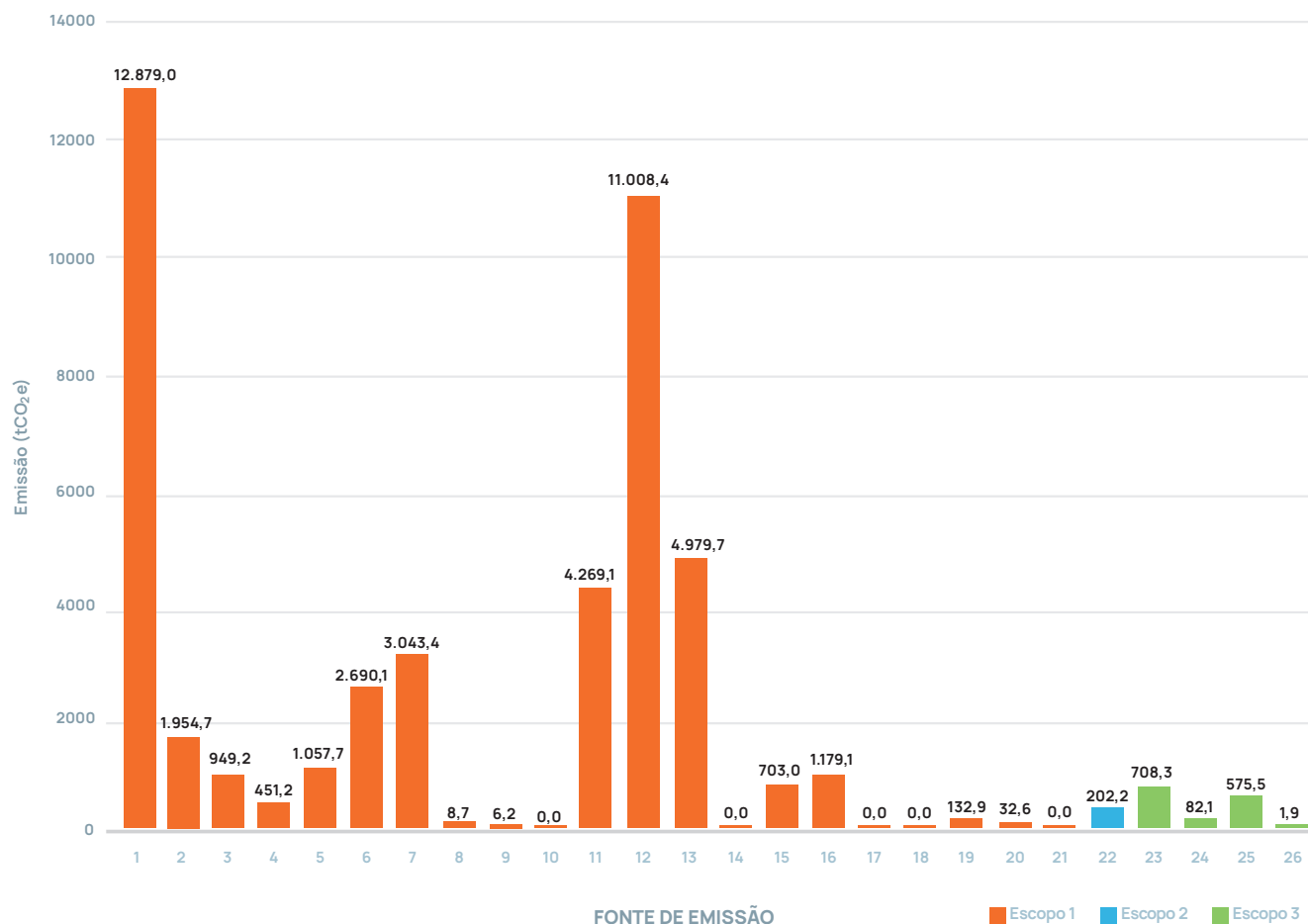


Figura 16. Emissões de Gases de Efeito Estufa do bioma Cerrado, por fonte.

ID Fonte de Emissão		Carbono biogênico (tCO ₂)	GEE (t)				Emissões totais (tCO ₂ e)
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	
Escopo 1							
1	Combustão estacionária	11.229,269	643,339	30,070	0,404	1.649,718	12.878,986
2	Combustão móvel	191,045	1733,711	0,128	0,096	1763,617	1.954,663
3	Aplicação de fertilizantes orgânicos	-	-	-	3,477	949,229	949,229
4	Aplicação de fertilizantes nitrogenados sintéticos	-	-	-	1,653	451,182	451,182
5	Aplicação de ureia	-	427,360	-	2,309	1.057,659	1.057,659
6	Aplicação de corretivos de solo	-	2.690,054	-	-	2.690,054	2.690,054
7	Resíduos de colheita	-	-	-	11,148	3.043,413	3.043,413
8	Adubação verde	-	-	-	0,032	8,658	8,658
9	Renovação de pastagens	-	-	-	0,023	6,205	6,205
10	Cultivo de arroz irrigado	-	-	0,000	-	0,000	0,000
11	Manejo de dejetos animais	-	-	69,240	8,790	4.269,133	4.269,133
12	Fermentação entérica	-	-	407,718	-	11.008,375	11.008,375
13	Mudanças de uso do solo	4.979,718	0,000	-	-	0,000	4.979,718
14	Produtos florestais madeireiros	0,000	-	-	-	-	0,000
15	Emissões indiretas por volatilização e deposição atmosférica de N	-	-	-	2,575	702,961	702,961
16	Emissões indiretas por lixiviação/escoamento superficial de N	-	-	-	4,319	1.179,057	1.179,057
17	Mudança de carbono no solo	0,000	-	-	-	-	0,000
18	Emissão pela mineralização de N	-	-	-	0,000	0,000	0,000
19	Manejo de solos orgânicos	-	-	-	0,487	132,887	132,887
20	Resíduos sólidos e efluentes sanitários	-	-	1,052	0,015	32,608	32,608
21	Emissões fugitivas	-	-	-	-	0,000	0,000
Subtotal Escopo 1		16.400,032	5.494,464	508,208	35,326	28.944,755	45.344,787
Escopo 2							
22	Consumo de energia elétrica	-	202,186	-	-	202,186	202,186
Subtotal Escopo 2		-	202,186	-	-	202,186	202,186
Escopo 3							
23	Transporte terceirizado	66,153	631,396	0,044	0,034	642,100	708,252
24	Atividades mecanizadas terceirizadas	7,599	73,233	0,005	0,004	74,461	82,060
25	Aplicação de defensivos agrícolas	-	575,489	-	-	575,489	575,489
26	Resíduos sólidos e efluentes sanitários	-	-	0,018	0,005	1,917	1,917
Subtotal Escopo 3		73,752	1.280,118	0,049	0,038	1.292,050	1.365,802
Total		16.473,784	6.976,768	508,257	35,365	30.438,991	46.912,775

Figura 17. Apresentação resumida das emissões de GEE do bioma Cerrado.

Em relação as remoções de CO₂ equivalente, as 28 propriedades inventariadas totalizaram uma área de aproximadamente 9.783,94 hectares e apresentaram uma remoção total estimada de -189.526,75 tCO₂e. Esse valor corresponde a uma média de -19,37 tCO₂e por hectare, uma das mais altas entre todos os biomas avaliados.

O desempenho expressivo do Cerrado em termos de remoções está relacionado à presença significativa de áreas com vegetação nativa preservada ou em regeneração, bem como à adoção, em parte das propriedades, de práticas conservacionistas como o sistema de plantio direto e a presença de áreas consideráveis de reflorestamentos.

Apesar da reconhecida vulnerabilidade do bioma à conversão para uso agrícola, os dados mostram que, quando o Cerrado é manejado de forma sustentável, ele possui grande capacidade de atuar como sumidouro de carbono, tanto na biomassa quanto no solo. Isso reforça a importância de estratégias de preservação e uso sustentável nesse bioma, que é considerado rico em biodiversidade e uma das áreas mais importantes para a mitigação de GEE no setor agropecuário brasileiro.

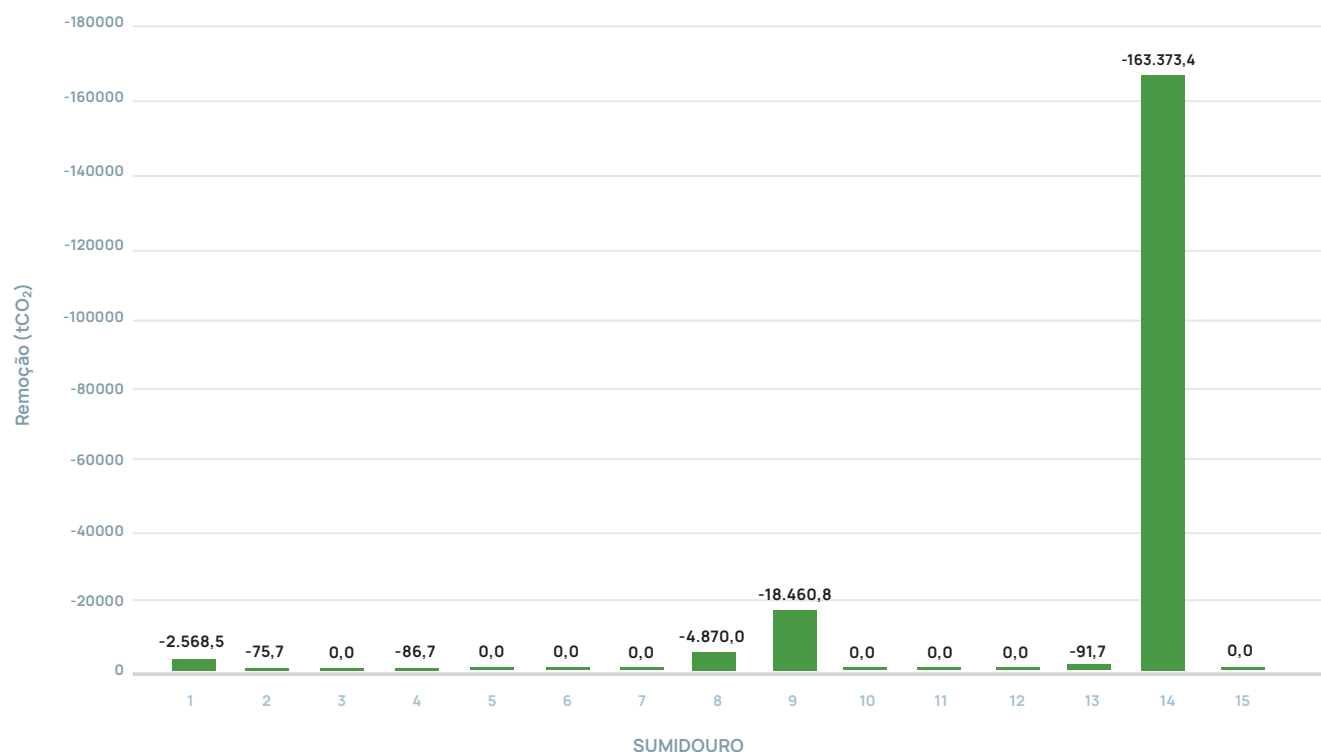


Figura 18. Remoções de CO₂ eq por fonte.

No bioma Cerrado, as 28 propriedades inventariadas apresentaram um saldo líquido negativo de -143.979,77 tCO₂e, indicando que, no conjunto, as remoções de carbono superaram significativamente as emissões durante o período analisado. Esse resultado representa uma remoção líquida média de - 14,72 tCO₂e por hectare, destacando o Cerrado como um dos princi-

país sumidouros líquidos entre os biomas avaliados. Esse desempenho positivo está fortemente associado à presença significativa de áreas com reflorestamento.

Mesmo com a presença de atividades agropecuárias intensivas, que contribuem para as emissões, o balanço foi amplamente favorável devido à extensão das áreas com características de sumidouro e ao manejo conservacionista adotado em parte das propriedades.

Os resultados reforçam o potencial estratégico do Cerrado para a mitigação das mudanças climáticas, especialmente se forem implementadas ações que conciliem a produção agrícola com a manutenção da vegetação nativa e o uso eficiente dos recursos naturais.

