

PROJETO NEUTRALIZA: QUANTIFICAÇÃO E COMPENSAÇÃO DE EMISSÕES DE GEE MEDIANTE PROTOCOLO GHG E SEQUESTRO DE CARBONO

Autores (as): RIBEIRO, D. P. C.¹; SANTOS, M. F. N.¹; MACHADO, N. C. F.¹; ROGGIA, R. T.¹; ALMEIDA, A. M. I.¹; SILVA, A. K. A.¹; SANTOS, C. L.¹; BRITO, D. G. P.¹; RODRIGUES, K. G. R.¹; MENDONÇA, M. S.¹; CABACINHA, C. D.²;

¹Grupo PET-Engenharia Florestal, UFMG, Campus Montes Claros; ²Tutor do Grupo PET-Engenharia Florestal, UFMG, Campus Montes Claros

E-mail: daviribeiro0820@gmail.com, petflorestal.ufmg@gmail.com

PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL EM ENGENHARIA FLORESTAL – PET ENGENHARIA
FLORESTAL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS –
ICA/UFMG

RESUMO: O aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE), principalmente do dióxido de carbono (CO₂), causado por atividades humanas como o transporte, o consumo de energia e o manejo inadequado de resíduos, tem intensificado o aquecimento global. Nesse contexto, o Projeto Neutraliza, desenvolvido pelo Programa de Educação Tutorial em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), visa quantificar e compensar as emissões de GEE geradas em eventos por meio do plantio de espécies arbóreas nativas. Em 2025, o projeto atuou em quatro eventos no Instituto de Ciências Agrárias (UFMG campus Montes Claros), mensurando as emissões provenientes de transporte, energia elétrica e resíduos sólidos, conforme o protocolo do Greenhouse Gas Protocol. O total de emissões foi de 6,141 tCO₂e, sendo necessária a compensação com o plantio de 40 mudas arbóreas nativas. Além da mitigação dos impactos ambientais, o projeto promoveu educação ambiental e sensibilização da comunidade acadêmica. Assim, o Projeto Neutraliza se destaca como uma iniciativa eficaz de incentivo a práticas sustentáveis e de integração entre conhecimento científico e responsabilidade socioambiental.

Palavras-chave: Emissões de carbono; compensação ambiental; sustentabilidade; educação ambiental.

NEUTRALIZA PROJECT: QUANTIFICATION AND COMPENSATION OF GHG EMISSIONS THROUGH THE GHG PROTOCOL AND CARBON SEQUESTRATION

ABSTRACT : The increase in greenhouse gas (GHG) emissions, especially the carbon dioxide (CO₂), caused by human activities such as transportation, energy consumption, and improper waste management, has intensified global warming. In this context, the Neutralize Project, developed by the Tutorial Education Program in Forest Engineering at the Federal University of Minas Gerais (UFMG), aims to quantify and offset GHG emissions generated during events through the planting of native tree species. In 2025, the project operated in four events at the

CIÊNCIAS AGRÁRIAS – EDUCAÇÃO, SOCIEDADE E ECONOMIA – AÇÃO CONTRA
A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS: DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XX

Institute of Agricultural Sciences (UFMG, Montes Claros campus), measuring emissions from transportation, electricity consumption, and solid waste, following the guidelines of the Greenhouse Gas Protocol. The total emissions amounted to 6.141 tCO₂e, requiring compensation through the planting of 40 native tree seedlings. In addition to mitigating environmental impacts, the project promoted environmental education and awareness among the academic community. Thus, the Neutralize Project stands out as an effective initiative to encourage sustainable practices and integrate scientific knowledge with socio-environmental responsibility.

Keywords: Carbon emissions; environmental compensation; sustainability; environmental education.

Introdução

As ações humanas têm intensificado o desequilíbrio climático e provocado impactos negativos na saúde dos ecossistemas e das populações devido ao aumento na concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, que impedem a dissipação do calor excedente para o espaço e contribuem para o aquecimento global (JUNGES *et al.*, 2018). Dentre esses gases, o dióxido de carbono (CO₂) é o mais abundante na atmosfera e representa uma parcela significativa das emissões antrópicas, resultantes principalmente da queima de combustíveis fósseis, do desmatamento e da conversão de áreas naturais em zonas agrícolas e urbanas (BRUSIQUESE; FERREIRA, 2024).

