

QUANTIFICAÇÃO E NEUTRALIZAÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO XI SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS (SICAA)

Pedro Emídio Gonçalves Vaz¹; Daniel Paranaíba Goulsen¹; Rafael Maick dos Santos¹; Jacqueline Bonfim e Candido¹, Luciano Cavalcante de Jesus França¹; Vicente Toledo Machado de Moraes Jr¹.

¹Curso de Engenharia Florestal (ICIAG), Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, Minas Gerais (pedro777@ufu.br).

RESUMO: O enfrentamento da mudança do clima exige ações concretas e mensuráveis em diferentes setores da sociedade. Nesse contexto, a gestão de emissões em eventos acadêmicos representa oportunidades para aplicação de estratégias de adaptação e mitigação. O presente trabalho teve como objetivo quantificar e neutralizar as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) do XI Simpósio de Ciências Agrárias e Ambientais (SICAA), realizado no campus Monte Carmelo da Universidade Federal de Uberlândia. Foi aplicada metodologia quantitativa com base no Programa Brasileiro GHG Protocol abrangendo os escopos 1 (combustão móvel, combustão estacionária, resíduos sólidos e adubação nitrogenada), 2 (energia elétrica e efluentes) e 3 (combustão móvel e resíduos da FEAGRO). A neutralização foi feita com base em fatores de remoção, como o IPCC, considerando um estoque médio de 0,044 tCO₂ por árvore. Já a seleção das espécies e o número de mudas foram definidos com base em análises fitossociológicas locais. As emissões totais foram estimadas em 3,89 toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e), sendo a combustão móvel a principal fonte emissora. Para compensação foram contabilizadas 87 mudas com a adição de 15% no número de indivíduos, considerando eventuais perdas por mortalidade, totalizando de 99 mudas de 11 espécies nativas. O estudo demonstrou a viabilidade de estratégias Net-zero em eventos institucionais, consolidando o XI SICAA como exemplo prático da adoção de práticas de mitigação da mudança do clima. A abordagem adotada oferece um modelo replicável para a realização de inventários e ações compensatórias em instituições de ensino e outros eventos.

Palavras-chave: descarbonização; inventário de emissões; restauração florestal.

1 INTRODUÇÃO

Os gases de efeito estufa (GEE) são compostos presentes na atmosfera terrestre que desempenham papel fundamental na regulação do clima global. Desde a revolução industrial, as atividades antrópicas têm aumentado a concentração desses gases, principalmente com

atividades como o desmatamento e o uso intensivo de combustíveis fósseis. Isso tem intensificado o efeito estufa, agravando eventos climáticos extremos e provocando impactos socioambientais, como a perda da biodiversidade e ameaças à segurança alimentar (NASA, 2021).

O Brasil possui emissões brutas de 2,3 bilhões tCO₂eq em 2023 e ocupa a posição de quinto maior emissor global de GEE. Para enfrentar esse cenário foi instituída a Política Nacional sobre Mudança do Clima pela Lei nº 12.187/2009 e a Lei nº 15.042/2024 do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões, visando o desenvolvimento econômico-social com a proteção do sistema climático (BRASIL, 2024).

A *Greenhouse Gas Protocol* (GHG Protocol) foi criada para fornecer diretrizes padronizadas na quantificação e compensação das emissões de GEE no mundo. O Programa Brasileiro da GHG Protocol foi desenvolvido em 2008, adaptado ao contexto nacional, com metodologia compatível com as normas ISO 14064 e com as diretrizes do *Intergovernmental Panel on Climate Change*, garantindo sua aplicabilidade e reconhecimento internacional (FGV EAESP, 2008).

A neutralização de emissões acontece com equilíbrio da quantidade total de emissões de GEE por meio de iniciativas de compensação. Práticas como a restauração florestal por meio de plantio de mudas nativas vem ganhando destaque como mitigadoras da manutenção no clima global por estocar o carbono emitido por atividades antrópicas (Morais Junior et al., 2020). Além disso, contribui também para a recomposição da vegetação nativa e fortalecimento da biodiversidade.

Objetivou-se com o presente estudo a realização do inventário e a neutralização de GEE do 11º SICAA – Simpósio de Ciências Agrárias Ambientais no *campus* de Monte Carmelo da UFU.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A quantificação de emissões de GEE aconteceu durante a realização do evento no campus da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) no *Campus* de Monte Carmelo do dia 4 a 7 de novembro de 2024. Além do campus aconteceram atividades de responsabilidade direta do evento em outros locais na cidade, como “minicursos com experiências práticas de campo” e o “Boteco do SICAA”, portanto, a abrangência do Inventário de GEE considerou outros locais externos ao campus da UFU – Monte Carmelo. As práticas de neutralização das emissões ocorreram no dia 22 de fevereiro de 2025 no “Parque da Matinha” em Monte Carmelo-MG.