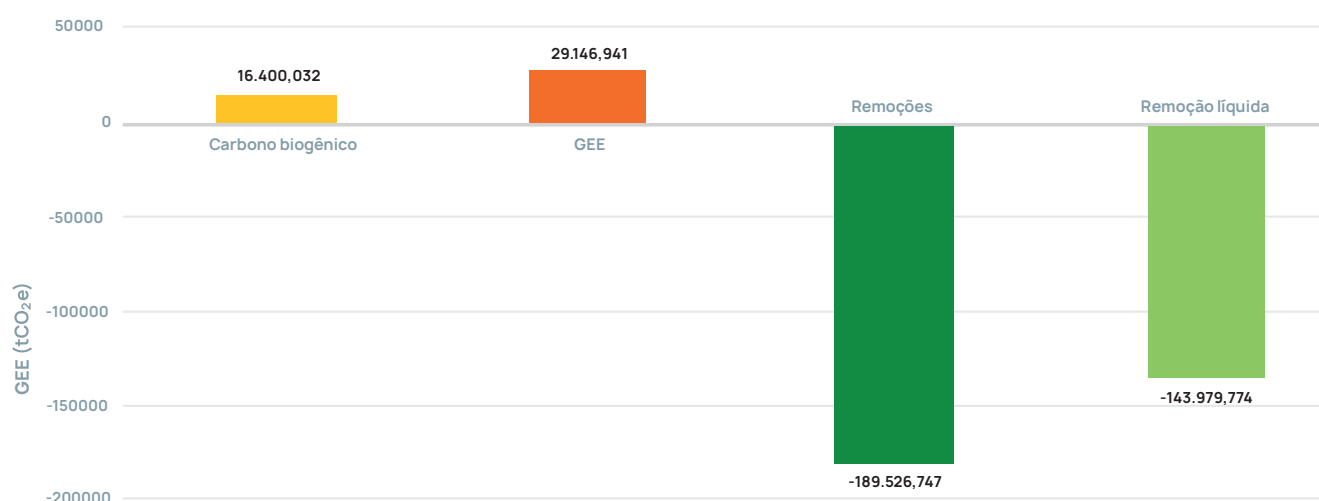


Figura 19. Emissões líquidas do bioma Cerrado.

3.3.4 MATA ATLÂNTICA

No bioma Mata Atlântica, a mobilização se deu por meio dos Sebrae SC e PR, que para a realização dos inventários de GEE em propriedades rurais ligadas às empresas Master Agroindustrial, Aurora Coop, Ervateira Gheno e Cooperja, em Santa Catarina, e Risotolândia, no Paraná. Foram inventariadas 62 propriedades rurais, sendo 32 localizadas em Santa Catarina e 30 no Paraná, abrangendo uma área total de aproximadamente 954,28 hectares — com 403,68 ha em Santa Catarina e 550,60 ha no Paraná. As emissões totais de GEE nessas propriedades somaram 38.220,91 tCO₂e, considerando os Escopos 1, 2 e 3.

A média de emissão por hectare foi de aproximadamente 40,05 tCO₂e/ha, a mais alta entre todos os biomas analisados. Essa intensidade de emissão elevada está associada a uma série de fatores característicos do uso do solo e da estrutura produtiva da região:

- Forte presença de pecuária intensiva (bovinos de leite, suínos, aves), que concentra fontes expressivas de fermentação entérica e manejo de dejetos animais;
- Propriedades com áreas menores e sistemas mais tecnificados, com maior uso de insumos e energia;
- Uso mais intensivo de fertilizantes, combustíveis e estruturas que exigem consumo energético (como resfriadores e galpões).

Apesar da alta emissão por hectare, muitas propriedades da região mantêm práticas de gestão e conservação, como o uso de pastagens melhoradas, manejo adequado dos resíduos orgânicos e áreas de vegetação nativa e de reflorestamento, que contribuem para compensar parcialmente as emissões e devem ser valorizadas em ações futuras de mitigação.

Os resultados reforçam a necessidade de soluções específicas para realidades intensivas em áreas limitadas, priorizando práticas de eficiência produtiva com baixa emissão e estratégias de valorização de serviços ambientais.

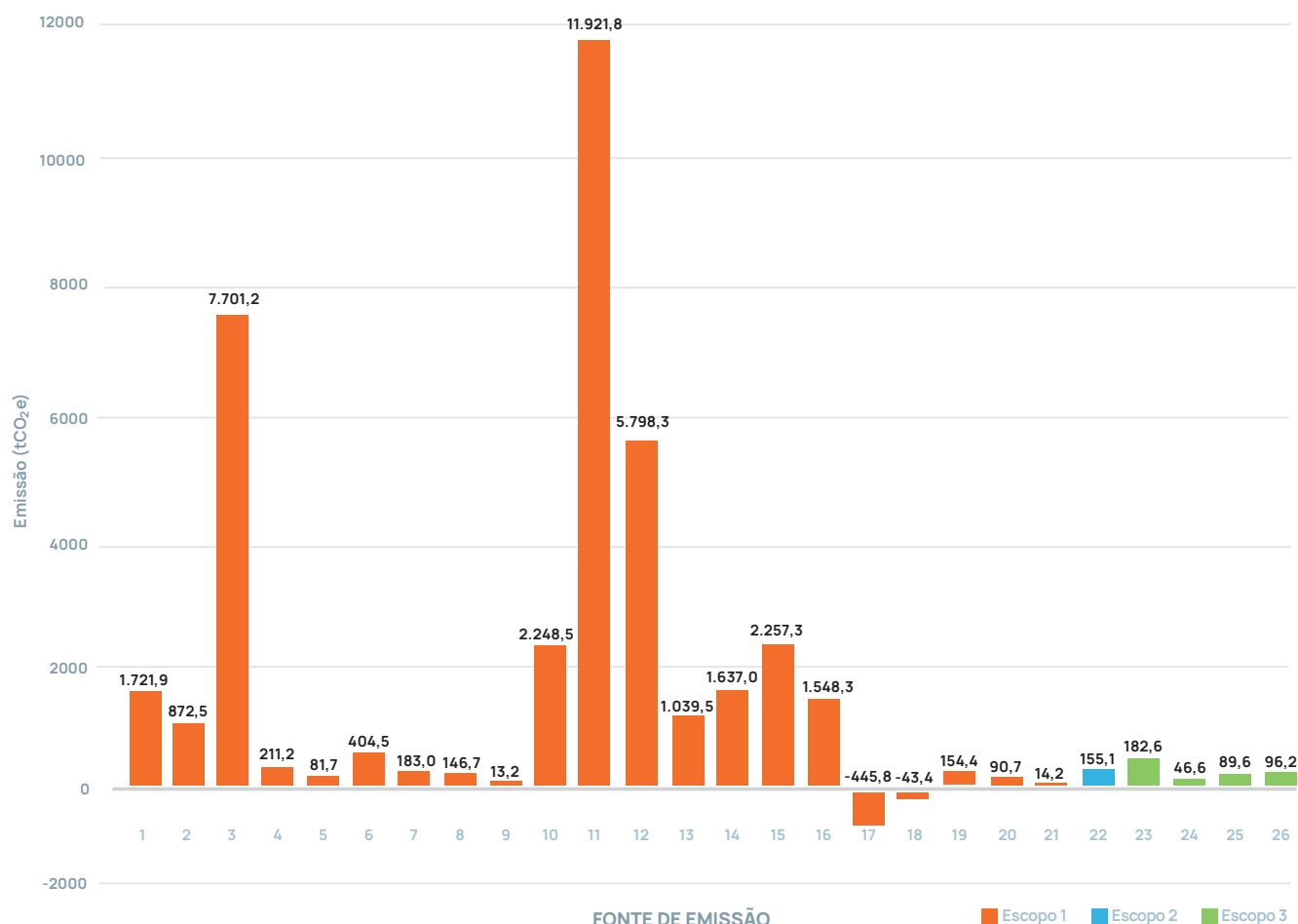


Figura 20. Emissões de CO₂ eq. por fonte no bioma Mata Atlântica

ID Fonte de Emissão		Carbono biogênico (tCO ₂)	GEE (t)				Emissões totais (tCO ₂ e)
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	
Escopo 1							
1	Combustão estacionária	1.526,820	75,376	3,576	0,048	195,079	1.721,899
2	Combustão móvel	85,225	772,716	0,074	0,045	787,287	872,512
3	Aplicação de fertilizantes orgânicos	-	-	-	28,210	7.701,226	7.701,226
4	Aplicação de fertilizantes nitrogenados sintéticos	-	-	-	0,774	211,179	211,179
5	Aplicação de ureia	-	32,995	-	0,178	81,658	81,658
6	Aplicação de corretivos de solo	-	404,506	-	-	404,506	404,506
7	Resíduos de colheita	-	-	-	0,670	183,025	183,025
8	Adubação verde	-	-	-	0,537	146,729	146,729
9	Renovação de pastagens	-	-	-	0,048	13,194	13,194
10	Cultivo de arroz irrigado	-	-	83,279	-	2.248,546	2.248,546
11	Manejo de dejetos animais	-	-	411,438	2,978	11.921,837	11.921,837
12	Fermentação entérica	-	-	214,750	-	5.798,260	5.798,260
13	Mudanças de uso do solo	1.039,481	0,000	-	-	0,000	1.039,481
14	Produtos florestais madeireiros	1.637,045	-	-	-	-	1.637,045
15	Emissões indiretas por volatilização e deposição atmosférica de N	-	-	-	8,268	2.257,262	2.257,262
16	Emissões indiretas por lixiviação/escoamento superficial de N	-	-	-	5,672	1.548,338	1.548,338
17	Mudança de carbono no solo	-445,758	-	-	-	-	-445,758
18	Emissão pela mineralização de N	-	-	-	-0,159	-43,422	-43,422
19	Manejo de solos orgânicos	-	-	-	0,566	154,440	154,440
20	Resíduos sólidos e efluentes sanitários	-	-	2,947	0,041	90,747	90,747
21	Emissões fugitivas	-	-	-	-	14,174	14,174
Subtotal Escopo 1		3.842,814	1.285,593	716,066	47,877	33.714,066	37.556,880
Escopo 2							
22	Consumo de energia elétrica	-	155,106	-	-	155,106	155,106
Subtotal Escopo 2		-	155,106	-	-	155,106	155,106
Escopo 3							
23	Transporte terceirizado	17,330	162,438	0,012	0,009	165,249	182,578
24	Atividades mecanizadas terceirizadas	4,319	41,617	0,003	0,002	42,315	46,633
25	Aplicação de defensivos agrícolas	-	89,631	-	-	89,631	89,631
26	Resíduos sólidos e efluentes sanitários	-	-	3,529	0,003	96,187	96,187
Subtotal Escopo 3		21,648	293,686	0,029	0,011	297,612	319,260
Total		3.864,462	1.734,386	716,095	47,888	34.166,784	38.031,246

Figura 21. Apresentação resumida das emissões de GEE do bioma Mata Atlântica.

A remoção total estimada de GEE nessas propriedades foi de $-89.249,63 \text{ tCO}_2\text{e}$, o que corresponde a uma média de $-93,54 \text{ tCO}_2\text{e}$ por hectare, a maior taxa de remoção por hectare entre todos os biomas avaliados.

Esse resultado reflete a intensa presença de sumidouros altamente eficientes, como áreas de reflorestamento, além de uma importante proporção de pastagens conservadas e sistemas produtivos manejados com enfoque conservacionista, como o sistema de plantio direto e a agricultura perene. Apesar da área relativamente pequena, o uso intensivo de práticas de sequestro de carbono explica o alto volume de remoções por unidade de área.

A Mata Atlântica, mesmo altamente fragmentada e pressionada historicamente, demonstra que pequenas propriedades com manejo adequado podem alcançar altíssima eficiência climática. Esse desempenho evidencia o papel estratégico das regiões mais antropizadas na restauração ecológica, na compensação de emissões e na geração de serviços ambientais, especialmente em contextos em que há integração entre produção agrícola e conservação ambiental.

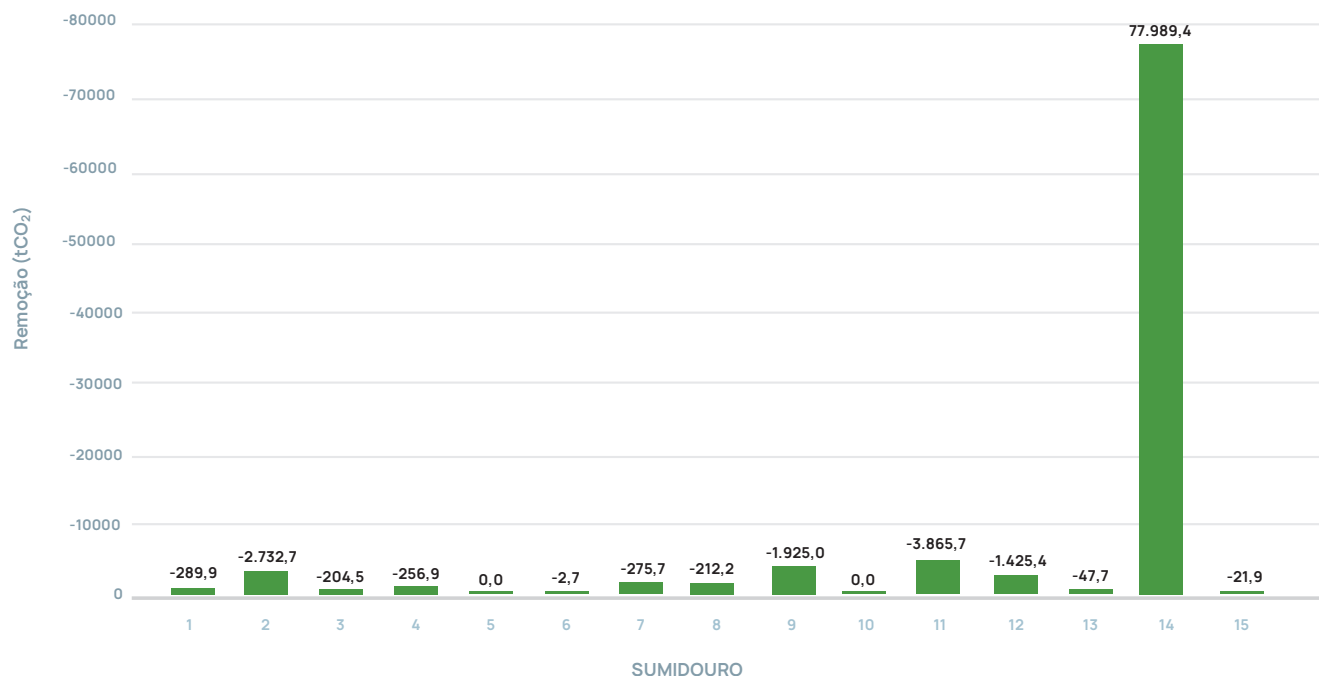


Figura 22. Remoção de CO₂ eq. por fonte no bioma Mata Atlântica.

No bioma Mata Atlântica, que compreendeu 62 propriedades inventariadas, o saldo líquido foi de $-51.361,74 \text{ tCO}_2\text{e}$, indicando que, de forma agregada, as remoções superaram as emissões no período avaliado. Esse resultado representa uma remoção líquida média de $-53,82 \text{ tCO}_2\text{e}$ por hectare, a maior entre todos os biomas analisados, mesmo sendo a Mata Atlântica o bioma com a menor área total inventariada.

Esse alto desempenho por hectare está diretamente relacionado à adoção de práticas produtivas conservacionistas em propriedades pequenas e bem manejadas, como:

- Presença de florestas secundárias em regeneração;
- Uso de sistema de plantio direto e agricultura perene;
- Manutenção de áreas de reflorestamento e pastagens conservadas e melhoradas.

Apesar de ser historicamente o bioma mais desmatado e fragmentado do país, os resultados demonstram que a Mata Atlântica pode ter um papel importante na compensação de emissões, especialmente quando associada a modelos de produção de baixa emissão, manejo integrado e preservação dos remanescentes florestais.

O saldo líquido negativo reforça o potencial das propriedades da Mata Atlântica em atuar como unidades de sequestro de carbono, mesmo em contextos de alta densidade populacional da criação pecuária e uso intensivo da terra. Isso evidencia a viabilidade de conciliar produção agropecuária com conservação ambiental em áreas antropizadas, desde que o manejo seja orientado para a sustentabilidade.

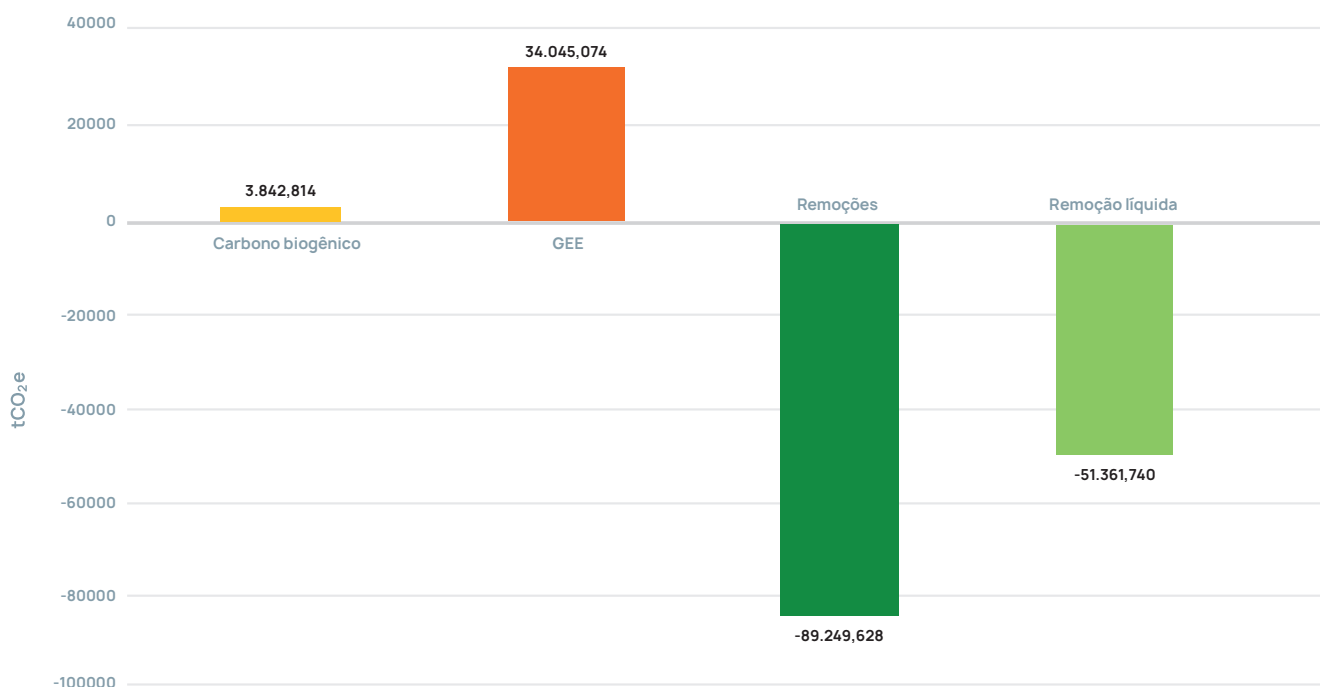


Figura 23. Emissões líquidas do bioma Mata Atlântica.

3.3.5 PAMPA

No bioma Pampa, foram inventariadas 30 propriedades rurais, através do Sebrae RS que mobilizou as empresas Coopesul, Apropampa, Alianza del Pastizal, IDEPEC, IBRAOLIVA e Associação de Vinhos da Campanha Gaúcha, totalizando uma área expressiva de aproximadamente 21.490,25 hectares. As emissões totais de GEE nessas propriedades somaram 170.112,45 tCO₂e, considerando os Escopos 1, 2 e 3.

A média de emissão por hectare foi de aproximadamente 7,91 tCO₂e/ha, valor que se encontra em um patamar intermediário entre os biomas analisados. Esse resultado reflete um equilíbrio entre áreas de menor intensidade produtiva e fontes de emissão relevantes, como:

- A presença de pecuária extensiva de corte, bastante tradicional na região, com destaque para sistemas baseados em campo nativo, que tendem a apresentar menor emissão por unidade animal;
- Emissões significativas associadas à fermentação entérica, dada a dimensão dos rebanhos.

Apesar da menor intensidade de insumos, o Pampa apresentou uma emissão total elevada devido à grande extensão territorial das propriedades inventariadas. Isso evidencia que, mesmo em sistemas extensivos, a área pode ser um fator determinante no volume absoluto de emissões.

Ao mesmo tempo, o bioma apresenta alto potencial de remoção de carbono, especialmente por meio da conservação e manejo adequado dos campos nativos, que foram destaque nas estimativas de sumidouros deste inventário.

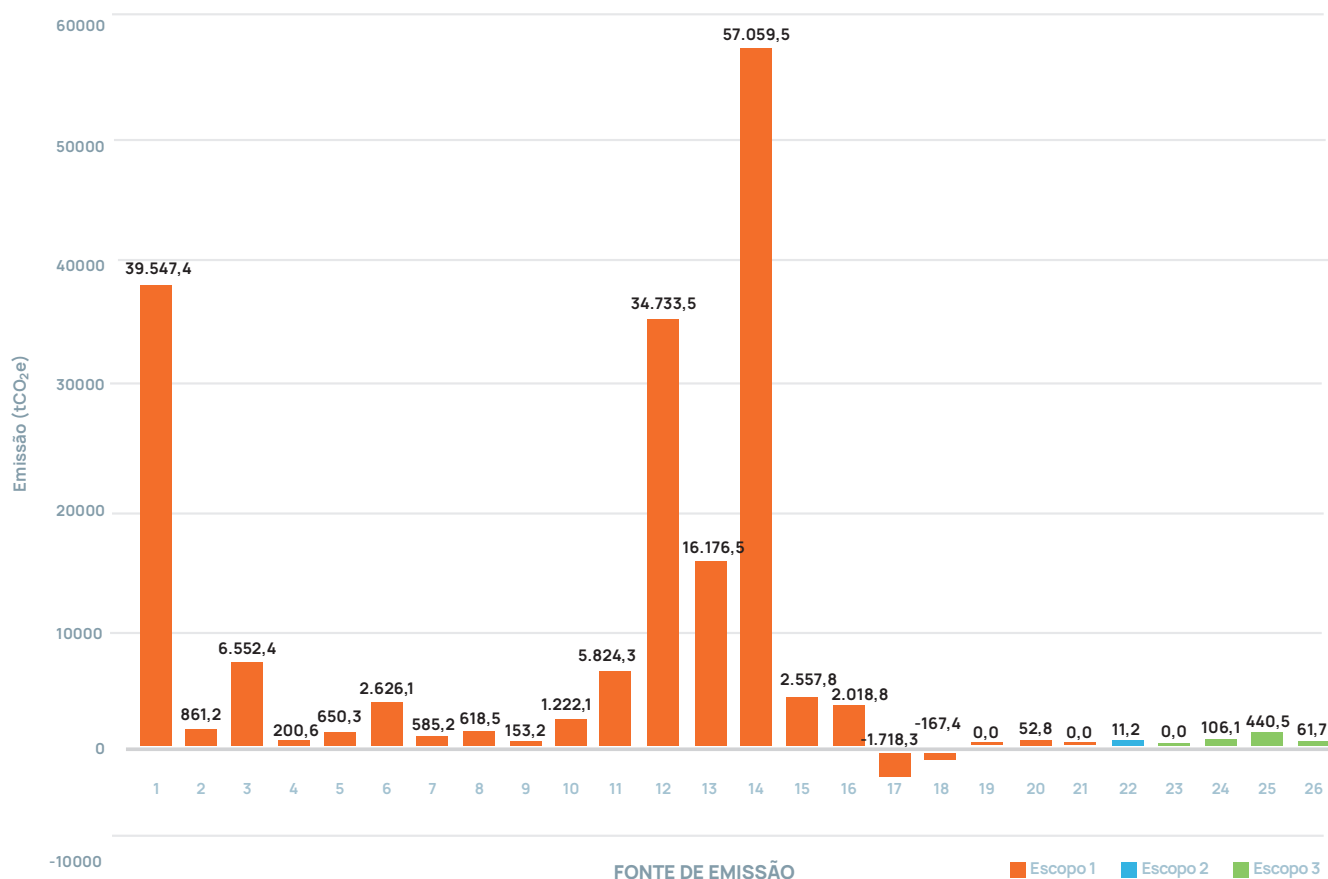


Figura 24. Emissões de CO₂ eq. no bioma Pampa.

ID Fonte de Emissão			GEE (t)				Emissões totais (tCO ₂ e)
			Carbono biogênico (tCO ₂)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
Escopo 1							
1	Combustão estacionária	36.288,037	4,192	97,344	1,298	3.259,376	39.547,413
2	Combustão móvel	83,310	764,292	0,061	0,043	777,870	861,180
3	Aplicação de fertilizantes orgânicos	-	-	-	24,001	6.552,374	6.552,374
4	Aplicação de fertilizantes nitrogenados sintéticos	-	-	-	0,735	200,611	200,611
5	Aplicação de ureia	-	262,781	-	1,420	650,348	650,348
6	Aplicação de corretivos de solo	-	2.626,122	-	-	2.626,122	2.626,122
7	Resíduos de colheita	-	-	-	2,144	585,250	585,250
8	Adubação verde	-	-	-	2,266	618,542	618,542
9	Renovação de pastagens	-	-	-	0,561	153,219	153,219
10	Cultivo de arroz irrigado	-	-	45,262	-	1.222,074	1.222,074
11	Manejo de dejetos animais	-	-	27,414	18,623	5.824,282	5.824,282
12	Fermentação entérica	-	-	1.286,424	-	34.733,454	34.733,454
13	Mudanças de uso do solo	16.176,536	0,000	-	-	0,000	16.176,536
14	Produtos florestais m adeireiros	57.059,500	-	-	-	-	57.059,500
15	Emissões indiretas por volatilização e deposição atmosférica de N	-	-	-	9,369	2.557,799	2.557,799
16	Emissões indiretas por lixiviação/escoamento superficial de N	-	-	-	7,395	2.018,791	2.018,791
17	Mudança de carbono no solo	-1.718,288	-	-	-	-	-1.718,288
18	Emissão pela mineralização de N	-	-	-	-0,613	-167,381	-167,381
19	Manejo de solos orgânicos	-	-	-	0,000	0,000	0,000
20	Resíduos sólidos e efluentes sanitários	-	-	1,579	0,037	52,802	52,802
21	Emissões fugitivas	-	-	-	-	0,000	0,000
Subtotal Escopo 1		107.889,096	3.657,386	1.458,084	67,279	61.665,533	169.554,629
Escopo 2							
22	Consumo de energia elétrica	-	11,234	-	-	11,234	11,234
Subtotal Escopo 2		-	11,234	-	-	11,234	11,234
Escopo 3							
23	Transporte terceirizado	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
24	Atividades mecanizadas terceirizadas	9,821	94,645	0,006	0,005	96,232	106,053
25	Aplicação de defensivos agrícolas	-	440,534	-	-	440,534	440,534
26	Resíduos sólidos e efluentes sanitários	-	-	2,263	0,002	61,702	61,702
Subtotal Escopo 3		9,821	535,179	0,006	0,005	536,766	546,587
Total		107.898,917	4.203,799	1.458,091	67,284	62.213,533	170.112,450

Figura 25. Apresentação resumida das emissões de GEE do bioma Pampa.