Conforme preconizado pelo *GHG Protocol*, foram determinados os limites de abrangência no inventário, sendo eles os escopos 1, 2 e 3. O limite pelo controle operacional

do inventário de GEE do evento foi definido a partir do mapeamento e quantificação das emissões de responsabilidade do evento. O mapeamento das fontes emissoras e a quantificação dos dados foi conduzida por equipe técnica devidamente treinada compostas por discentes e docentes do curso de Engenharia Florestal e Agronomia do campus UFU de Monte Carmelo.

O limite organizacional consiste nas unidades ou instalações onde serão contempladas pelo inventário. Para este caso, adotou-se o campus Araras da Universidade Federal de Uberlândia em Monte Carmelo, por ser local que sediou o XI SICAA, sua infraestrutura e serviços, e o relacionamento dela com todas as partes envolvidas, além do espaço de festas Pelicanos, onde aconteceu o “Boteco do SICAA”, festa de encerramento do evento, e os “minicursos com experiências práticas de campo”.

Já para os limites operacionais o Protocolo GHG distingue três escopos de emissões (Tabela 1) que podem ser usados para classificar as fontes emissoras para a contabilização e elaboração dos resultados. De acordo com o Programa Brasileiro GHG Protocol e a ABNT NBR ISSO 14064, as emissões foram categorizadas e enquadradas em três escopos como forma de auxiliar na determinação das fontes emissoras.

Tabela 1. Escopos e descrições das fontes emissoras.

Escopo	Definição
Escopo 1 Emissões diretas	São as relativas a fontes que pertencem ou são de controle da organização, ou seja, emissões originadas dentro dos limites organizacionais.
Escopo 2 Emissões indiretas	Emissões providas da geração de energia elétrica (rede) e do processo de tratamento de água e esgoto, essas emissões acontecem em outras áreas fora dos limites organizacionais do evento.
Escopo 3 Outras emissões indiretas	São outras emissões causadas por atividades que acontecem na cadeia de valor da organização do evento. São oriundas de fontes que não pertencem ou não são controladas pela organização do evento.

Após a definição dos limites do inventário, identificou-se as principais fontes emissoras para estabelecimento das coletas dos dados. Posteriormente, esses dados foram utilizados para realização do cálculo das emissões de GEE seguindo as diretrizes do GHG Protocol Brasil, com suporte da Ferramenta do Programa Brasileiro GHG Protocol.

No estudo, o plantio de neutralização aconteceu em área fragmentada, próxima ao fragmento florestal conhecido popularmente como “Parque da Matinha” (-18.7469, -47.5142) (Figura 1). A área não está legalmente institucionalizada como uma Unidade de Conservação e encontra-se sob diversas pressões antrópicas pela proximidade com a área urbana. Essa área foi

destinada pela Secretaria do Agronegócio e Meio Ambiente de Monte Carmelo. Para a neutralização das emissões de GEE estimadas neste inventário, adotou-se o valor médio de 35,475 tCO₂/ha como referência para o estoque de carbono em áreas de Cerrado em estágio clímax aos 30 anos. A densidade de indivíduos arbóreos considerada neste estudo foi obtida a partir da análise fitossociológica da área da Matinha, totalizando 798 indivíduos por hectare (Freitas et al.,2011). Com base nessa relação entre o estoque médio e o número de indivíduos, cada árvore, ao atingir o clímax ecológico de 30 anos é responsável por um estoque aproximado de 0,044455 tCO₂.

Assim, o número de árvores a serem plantadas para neutralizar as emissões totais foi determinado pela razão entre o volume total de emissões inventariadas e a taxa individual de remoção de carbono, assegurando coerência técnica com os referenciais do IPCC e a realidade ecológica da área em questão.



Figura 1 - Localização e polígono do plantio de neutralização das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) do XI Simpósio de Integração Acadêmica e Científica de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o Inventário de GEE do XI SICAA, o evento foi responsável por um total de emissões de 3,89 tCO₂e e 0,55 tCO₂e de emissões biogênicas (Tabela 2). O Escopo 1 foi a principal fonte de emissão do evento, influenciada principalmente pela combustão móvel com 1,43 tCO₂e. A geração de resíduos apresentou 0,504 tCO₂e, seguido da combustão estacionária com 0,437 tCO₂e. Com a adubação de nitrogênio representando somente 0,0079

tCO_{2e}. Na Escopo 3, a principal fonte emissora foi a combustão móvel com 1,15 tCO_{2e}. e 0,14 tCO_{2e} no descarte de resíduos da FEAGRO. Para o escopo 2, a aquisição de energia elétrica foi o setor de maior emissão com 0,092 tCO_{2e}, já o consumo de água correspondeu a somente 0,064 tCO_{2e}.