A remoção total estimada de GEE nesse conjunto foi de $-226.835,24 \text{ tCO}_2\text{e}$, o que representa uma média de $-10,56 \text{ tCO}_2\text{e}$ por hectare.

As remoções observadas no Pampa estão fortemente associadas à ampla presença de campos nativos bem conservados e campos secundários em processo de regeneração, que caracterizam boa parte da paisagem produtiva da região. Além disso, a adoção de sistemas extensivos de pecuária, com menor revolvimento do solo e manutenção de cobertura vegetal perene, contribui para o acúmulo de carbono na biomassa herbácea e no solo.

Embora o bioma Pampa seja frequentemente subestimado em termos de sequestro de carbono, os resultados aqui obtidos demonstram que seus sistemas de produção tradicionais — quando bem manejados — possuem alto potencial de remoção de GEE. Isso destaca a importância de políticas de incentivo à conservação dos campos sulinos, evitando a substituição por sistemas agrícolas intensivos que podem comprometer a integridade ecológica e climática da região.

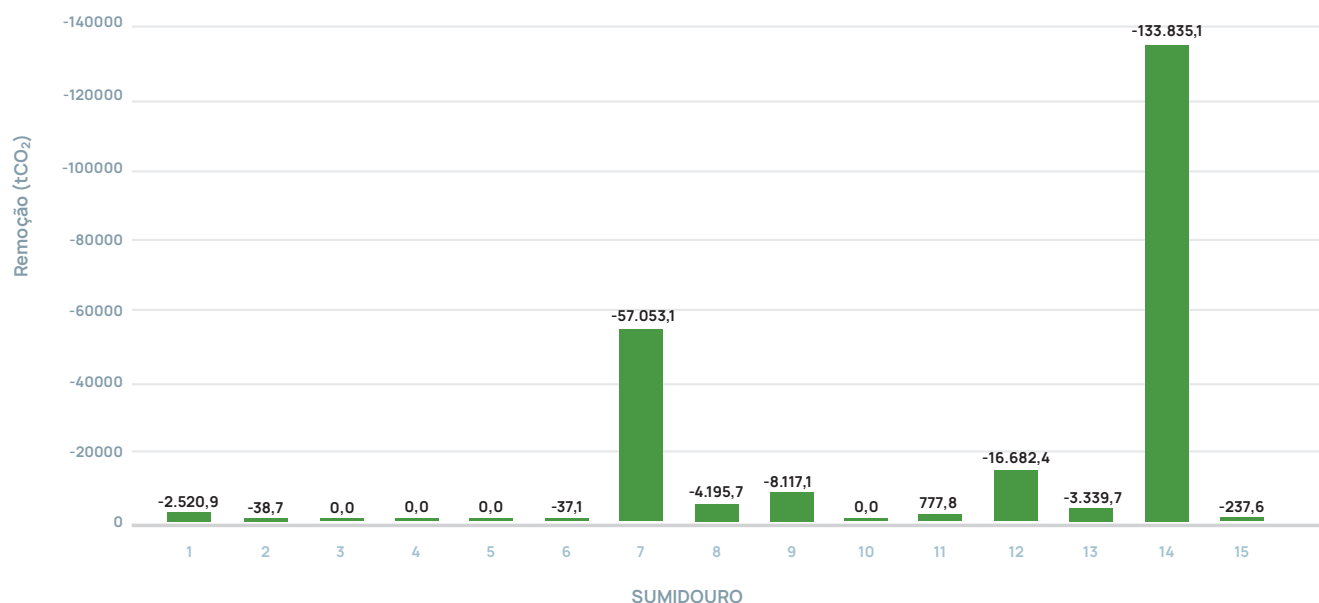


Figura 26. Remoções por fonte do bioma Pampa

No bioma Pampa, as 30 propriedades inventariadas apresentaram um saldo líquido negativo de $-57.269,38 \text{ tCO}_2\text{e}$, o que indica que, no conjunto, as remoções superaram as emissões. Esse resultado corresponde a uma remoção líquida média de $-2,66 \text{ tCO}_2\text{e}$ por hectare, demonstrando um balanço climático favorável, ainda que de menor intensidade quando comparado a outros biomas com uso mais intensivo de práticas conservacionistas.

A principal contribuição para esse desempenho foi a ampla presença de campos naturais preservados e manejados, que atuam como sumidouros importantes de carbono, especialmente

no solo e na vegetação herbácea. Além disso, as práticas predominantes na região, como a pecuária extensiva em pastagens nativas, tendem a gerar menores emissões em comparação a sistemas intensivos de produção animal.

Apesar da emissão por hectare ser moderada, a extensão das áreas inventariadas no Pampa favoreceu um volume total expressivo de remoção. Isso evidencia que a manutenção e o bom manejo dos campos sulinos têm papel relevante no equilíbrio climático regional, e devem ser reconhecidos como parte das estratégias de mitigação.

O resultado também reforça a necessidade de valorização dos sistemas produtivos tradicionais do Pampa, que, quando associados a boas práticas de manejo, são compatíveis com metas de descarbonização da agropecuária.



Figura 27. Emissões líquidas do bioma Pampa.

3.3.6 PANTANAL

No bioma Pantanal, através do Sebrae MS e da mobilização dos sindicatos rurais do estado, foram inventariadas 16 propriedades rurais, totalizando uma área de aproximadamente 14.247,1 hectares. As emissões totais de GEE nas propriedades pantaneiras somaram 16.378,77 tCO₂e, considerando os Escopos 1, 2 e 3.

A média de emissão por hectare foi de cerca de 1,15 tCO₂e/ha, a mais baixa entre todos os biomas analisados. Esse resultado reflete características típicas do uso do solo na região, como:

- A predominância de sistemas extensivos de pecuária, com baixa densidade animal e baixa utilização de insumos externos;
- A preservação de grandes áreas de vegetação nativa, em especial campos naturais e áreas úmidas, que não apenas reduzem as fontes de emissão, como também funcionam como importantes sumidouros de carbono;
- A menor presença de agricultura mecanizada, o que reduz significativamente as emissões por combustão de combustíveis fósseis e aplicação de fertilizantes.

Apesar da baixa emissão média por hectare, o Pantanal possui desafios específicos em termos de vulnerabilidade ambiental, sendo um bioma sensível a alterações no regime hidrológico, mudanças climáticas e pressões antrópicas. Por isso, o baixo nível de emissões deve ser interpretado como uma oportunidade estratégica de conservação e valorização dos serviços ambientais já prestados pelas propriedades da região.

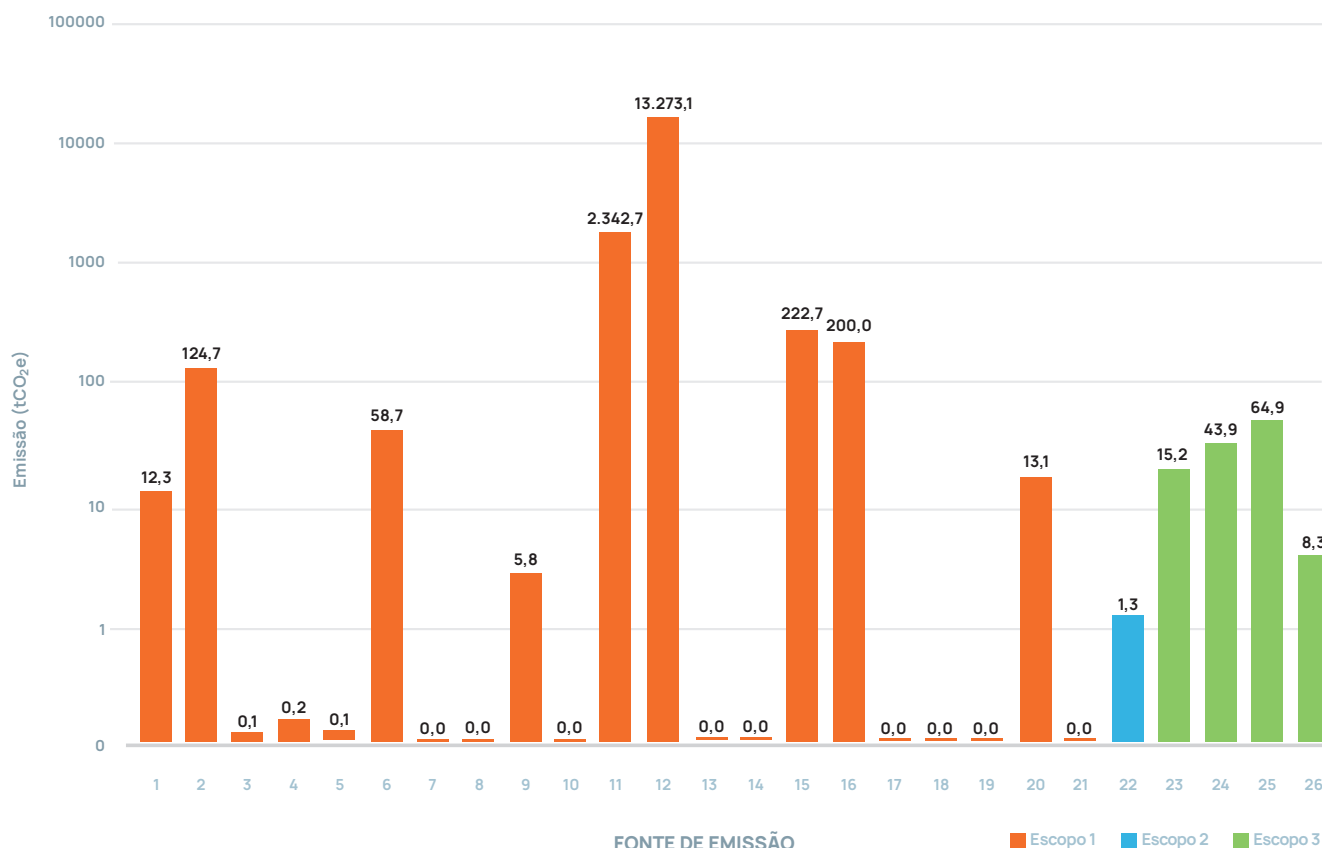


Figura 28. Emissões de CO₂ por fonte no bioma Pantanal

ID Fonte de Emissão		Carbono biogênico (tCO ₂)	GEE (t)				Emissões totais (tCO ₂ e)
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	
Escopo 1							
1	Combustão estacionária	1,362	10,824	0,003	0,000	10,942	12,304
2	Combustão móvel	12,529	110,037	0,012	0,006	112,143	124,672
3	Aplicação de fertilizantes orgânicos	-	-	-	0,000	0,118	0,118
4	Aplicação de fertilizantes nitrogenados sintéticos	-	-	-	0,001	0,231	0,231
5	Aplicação de ureia	-	0,030	-	0,000	0,074	0,074
6	Aplicação de corretivos de solo	-	58,667	-	-	58,667	58,667
7	Resíduos de colheita	-	-	-	0,000	0,000	0,000
8	Adubação verde	-	-	-	0,000	0,000	0,000
9	Renovação de pastagens	-	-	-	0,021	5,785	5,785
10	Cultivo de arroz irrigado	-	-	0,000	-	0,000	0,000
11	Manejo de dejetos animais	-	-	8,484	7,742	2.342,703	2.342,703
12	Fermentação entérica	-	-	491,596	-	13.273,105	13.273,105
13	Mudanças de uso do solo	0,000	0,000	-	-	0,000	0,000
14	Produtos florestais madeireiros	0,000	-	-	-	-	0,000
15	Emissões indiretas por volatilização e deposição atmosférica de N	-	-	-	0,816	222,718	222,718
16	Emissões indiretas por lixiviação/escoamento superficial de N	-	-	-	0,733	200,018	200,018
17	Mudança de carbono no solo	0,000	-	-	-	-	0,000
18	Emissão pela mineralização de N	-	-	-	0,000	0,000	0,000
19	Manejo de solos orgânicos	-	-	-	0,000	0,000	0,000
20	Resíduos sólidos e efluentes sanitários	-	-	0,414	0,007	13,081	13,081
21	Emissões fugitivas	-	-	-	-	0,000	0,000
Subtotal Escopo 1		13,892	179,558	500,510	9,327	16.239,585	16.253,476
Escopo 2							
22	Consumo de energia elétrica	-	1,280	-	-	1,280	1,280
Subtotal Escopo 2		-	1,280	-	-	1,280	1,280
Escopo 3							
23	Transporte terceirizado	1,436	13,554	0,001	0,001	13,786	15,222
24	Atividades mecanizadas terceirizadas	4,065	39,177	0,003	0,002	39,834	43,899
25	Aplicação de defensivos agrícolas	-	64,888	-	-	64,888	64,888
26	Resíduos sólidos e efluentes sanitários	-	-	0,301	0,001	8,340	8,340
Subtotal Escopo 3		5,501	117,619	0,004	0,003	118,508	124,009
Total		19,393	298,457	500,513	9,330	16.359,373	16.378,766

Figura 29. Apresentação resumida das emissões de GEE do bioma Pantanal.

No bioma Pantanal, foram inventariadas 16 propriedades rurais, abrangendo uma área total de aproximadamente 14.247,10 hectares. A remoção total estimada de GEE nesse bioma foi de -33.077,89 tCO₂e, o que representa uma média de -2,32 tCO₂e por hectare.

A remoção relativamente baixa por hectare, quando comparada a outros biomas como o Cerrado e a Mata Atlântica, pode ser explicada por uma combinação de fatores: os usos do solo e o tipo de vegetação predominante, com menor densidade de biomassa aérea, e o caráter sazonal e alagável do solo, que influencia o acúmulo e a decomposição da matéria orgânica. Além disso, os sistemas produtivos pantaneiros são, em geral, extensivos e de baixa intervenção, o que reduz tanto as emissões quanto as possibilidades de incremento substancial nos sumidouros via manejo ativo.

Apesar disso, o resultado observado reforça o papel do Pantanal como bioma de regulação climática, cujo equilíbrio depende fortemente da manutenção de sua hidrologia natural e da conservação das áreas de campo e vegetação nativa. A proteção e a valorização desses ambientes são essenciais não apenas para o sequestro de carbono, mas também para a preservação da biodiversidade e da resiliência ecológica da região frente às mudanças climáticas.

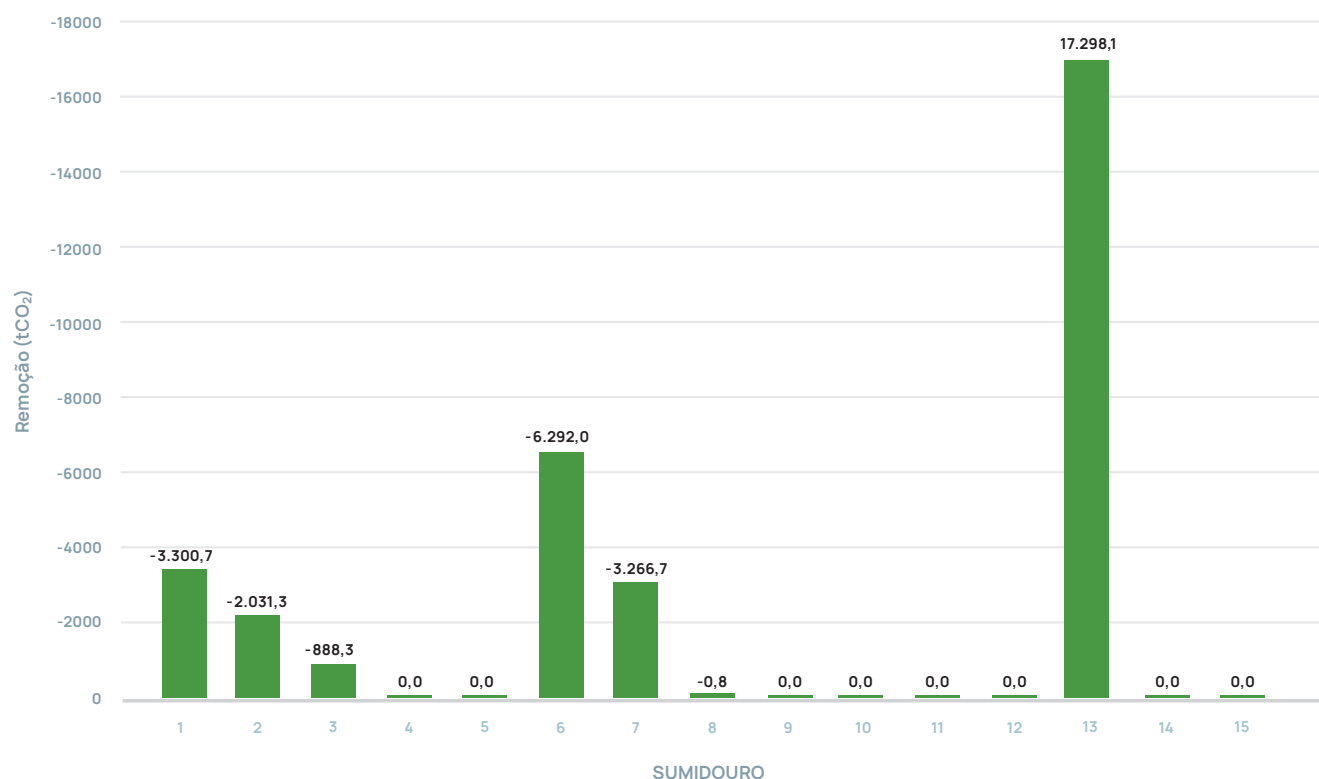


Figura 30. Remoções por fonte do bioma Pantanal.

No bioma Pantanal, as 16 propriedades inventariadas apresentaram um saldo líquido negativo de -16.823,13 tCO₂e, o que indica que, no conjunto, as remoções de carbono superaram as emissões. Esse valor corresponde a uma remoção líquida média de -1,18 tCO₂e por hectare,

representando um resultado climático positivo, ainda que moderado em termos de intensidade por área.

Esse desempenho está associado ao perfil produtivo extensivo e de baixa emissão característico do Pantanal, com o predomínio de sistemas de pecuária tradicional e grande cobertura de vegetação nativa, incluindo campos úmidos e matas ciliares. Essas áreas atuam como sumidouros naturais, mesmo sem manejo ativo, contribuindo para o sequestro de carbono, especialmente no solo. Embora a taxa de remoção por hectare seja inferior à observada em biomas mais intensivos em práticas conservacionistas, o saldo negativo demonstra que a conservação da paisagem pantaneira é eficaz para manter um balanço climático positivo, mesmo sob pressão de mudanças no regime hidrológico e na expansão da fronteira agropecuária.

Os resultados ressaltam a importância de preservar o funcionamento ecológico do Pantanal, protegendo suas dinâmicas naturais e incentivando a continuidade de sistemas produtivos compatíveis com a sustentabilidade climática.

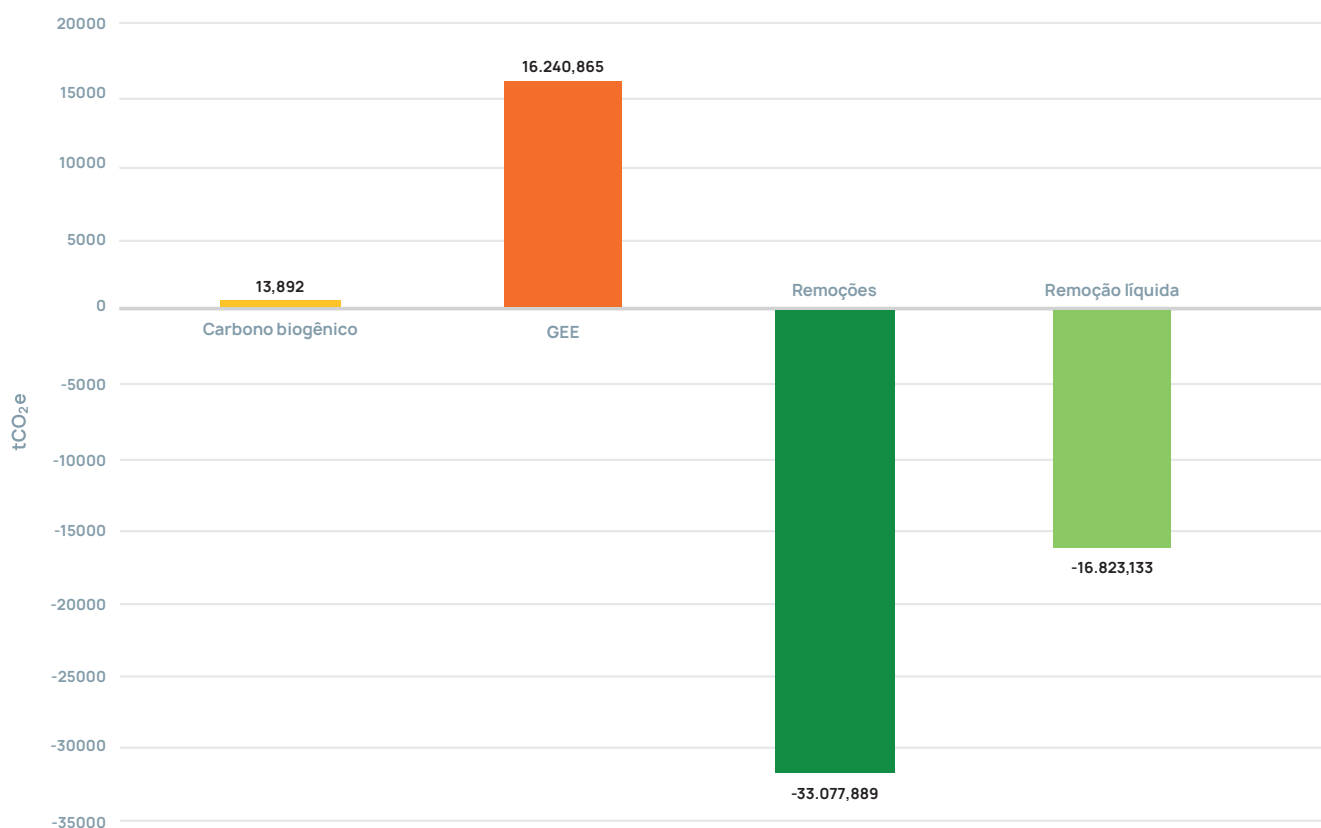


Figura 31. Emissões líquidas do bioma Pantanal.

3.4 Plano de mitigação

O plano de mitigação das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) nas propriedades rurais brasileiras, desenvolvido a partir dos inventários realizados nos diversos biomas, estrutura-se em três eixos principais: a redução das emissões diretas (Escopo 1), com foco na eficiência zootécnica, no manejo do solo, no uso racional de fertilizantes e nas boas práticas na produção animal; a transição energética e a redução das emissões indiretas (Escopos 2 e 3), priorizando o uso de fontes renováveis e o maior controle sobre a cadeia de suprimentos; e o aumento dos sumidouros de carbono, por meio da preservação, da recuperação e do manejo de vegetação nativa, pastagens e da integração de sistemas produtivos.

A aplicação dessas estratégias requer atenção às especificidades regionais, sendo adaptadas conforme as características de cada bioma. Na Amazônia, por exemplo, onde se observou uma das maiores médias de emissão por hectare (30,3 tCO₂e/ha), o foco recai sobre práticas que conciliem conservação e geração de renda, como os sistemas agroflorestais (SAFs), a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e a recuperação de áreas degradadas. A valorização das cadeias da sociobiodiversidade, de baixa emissão, também se destaca como uma via promissora.

No bioma da Caatinga, marcado por escassez hídrica e solo frágil, a emissão média foi de 5,1 tCO₂e/ha. As ações de mitigação priorizam o uso racional da água, com tecnologias como cisternas e reúso, e o fortalecimento da agricultura familiar com práticas sustentáveis. A preservação da vegetação nativa e o controle da desertificação são fundamentais para manter e aumentar a capacidade de sequestro de carbono do bioma.

Já no Cerrado, com média de 8,9 tCO₂e/ha, a ênfase está na melhoria da eficiência produtiva das pastagens e na recuperação das áreas degradadas. A incorporação de sistemas de integração, como ILP e ILPF, bem como o manejo rotacionado de pastagens e o investimento em genética e nutrição animal, contribuem significativamente para a redução da intensidade de emissões por unidade de produto.