O processo de neutralização acontece a partir dos dados da quantificação de emissões, que apontou 3,89 tCO_{2e}. O número de árvores necessárias é calculado pela reação entre as emissões totais e o estoque de carbono de cada árvore no cerrado 0,044 tCO_{2e}, totalizando 87 mudas. Foi feita a adição de 15% no número de indivíduos considerando eventuais perdas por mortalidade, pelo plantio ter acontecido na final da época das chuvas, sendo um total de 99 mudas, o que gerou um desenho amostral para remoção de dióxido de carbono com 11 espécies nativas, sendo Jatobá (*Hymenaea courbaril*); Ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*); Pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*); Paineira (*Ceiba speciosa*); Angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*); Ingá-de-metro (*Inga edulis*); Baru (*Dipteryx alata*); Pau-de-bálsamo (*Myrocarpus frondosus*); Ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba*); Ipê-amarelo (*Handroanthus albus*); Ipê-verde (*Cybistax antisiphilitica*). Cada espécie vai contar com 9 indivíduos aleatorizados em 3 blocos e 3 linhas.

Tabela 2 - Análise Geral das Emissões.

Emissões	Categoria (Fonte de emissão)	Emissões totais (tCO _{2e})	Emissões biogênicas (tCO _{2e})
Escopo 1	Combustão Estacionaria	0,437	
	Combustão Móvel	1,43	0,213
	Resíduos Sólidos	0,504	0,056
Total	Adubação para plantio de Neutralização	0,0085	—
Escopo 2	Aquisição de energia elétrica	0,092	
Total	Descarte de efluentes	0,064	
Escopo 3	Combustão Móvel (FEAGRO)	1,151	0,281
Total	Resíduos Sólidos (FEAGRO)	0,14	
Total Geral		3,89	0,55

4 CONCLUSÕES

As emissões globais do XI SICAA-UFU foi de 3,89 tCO_{2e}q e foi computada uma necessidade de 99 mudas para realizar a neutralização dessas emissões. O inventário de

emissões do XI SICAA e o plantio de neutralização foi pioneiro para consolidar o conhecimento técnico dos atores envolvidos e revelar um programa piloto na gestão de emissões de gases de efeito estufa. Essa abordagem integrada permitiu o engajamento das partes envolvidas em colaborar de maneira decisiva para o enfrentamento da mudança do clima, com a Universidade Federal de Uberlândia – campus Monte Carmelo cumprindo o papel na definição de estratégias e formação de líderes dessa temática.

A neutralização gerou o primeiro plantio experimental de Restauração Florestal para neutralização de emissões de GEE em evento da Universidade Federal de Uberlândia, podendo ser uma base para estudos científicos futuros com a performance de aproximadamente de 11 espécies de mudas plantadas em área borda no Parque Municipal da Matinha.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Fazenda. **Implementação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões – SBCE**: guia de apoio. Versão 4. Brasília, DF: Ministério da Fazenda, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/central-de-conteudo/publicacoes/guias-e-manuais/2024/241209-crtlh-implementacao-sbce-v4.pdf/view>. Acesso em: 27 mar. 2025.

CHEN, Lin *et al.* Strategies to achieve a carbon neutral society: a review. **Environmental Chemistry Letters**, v. 20, n. 4, p. 2277-2310, 2022.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. **Programa Brasileiro GHG Protocol**. São Paulo: FGV EAESP, 2008.

JUNIOR, Vicente Toledo Machado Morais *et al.* Zero Carbon Program: A Legacy for a Sustainable Environment and for Higher Education Institutions. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 22, n. 5, p. 1014-1031, 2021.

LOPES, S. F. *et al.* Diagnóstico ambiental para implementação do Parque Municipal da Matinha (Monte Carmelo, MG): implicações à conservação da biodiversidade. **Caminhos de Geografia**, v. 12, n. 39, p. 58-80, 2011.

NASA. **Extreme makeover**: human activities are making some extreme events more frequent or intense. NASA Science – Earth, 2024. Disponível em: <https://science.nasa.gov/earth/climate-change/extreme-makeover-human-activities-are-making-some-extreme-events-more-frequent-or-intense/>. Acesso em: 30 mar. 2025.