Na Mata Atlântica, com média de emissão de 10,9 tCO₂e/ha, predominam pequenas propriedades e cadeias como a horticultura e a produção leiteira. O plano de mitigação propõe o reflorestamento de áreas marginais com espécies nativas, práticas de agricultura regenerativa e incentivo à produção orgânica. Devido à forte pressão urbana, a integração com políticas públicas locais, incluindo programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), é considerada essencial.

No Pantanal, onde predomina a pecuária extensiva e o uso de campo nativo, observou-se uma das menores médias de emissão (4,7 tCO₂e/ha). O equilíbrio natural do sistema é mantido com práticas tradicionais e o manejo sustentável das pastagens. Estratégias como o monitoramento da capacidade de suporte do bioma e a valorização de produtos diferenciados, como carne orgânica, reforçam o caráter sustentável da produção.

No Pampa, bioma com média de emissão de 7,3 tCO₂e/ha, foram analisadas cadeias como a pecuária de corte, vitivinicultura e olivicultura. As ações priorizam o manejo sustentável das pastagens naturais e a diversificação produtiva, com destaque para sistemas integrados e rastreabilidade ambiental. A inovação tecnológica e a recuperação de áreas degradadas também se mostram fundamentais para manter baixos níveis de emissão e agregar valor aos produtos locais.

A partir da análise dos dados coletados, o plano de mitigação reforça a importância de estratégias integradas e contextualizadas, respeitando a diversidade ecológica e socioeconômica do território brasileiro. O sucesso dessas iniciativas depende do engajamento dos produtores, da articulação entre instituições públicas e privadas, e do uso de ferramentas como o inventário de GEE. Ao consolidar essas ações, o Brasil poderá se destacar como um protagonista na transição para uma agricultura de baixo carbono, resiliente e competitiva, alinhada aos compromissos climáticos globais e à valorização de seus ativos ambientais.

Todos esses exemplos de mitigação devem passar pelo contexto de transição justa, um conceito central nas discussões climáticas globais e que terá papel de destaque na COP 30, especialmente no contexto dos países em desenvolvimento. Ela se refere à necessidade de garantir que a mudança para uma economia de baixo carbono ocorra de forma inclusiva, equitativa e socialmente responsável, protegendo os trabalhadores, comunidades e setores mais vulneráveis aos impactos dessa transformação. Isso significa promover políticas públicas e investimentos que assegurem empregos dignos, capacitação profissional, acesso a tecnologias limpas e inclusão social, principalmente em regiões que dependem fortemente de atividades intensivas em emissões, como a agricultura convencional, mineração e indústria de base.

No caso do Brasil, a transição justa é estratégica para conciliar os compromissos climáticos com o desenvolvimento econômico e a redução das desigualdades, especialmente na Amazônia Legal e em territórios com populações tradicionais, indígenas e pequenos produtores rurais.

3.5 Boas práticas de mensuração

A qualificação da mão de obra responsável pela aplicação do Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no setor agropecuário é um elemento central para o sucesso da transição para uma agricultura de baixo carbono no Brasil. Em um contexto de crescentes exigências ambientais por parte dos mercados consumidores, a capacidade técnica de quem realiza a medição, análise e interpretação dos dados de emissões torna-se um diferencial estratégico. Nesse cenário, o Sistema Sebrae ocupa uma posição essencial, não apenas como desenvolvedor da ferramenta, mas como promotor da capacitação e da difusão do conhecimento entre os agentes que atuarão em campo.

O Inventário de GEE é uma metodologia técnica e criteriosa, que exige domínio sobre conceitos agronômicos, zootécnicos e ambientais, além de familiaridade com sistemas produtivos diversos e suas respectivas fontes de emissão. Realizar esse tipo de diagnóstico em propriedades rurais implica entender profundamente os fluxos de insumos e energia, os sistemas de manejo do solo e da vegetação, o tipo de alimentação e de confinamento dos animais, o uso de fertilizantes, entre outros fatores. Cada detalhe pode influenciar significativamente no cálculo das emissões e, conseqüentemente, nas estratégias de mitigação adotadas.

Diante desse grau de complexidade, não basta disponibilizar uma ferramenta inovadora. É necessário garantir que ela seja operada com competência técnica, rigor metodológico e sensibilidade ao contexto local. Um inventário malconduzido pode comprometer a credibilidade dos dados, gerar interpretações equivocadas e, pior, afastar o produtor rural de iniciativas de sustentabilidade por falta de confiança nos resultados. Por isso, a formação de técnicos e consultores altamente preparados é condição indispensável para o êxito dessa agenda.

É nesse ponto que o papel do Sebrae se destaca. Com capilaridade nacional, forte presença territorial, histórico consolidado de atuação junto aos pequenos negócios e com um Polo Nacional de Disseminação do Agronegócio, a instituição tem todas as condições de liderar um processo estruturado de formação e certificação de profissionais aptos a aplicar o inventário de GEE nas propriedades rurais.

A proposta é que esses profissionais sejam multiplicadores qualificados, capazes de traduzir uma ferramenta tecnicamente robusta em uma ação prática, acessível e compreensível para o produtor rural.

Essa formação deve incluir, além dos aspectos técnicos do inventário, habilidades de comunicação, sensibilização e construção de confiança junto ao produtor. Afinal, a coleta de dados depende da abertura e do engajamento do produtor com o processo. É fundamental que o técnico saiba explicar o propósito da ferramenta, os benefícios da sua aplicação e como os dados podem se transformar em planos de ação reais e vantajosos para a propriedade.

Portanto, investir na capacitação da mão de obra para aplicação do Inventário de GEE não é um detalhe operacional, mas uma estratégia-chave para a consolidação da agricultura de baixo carbono no país. É preparar o terreno para que a sustentabilidade se torne parte da rotina produtiva das pequenas propriedades. E é, sobretudo, garantir que o Brasil avance com qualidade, credibilidade e protagonismo na construção de um futuro mais verde e competitivo.

3.6 Percepções dos atores envolvidos no Piloto Biomas

A participação dos Sebrae estaduais no projeto de desenvolvimento da ferramenta de inventário de GEE (Gases de Efeito Estufa) foi marcada por entusiasmo e reconhecimento da re-

levância da pauta ambiental. A proposta despertou grande interesse por se tratar de uma temática emergente e estratégica, alinhada às exigências de sustentabilidade e às novas demandas dos mercados internacionais. A ferramenta se mostrou uma oportunidade concreta de posicionamento do agro brasileiro de forma diferenciada, além de abrir espaço para a inovação e a competitividade nas pequenas propriedades. Alguns Sebrae UF destacaram que o projeto possibilitou aprofundar o conhecimento sobre a realidade ambiental das empresas nos biomas, enquanto outros ressaltaram o orgulho de integrar um projeto de impacto nacional. A conexão entre sustentabilidade, rastreabilidade ambiental e acesso a novos mercados foi um ponto de motivação comum entre os estados.

Para o Polo, compreendeu-se que esse projeto promoveu a integração entre unidades, fortaleceu a identidade coletiva e impulsionou o aprimoramento de práticas colaborativas em rede. Tratou-se de uma iniciativa de elevado grau de complexidade, com articulação institucional, alinhamento estratégico e elevada capacidade de execução conjunta.

3.6.1 APOIO INSTITUCIONAL E ARTICULAÇÃO INTERNA

Nos estados, a decisão de participação no projeto contou com incentivo e apoio direto da Diretoria Executiva. Todos os Sebrae UF demonstraram alinhamento com o Polo Sebrae Agro e grande comprometimento em articular localmente a implementação do piloto. O processo envolveu articulação institucional, mobilização de parceiros e seleção criteriosa das propriedades participantes, evidenciando a força de seus representantes e o papel estratégico do Sebrae como articulador de políticas e programas voltados à sustentabilidade no campo.

3.6.2 ESTRATÉGIAS DE MOBILIZAÇÃO E ESCOLHA DAS PROPRIEDADES

A mobilização dos produtores foi feita, na maioria dos casos, por meio de parceiros locais, como cooperativas, associações, empresas e instituições de pesquisa. Essa estratégia foi essencial para garantir a diversidade de cadeias produtivas e representatividade territorial. Em Goiás, por exemplo, a articulação se deu pelas empresas âncoras que mobilizaram os produtores diretamente. No Rio Grande do Sul, houve a escolha estratégica de representantes dos principais sistemas produtivos do Bioma Pampa, como a pecuária de corte, a vitivinicultura e a olivicultura, com apoio de instituto, associações e empresas locais. Já em SC e no PR, houve forte presença de agroindústrias integradoras e cooperativas que atuaram como elo entre o Sebrae e os produtores.

3.6.3 MOMENTOS MARCANTES E RECONHECIMENTO DO PROJETO

Vários integrantes apontaram eventos simbólicos que marcaram sua participação no projeto. O reconhecimento com premiação em evento com foco em sustentabilidade foi destaque e dá indícios de valor atribuído pela sociedade a todo esforço em rede realizado pelo Sistema Sebrae. Agradecimentos e reconhecimentos realizados durante devolutivas feitas aos parceiros, também foi um fato marcante da experiência. Esses momentos simbolizam não apenas a validação técnica da ferramenta, mas também o fortalecimento institucional do Sebrae como referência em sustentabilidade nos estados participantes.

3.6.4 REAÇÕES DOS PRODUTORES E PERCEPÇÃO DE VALOR

A percepção dos produtores sobre a ferramenta foi, em geral, positiva. Muitos visualizaram oportunidades além da mitigação de emissões, como a possibilidade de agregar valor aos produtos com rótulos e campanhas baseadas em práticas sustentáveis.

As cadeias da vitivinicultura e da olivicultura, por exemplo, demonstraram interesse em explorar o selo de baixo carbono como diferencial competitivo. Em algumas regiões, o contato com a ferramenta despertou, nos produtores, a curiosidade e a busca por tecnologias que os ajudem a se enquadrar em padrões de menor emissão, evidenciando a importância da devolutiva como instrumento de sensibilização e engajamento.



FOTO: Tony Oliveira - Sistema CNA/SENAR

3.6.5 PERSPECTIVAS DE FUTURO E APLICAÇÕES POSSÍVEIS

Para os envolvidos no Piloto Biomas, as visões sobre o futuro da ferramenta convergem para seu uso sistêmico e massivo. A expectativa é que a ferramenta seja incorporada a programas como o ALI Rural, projetos de encadeamento produtivo, consultorias para produtores e até políticas públicas municipais e estaduais.

Houve percepções sobre o potencial de uma plataforma online do Sebrae para ser usada em programas de sustentabilidade rural, com foco na formação de técnicos e agentes locais, e como instrumento de gestão ambiental para produtores. Há também o entendimento de que a ferramenta pode se tornar base para certificações e distinções ambientais, além de atuar na rastreabilidade ambiental em cadeias agroindustriais.

3.6.6 PAPEL DO SEBRAE NA DISSEMINAÇÃO E NA QUALIFICAÇÃO TÉCNICA

Todos os atores envolvidos concordam que o Sebrae deve assumir um papel estruturante na formação de mão de obra qualificada para uso da ferramenta. A capacitação técnica de consultores, especialistas e agentes locais será essencial para garantir a aplicação eficiente e a escala da solução. Há a expectativa de que o Sebrae Nacional ofereça infraestrutura, treinamentos, cursos e ferramentas digitais, enquanto os Sebrae estaduais atuem como operadores da solução nos territórios. A estratégia futura aponta para uma atuação em rede, com o apoio de instituições parceiras como SENAR, CNA, MAPA e Embrapa.

4. SUGESTÕES DE FORMATOS PARA OFERTA DA SOLUÇÃO PELO SEBRAE

O Sebrae tem atuado de forma consistente no fortalecimento do agronegócio brasileiro, sobretudo no apoio aos pequenos negócios e na construção de soluções que dialogam diretamente com os desafios da sustentabilidade, da inovação e da competitividade. Nesse sentido, apresenta-se uma proposta integrada de aplicação da ferramenta, que pode ser explorada em diferentes frentes estratégicas. As possibilidades de uso abrangem desde parcerias com empresas âncoras até programas estruturados como o ALI Rural, consultorias nacionais, cursos e treinamentos, além de articulações institucionais por meio de parcerias estratégicas. Cada uma dessas frentes representa uma oportunidade concreta de ampliar o alcance, consolidar aprendizados e gerar impactos positivos para os pequenos negócios do agro.

4.1 Solução ofertada em parceria com empresas âncoras

A construção de soluções em parceria com empresas âncoras se apresenta como uma das estratégias mais promissoras para a disseminação e a consolidação da ferramenta de mensuração de emissões e remoções de Gases de Efeito Estufa no agronegócio. Grandes agroindústrias, cooperativas, associações de produtores e empresas de referência em suas cadeias produtivas têm interesse crescente em integrar práticas sustentáveis e indicadores ambientais aos seus processos de gestão e à sua comunicação com consumidores e mercados internacionais.

Nesse contexto, a ferramenta desenvolvida pelo Sebrae pode ser ofertada como um serviço agregado às estratégias de sustentabilidade das empresas âncoras, possibilitando que estas mobilizem suas redes de produtores integrados ou parceiros. Dessa forma, cria-se um ambiente de escala e capilaridade que facilita a aplicação da solução em centenas de propriedades, gerando dados consolidados, comparáveis e de grande valor para o setor.

Além disso, a participação de empresas âncoras viabiliza a sustentabilidade financeira da aplicação, uma vez que estas podem cofinanciar ou subsidiar o acesso à ferramenta, garantindo adesão dos pequenos produtores que, individualmente, teriam dificuldade de arcar com os custos do inventário. A relação de confiança já existente entre produtores e empresas âncoras potencializa a mobilização, ao mesmo tempo em que fortalece a imagem corporativa das empresas no mercado, alinhando-as a compromissos globais de ESG e de descarbonização.

A experiência obtida durante o piloto demonstrou que há o interesse de cadeias importantes da agropecuária em utilizar o inventário para agregar valor aos produtos, considerando rótulos e estratégias de marketing verde. Identificou-se também que grandes agroindústrias e plataformas industriais podem incorporar a ferramenta em seus comitês de ESG para garantir rastreabilidade ambiental em suas cadeias de suprimentos.

Portanto, essa frente de atuação permite ao Sebrae ampliar significativamente o alcance da solução, gerar massa crítica de informações ambientais no agro brasileiro e, ao mesmo tempo, contribuir para a competitividade das empresas âncoras e para a inclusão dos pequenos negócios em um novo modelo de produção sustentável.

4.2 Solução ofertada no ALI Rural

O Programa ALI Rural, consolidado como uma das iniciativas mais relevantes do Sebrae para a transformação de pequenos negócios rurais, constitui um campo estratégico para a aplicação da ferramenta de inventário de emissões e remoções de gases de efeito estufa. A proposta é integrar a solução ao portfólio metodológico do ALI, ampliando a capacidade do programa de oferecer inovação prática e adaptada à realidade das propriedades rurais.

Nesse modelo, o Agente Local de Inovação (ALI) pode atuar como facilitador da mensuração, acompanhando o produtor na coleta das informações necessárias, no uso da ferramenta e na interpretação dos resultados. Mais do que um simples diagnóstico ambiental, a solução torna-se parte do processo de orientação contínua do ALI, agregando valor às ações já desenvolvidas no campo de gestão, produtividade e sustentabilidade.

A incorporação dessa solução ao ALI Rural abre espaço para que os produtores atendidos recebam um olhar completo sobre sua propriedade, considerando não apenas a eficiência econômica, mas também a dimensão socioambiental. Isso fortalece sua capacidade de acesso a mercados mais exigentes, linhas de crédito diferenciadas e programas de certificação ligados à sustentabilidade e ao baixo carbono.

Por fim, a integração ao ALI Rural cria um efeito multiplicador: cada agente pode alcançar dezenas de propriedades em sua região, consolidando um banco de dados robusto e representativo da realidade do agro brasileiro. Com isso, o Sebrae fortalece sua posição como articulador de inovação e sustentabilidade no campo, ao mesmo tempo em que contribui para preparar os pequenos negócios para os desafios e oportunidades da economia verde.

4.3 Consultoria nacional

A oferta da solução em formato de Consultoria Nacional possibilita ao Sebrae atender de forma estruturada e estratégica diferentes segmentos do agronegócio em escala mais ampla. Nesse modelo, a ferramenta é aplicada por consultores especializados do banco de credenciados do Sebrae Nacional, capacitados para realizar inventários de emissões e remoções de Gases de Efeito Estufa em propriedades rurais de qualquer bioma brasileiro, garantindo padronização metodológica, a qualidade técnica e a consistência nos resultados.

Essa abordagem permite que pequenos negócios tenham acesso a um serviço de alto valor agregado, antes restrito a grandes corporações ou a consultorias privadas de elevado custo. Com a mediação do Sebrae, o produtor recebe não apenas os resultados do inventário, mas também um plano de mitigação personalizado, com recomendações práticas para reduzir as emissões, melhorar a eficiência produtiva e aumentar a competitividade em mercados que valorizam a sustentabilidade.

Além do atendimento individualizado, o programa do Sebrae Nacional pode proporcionar relatórios consolidados por região, cadeia produtiva ou bioma, oferecendo subsídios valiosos para políticas públicas, programas de financiamento verde, certificações e estratégias empresariais voltadas à economia de baixo carbono.

Algumas informações coletadas durante o Piloto demonstraram o potencial da solução como base para a elaboração de políticas públicas municipais e estaduais voltadas à descarbo-

nização do território rural. O inventário pode ser o primeiro passo do processo, oferecendo um diagnóstico robusto, rastreável e adaptado à realidade do pequeno produtor, explorando oportunidades como agropecuária carbono neutro, orgânica, regenerativa etc.

Com esse formato, o Sebrae Nacional posiciona as regionais como protagonistas na democratização de soluções de mensuração e mitigação climática, permitindo que os pequenos negócios acessem ferramentas que fortalecem sua posição no mercado e ampliam sua inserção em cadeias produtivas globais.

4.4 Cursos e treinamentos

A difusão da ferramenta também pode ocorrer por meio de cursos e treinamentos voltados a produtores, técnicos, consultores e instituições parceiras. Essa frente busca ampliar a compreensão sobre a importância da mensuração das emissões de Gases de Efeito Estufa e capacitar atores locais para utilizarem a solução de forma prática e eficiente.

Os cursos podem ser ofertados em diferentes formatos — presenciais, online ou híbridos — e adaptados às necessidades do público-alvo. Para produtores rurais, os treinamentos podem focar em boas práticas de registro de informações da propriedade, entendimento dos resultados e implementação de planos de mitigação. Já para consultores e técnicos de campo, a ênfase pode estar no domínio metodológico da ferramenta, interpretação dos inventários e formulação de estratégias de redução de emissões associadas à manutenção da rentabilidade.

Essa abordagem gera um efeito multiplicador: quanto mais profissionais forem capacitados, maior será a capilaridade da solução, permitindo que chegue a milhares de propriedades em todas as regiões do Brasil. Além disso, ao inserir o tema de sustentabilidade e carbono em programas de capacitação, o Sebrae contribui para a formação de uma nova geração de técnicos e empreendedores conscientes da importância da transição para uma agropecuária de baixo carbono.

Por fim, os treinamentos também podem ser desenvolvidos em parceria com instituições de ensino, cooperativas, associações e empresas âncoras, fortalecendo o ecossistema de inovação e garantindo que a ferramenta seja incorporada de forma definitiva às práticas de gestão rural.

4.5 Parcerias

A consolidação da solução depende diretamente da articulação de parcerias estratégicas. A experiência do Sebrae demonstra que, quando diferentes atores se unem em torno de um

propósito comum, os resultados alcançam maior escala, legitimidade e impacto. Nesse sentido, a ferramenta pode ser potencializada por meio de parcerias com instituições públicas e privadas, universidades, centros de pesquisa, organismos internacionais, cooperativas, associações setoriais e empresas que tenham compromisso com a agenda de sustentabilidade.

Essas parcerias podem assumir diferentes formatos. No campo institucional, universidades e centros de pesquisa podem contribuir para a atualização metodológica e o aprimoramento científico da ferramenta. No campo empresarial, cooperativas, agroindústrias e empresas âncoras podem viabilizar o financiamento e a mobilização de produtores para a aplicação em larga escala. Já as parcerias com organismos internacionais e instituições financeiras ampliam as oportunidades de acesso a recursos para programas de mitigação e adaptação, além de posicionarem o Brasil em alinhamento com compromissos globais de descarbonização.

O Sebrae, nesse arranjo, atua como articulador central, garantindo que os pequenos negócios estejam no centro da estratégia e tenham acesso democrático aos benefícios gerados. Ao mesmo tempo, as parcerias fortalecem a legitimidade da solução, assegurando reconhecimento técnico e institucional em âmbito nacional e internacional.

Ideias e sugestões coletadas durante o piloto demonstraram visões de utilização da solução em programas municipais de prefeituras, que buscam a transição ecológica do agro local. A integração da solução a ações de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), com técnicos capacitados para aplicá-la no acompanhamento das propriedades reforçaria o papel desses técnicos como agentes de transformação e fomento à gestão ambiental.

Dessa forma, a estruturação de uma rede colaborativa sólida não apenas amplia o alcance da ferramenta, mas também gera confiança, sustentabilidade financeira e impacto duradouro para o setor agropecuário e para a imagem do Brasil como protagonista na agricultura de baixo carbono.

5. IMPACTOS ESPERADOS

A adoção da ferramenta desenvolvida pelo Sebrae para mensuração de emissões e remoções de Gases de Efeito Estufa no agronegócio projeta impactos que transcendem a escala da propriedade rural e reverberam em toda a sociedade brasileira. Trata-se de uma solução que conecta ciência, inovação e gestão estratégica a favor da sustentabilidade, com potencial de transformar práticas produtivas, gerar novos mercados e posicionar o Brasil de forma competitiva e protagonista no cenário global.

5.1 Impactos no nível da propriedade rural

A aplicação da ferramenta permitirá que cada produtor compreenda, de forma prática e acessível, como sua atividade interage com a dinâmica climática. Isso significa que milhares de pequenos negócios poderão identificar pontos de maior emissão, reconhecer práticas já positivas de remoção de carbono e planejar estratégias de mitigação. Mais do que relatórios, os inventários se tornarão instrumentos de gestão, orientando o produtor para um futuro em que sustentabilidade e rentabilidade caminham juntas. Essa mudança de mentalidade representa um salto qualitativo na gestão das propriedades, que passarão a atuar com métricas concretas e verificáveis.

5.2 Impactos econômicos e de mercado

Ao evidenciar suas emissões de carbono, os pequenos negócios terão condições de acessar novos nichos de mercado, cada vez mais exigentes em critérios de rastreabilidade e sustentabilidade. Produtos oriundos de propriedades que mensuram e mitigam GEE tendem a conquistar vantagem competitiva em cadeias globais de valor, especialmente em setores como carnes, grãos, café, frutas e lácteos. Além disso, a disponibilidade de dados ambientais confiáveis permitirá a criação de linhas de crédito verde mais acessíveis, favorecendo investimentos em tecnologias de baixo carbono e práticas regenerativas. A solução, portanto, abre portas para que o produtor não apenas reduza custos e aumente eficiência, mas também capture valor agregado em mercados premium e programas de pagamento por serviços ambientais.

5.3 Impactos ambientais e climáticos

Em larga escala, a aplicação da solução gerará um banco de dados nacional inédito sobre o balanço de emissões do agro brasileiro. Isso permitirá identificar tendências, práticas mais eficazes de mitigação e oportunidades de replicação em diferentes biomas e cadeias produtivas. O impacto ambiental esperado é duplo: de um lado, a redução efetiva das emissões brutas; de outro, o fortalecimento de sumidouros de carbono, como áreas de vegetação nativa, sistemas integrados de produção, pastagens bem manejadas e reflorestamentos. Ao mesmo tempo, os produtores passam a adotar práticas que aumentam a resiliência de seus sistemas frente aos eventos climáticos extremos, como secas e enchentes, reduzindo riscos e garantindo maior segurança alimentar.

5.4 Impactos sociais e territoriais

A democratização do acesso a essa tecnologia coloca os pequenos negócios no centro da agenda climática, reduzindo desigualdades históricas que limitavam a participação desses atores em programas de sustentabilidade. A inclusão de agricultores familiares, assentados, cooperados e pequenos pecuaristas, cria oportunidades de geração de renda, elevação da auto-estima produtiva e integração em cadeias antes restritas a grandes players. Em nível territorial, a adoção em rede, da solução, fortalece arranjos locais de desenvolvimento, gera empregos em consultoria e assistência técnica e contribui para a permanência das famílias no campo, em atividades economicamente viáveis e ambientalmente responsáveis.

5.5 Impactos institucionais e estratégicos

Ao liderar essa iniciativa, o Sebrae reafirma seu papel de vanguarda na criação de soluções inovadoras para pequenos negócios. A ferramenta se tornará um símbolo de como a instituição transforma conhecimento técnico em prática acessível, capaz de reposicionar a imagem do agronegócio brasileiro perante o mundo. No cenário internacional, especialmente no contexto da COP 30, o Brasil terá condições de apresentar dados concretos e consistentes sobre o protagonismo dos pequenos produtores na mitigação climática, fortalecendo sua posição como potência agroambiental. Nacionalmente, o Sebrae se consolida como articulador central de uma rede que conecta ciência, mercado e sociedade em torno de um projeto coletivo de sustentabilidade.

5.6 Impactos de longo prazo e legado

Os impactos esperados vão além dos resultados imediatos. Trata-se de criar uma cultura de gestão sustentável no campo, em que medir, planejar e mitigar tornam-se práticas comuns e enraizadas. O legado dessa iniciativa é a construção de um novo padrão para o agronegócio brasileiro: competitivo, inovador e sustentável, onde cada propriedade, independentemente do seu porte, é capaz de contribuir para os compromissos climáticos globais. Esse movimento fortalece a confiança da sociedade e dos mercados no agro brasileiro e estabelece bases sólidas para que futuras gerações herdem um campo mais resiliente, produtivo e ambientalmente equilibrado.

Em síntese, os impactos esperados combinam ganhos econômicos, ambientais, sociais e institucionais em uma proposta integrada. Ao mesmo tempo em que empodera o produtor rural com informações qualificadas, a solução cria condições para reposicionar o Brasil no debate

climático global. Mais do que uma ferramenta técnica, ela representa um esforço institucional estratégico na transição do agronegócio para uma economia de baixo carbono, inclusiva e de futuro.

6. CONCLUSÃO

O piloto confirmou a viabilidade da ferramenta e gerou dados importantes para ajustes e aprimoramentos. Também demonstrou que é possível sensibilizar e engajar pequenos produtores em uma agenda tão estratégica quanto a da mudança climática, desde que o discurso seja claro, as ferramentas sejam aplicáveis e os benefícios percebidos.

Dessa forma, o Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) em propriedades rurais é uma ferramenta essencial para a compreensão do impacto climático das atividades agropecuárias. Por meio dele, é possível identificar as principais fontes de emissão, estimar quantitativamente os gases emitidos e removidos, planejar, junto ao produtor, a mitigação dessas emissões e, sobretudo, subsidiar a tomada de decisões técnicas, ambientais e econômicas voltadas à sustentabilidade do setor.

Com a consolidação do modelo, o Sebrae passou a integrar de forma mais estruturada a pauta climática à sua estratégia de atendimento ao pequeno produtor, e hoje se posiciona como referência nacional em sustentabilidade para pequenos negócios rurais.

7. AGRADECIMENTOS

A Diretoria Executiva do Sebrae Goiás expressa seu mais sincero reconhecimento a todos que contribuíram para a concepção, o desenvolvimento e a consolidação desta ferramenta que representa não apenas um avanço técnico, mas também um marco do compromisso coletivo com a sustentabilidade do agronegócio brasileiro.

Em primeiro lugar, agradecemos ao Sebrae Nacional e à rede Sebrae, reunida no Polo Sebrae Agro, pelo engajamento, pela dedicação e pela disposição em enfrentar um tema tão desafiador quanto a transição para uma agropecuária de baixo carbono. O esforço conjunto de técnicos, gestores e parceiros foi determinante para que esta proposta se materializasse em uma solução concreta, acessível e de alto impacto.

Reconhecemos também a contribuição inestimável das instituições parceiras — universidades, centros de pesquisa, organismos internacionais, cooperativas, agroindústrias e empresas âncoras — que, ao longo do processo, ofereceram legitimidade científica, apoio estratégico e

confiança institucional. Essa rede de colaboração fortalece o Sebrae e garante que os pequenos negócios rurais estejam inseridos em um movimento de escala global, conectado às demandas de uma sociedade que valoriza a produção responsável.

Um agradecimento especial é direcionado ao setor produtivo, com destaque para os pequenos negócios rurais que, com coragem, abertura e resiliência, aceitaram o desafio de participar dos testes, fornecer informações e incorporar em sua rotina práticas de mensuração e gestão da sustentabilidade. Esses produtores representam a essência do agronegócio brasileiro: empreendedores que conciliam tradição e inovação, enfrentam as adversidades climáticas e de mercado, e, mesmo diante das incertezas, permanecem protagonistas na construção de um futuro mais sustentável.

É graças a essa disposição em aprender, experimentar e evoluir que o Brasil pode, hoje, apresentar ao mundo essa iniciativa robusta, inclusiva e transformadora. Por isso, nossa gratidão se estende a cada agricultor, pecuarista, técnico de campo, gestor público, parceiro privado e instituição que acreditou na importância desta jornada.

A todos vocês, nosso muito obrigado. Que este trabalho do Polo Sebrae Agro seja apenas o início de uma trajetória coletiva de fortalecimento do agro brasileiro, reafirmando o compromisso do Sebrae com a inovação, a sustentabilidade e a valorização dos pequenos negócios como motores de desenvolvimento econômico, social e ambiental para o país.

8. REFERÊNCIAS

- ASSUNÇÃO; CHEIN. Estimativas de redução da produção agrícola no Brasil por efeitos climáticos. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 62, n. 1, 2024. Disponível em: PDF do *search0*. Acesso em: 24 jul. 2025.
- C. M. M. E. TORRES, L. A. G. JACOVINE, S. N. DE OLIVERA NETO, C. W. FRAISSE, C. P. B. SOARES, F. DE CASTRO NETO, L. R. FERREIRA, J. C.
- ZANUNCIO, P. G. LEMES. Greenhouse gas emissions and carbon sequestration by agriculture in Brazil: data on CH₄ and N₂O. *Scientific Reports*, 2017. Disponível em: *search10*. Acesso em: 24 jul. 2025.
- CAPI – CANADIAN AGRI-FOOD POLICY INSTITUTE. From education to action: a review of greenhouse gas tools in pursuit of net-zero agriculture. Winnipeg: CAPI, 2024. Disponível em: https://capi-icpa.ca/wp-content/uploads/2024/05/From-Education-to-Action_Final-report-2024-03-31.pdf. Acesso em: 24 jul. 2025.

CARBON BRIEF. *COP29: Key outcomes agreed at the UN climate talks in Baku*. Disponível em: <https://www.carbonbrief.org/cop29-key-outcomes-agreed-at-the-un-climate-talks-in-baku>. Acesso em: 18 jul. 2025.

CLIMATE POLICY INITIATIVE. Brazilian agricultural mitigation and adaptation policies towards just transition. *Climate Policy Initiative*, 2023. Disponível em: *search6*. Acesso em: 24 jul. 2025.

ENB – EARTH NEGOTIATIONS BULLETIN. *Summary of the Baku UN Climate Change Conference: COP 29*. Disponível em: <https://enb.iisd.org/baku-un-climate-change-conference-cop29-summary>. Acesso em: 18 jul. 2025.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Review of GHG calculators in agriculture and forestry sectors: a guideline for appropriate choice and use of landscape-based tools. Roma: FAO, 2013. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/templates/ex_act/pdf/ADEME/Review_existingGH_Gtool_GB.pdf. Acesso em: 24 jul. 2025.

FAO. *Soil Carbon Sequestration*. FAO Soils Portal. Disponível em: https://www.fao.org/soils-portal/soil-management/soil-carbon-sequestration/en/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 18 jul. 2025.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Summary for Policymakers*. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report (AR6). Geneva: IPCC, 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>. Acesso em: 24 jul. 2025.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *World Energy Outlook 2023*. Paris: IEA, 2023. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>. Acesso em: 24 jul. 2025.

IPCC (2022), Tendências e Fatores de Emissões. Em IPCC, 2022: Mudanças Climáticas 2022: Mitigação das Mudanças Climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho III para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova York, NY, EUA. doi: 10.1017/9781009157926.004

ISLAM, S. F. U. et al. The effective mitigation of greenhouse gas emissions from rice paddies without compromising yield by early-season drainage. *arXiv*, 2020. Disponível em: *turn0academia33*. Acesso em: 24 jul. 2025.

Jones M.W.; Peters, G. P.; Gasser, T.; Andrew, R. M.; Schwingshackl, C.; Gutschow, J.; Houghton, R. A.; Friedlingstein, P.; Pongratz, J.; Le Quéré, C. National contributions to climate change due to historical emissions of carbon dioxide, methane, and nitrous oxide since 1850. *Scientific Data*, (2023) 10:155 | <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02041-1>.

KOMPAS, T.; NHU CHE, T; GRAFTON, R. Q. Global impacts of heat and water stress on food production and severe food insecurity. **Scientific Reports** | (2024) 14:14398 | <https://doi.org/10.1038/s41598-024-65274-z>.

M. RICHARDS ,R. METZEL ,N. CHIRINDA ,P. LY ,G. NYAMADZAWO ,Q. DUONG VU ,A. DE NEERGAARD ,M. OELOFSE ,E. WOLLENBERG ,E. KELLER, D. MALIN ,J. E. OLESEN, J. HILLIER E T. S. ROSENSTO-

- CK. Limits of agricultural greenhouse gas calculators to predict soil N₂O and CH₄ fluxes in tropical agriculture. *Scientific Reports*, 2016. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/srep26279>. Acesso em: 24 jul. 2025.
- MDPI. Quantification of GHG emissions using different methodologies in dwarf cashew production. *Sustainability*, v. 17, n. 7, p. 3042, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/7/3042>. Acesso em: 24 jul. 2025.
- Organização Mundial da Saúde. Mudanças climáticas. 2023. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 27 de julho de 2025.
- REUTERS. *UN climate negotiations through the years to COP29*. Disponível em: <https://www.reuters.com/business/environment/un-climate-negotiations-through-years-cop29-2024-11-08>. Acesso em: 18 jul. 2025.
- REUTERS. Why sustainable agriculture must be at the heart of climate funding. *Reuters*, jun. 2025. Disponível em: *news23*. Acesso em: 24 jul. 2025.
- SCHNEIDER, L.; FUGERE, G.; METAYER, M. et al. Inside the black box of the voluntary carbon market. *Science*, v. 384, n. 6692, p. 39-45, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.adn3747>.
- TANURE, T. M. prado et al. Regional impacts of climate change on agricultural productivity in Brazil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 2024. Disponível em: *search0*. Acesso em: 24 jul. 2025.
- THE GUARDIAN. *COP29 live: the climate summit gets under way in Azerbaijan*. Disponível em: <https://www.theguardian.com/environment/live/2024/nov/11/cop29-live-the-climate-summit-gets-under-way-in-azerbaijan>. Acesso em: 18 jul. 2025.
- UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Emissions Gap Report 2024. Nairobi, 2024. *World Bank report*, 2024. Disponível em: *search5*. Acesso em: 24 jul. 2025.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *Emissions Gap Report 2024*. Nairobi: UNEP, 2024. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2024>. Acesso em: 24 jul. 2025.
- UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. *History of the Convention*. Disponível em: <https://unfccc.int/process/the-convention/history-of-the-convention>. Acesso em: 18 jul. 2025.
- UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. *The Paris Agreement*. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>. Acesso em: 18 jul. 2025.
- UNITED NATIONS. *UN Climate Change Conferences*. Disponível em: <https://www.un.org/en/climatechange/un-climate-conferences>. Acesso em: 18 jul. 2025.

- USDA FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE. *Sustainable Agriculture Programs in Brazil – Past, Present and Future*. Brasília: USDA, 2024. Disponível em: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Sustainable+Agriculture+Programs+in+Brazil-Past+Present+and+Future_Brasilia_Brazil_BR2024-0006.pdf. Acesso em: 18 jul. 2025.
- WEBB, Reuters. The Brazilian farmers who adopt regenerative agriculture to face climate change. *Reuters*, set. 2024. Disponível em: *news22*. Acesso em: 24 jul. 2025.
- WORLD BANK. Brazil Country Climate and Development Report (CCDR). *World Bank*, 2023. Disponível em: *turn0search18*. Acesso em: 24 jul. 2025.
- WORLD RESOURCES INSTITUTE; WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard*. Washington: WRI/WBCSD, 2004. Disponível em: <https://ghgprotocol.org>. Acesso em: 24 jul. 2025.
- YANG, Y.; TILMAN, D.; JIN, Z.; SMITH, P.; BARRETT, C. B.; ZHU, Y.-G.; BURNEY, J.; D'ODORICO, P.; FANTKE, P.; FARGIONE, J.; FINLAY, J. C.; RULLI, M. C.; SLOAT, L.; VAN GROENIGEN, K.-J.; WEST, P. C.; ZISKA, L.; MICHALAK, A. M.; LOBELL, D. B.; et al. Climate change exacerbates the environmental impacts of agriculture. **Science**, v. 385, n. 6713, p. eadn3747, Sept. 2024. DOI: 10.1126/science.adn3747.

SOMOS UMA REDE

Conheça o Polo Sebrae Agro

polosebraeagro.sebrae.com.br



Aponte a câmera do seu celular para conhecer mais sobre o Polo Sebrae Agro.

Polo
Sebrae **agro**

SEBRAE

The SEBRAE logo is centered in the image. It features the word "SEBRAE" in a bold, white, sans-serif font. Above the letters "E", "B", and "R" are three horizontal white bars of equal length, stacked vertically. The background is a blurred landscape at sunset or sunrise, with a field of green plants in the foreground and a line of trees in the middle ground under a colorful sky.