O setor de transporte é apontado como um dos maiores responsáveis por essas emissões, representando cerca de 20% do total global de CO₂ liberado (CARVALHO, 2011). Além disso, nota-se que a gestão incorreta de resíduos sólidos é outra ação que contribui para o aquecimento global, visto que está ligada direta ou indiretamente à emissão de gases durante a fase de decomposição dos resíduos ou na fabricação de novos produtos a partir da matéria-prima bruta (LUIZ, 2022). Da mesma forma, a matriz energética ainda fortemente dependente de combustíveis fósseis implica que a geração e o consumo de energia elétrica estejam frequentemente associados à liberação de GEE (KRONENBERGER; BRASIL; MIRANDA, 2025).

Nesse contexto, as iniciativas voltadas à quantificação e neutralização das emissões de gases de efeito estufa (GEE) tornam-se essenciais na mitigação dos impactos das mudanças climáticas. Além de reduzir a concentração de GEE na atmosfera, tais medidas contribuem para a conservação da biodiversidade, a regulação do microclima e o fortalecimento dos serviços ecossistêmicos.

O Projeto Neutraliza surge, portanto, como uma estratégia institucional de sensibilização ambiental e de mitigação dos impactos gerados por eventos acadêmicos realizados no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais e em outros locais. Seu principal objetivo é quantificar as emissões de dióxido de carbono (CO₂) e/ou gases equivalentes liberados durante as atividades e promover a compensação dessas emissões por meio do plantio de mudas de espécies arbóreas nativas. Dessa forma, busca-se não apenas reduzir o impacto ambiental direto dos eventos, mas também fomentar a educação ambiental, o envolvimento da comunidade acadêmica e a valorização do papel das florestas na estabilidade climática.



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS: DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XX

Método

As atividades desenvolvidas pelo projeto Neutraliza no ano de 2025 ocorreram no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) campus Montes Claros - MG. O projeto concentrou-se na coleta das informações acerca de três fontes de emissão de gases de efeito estufa: transporte utilizado pelos participantes e a distância percorrida; o peso dos resíduos sólidos produzidos; e a energia elétrica consumida durante o evento.

As informações sobre o **transporte** e a **distância percorrida** foram obtidas mediante o emprego de formulários disponibilizados aos participantes, nos quais foram registrados o meio de transporte (ônibus, micro-ônibus, van, carro ou motocicleta) e a cidade e/ou bairro de origem. A determinação da modalidade de locomoção é crucial para quantificar os gases devido aos fatores de emissão específicos de cada veículo conforme abordado pelo *Greenhouse Gas Protocol* (GHG Protocol). Foi calculada a distância percorrida pelo participante por meio de ferramentas de georreferenciamento (Google Maps), levando em consideração o trajeto de ida e volta entre a origem e o ICA/UFMG.

Para a coleta dessas informações nos eventos institucionais (Domingo no Campus e Mostra Sua UFMG), foi empregada uma estrutura composta por barracas estrategicamente posicionadas e identificadas, mobiliário para proporcionar conforto aos participantes e formulário para preenchimento. A equipe foi previamente capacitada para orientar o público no momento do preenchimento e conscientizar sobre a importância de mensurar e minimizar as emissões dos GEE.

Ao término de cada evento, os **resíduos sólidos** foram sistematicamente coletados e agregados em categorias conforme a sua natureza, como a separação de resíduos descartáveis e orgânicos. Para tal, foram utilizadas luvas para o manuseio e sacos plásticos resistentes para a aferição da massa, a qual foi obtida por meio de balança digital portátil com precisão de gramas. Posteriormente, todos os resíduos foram segregados para otimizar o descarte de forma correta, sendo encaminhados ao setor de infraestrutura do ICA/UFMG que realizou a destinação dos resíduos conforme os protocolos estabelecidos pela universidade.

Figura 1 – Coleta e mensuração da massa de resíduos sólidos



Fonte: Autoria própria (2025).

O consumo de **energia elétrica** foi quantificado por meio da leitura no padrão de energia pelos organizadores dos eventos. O procedimento para determinar o consumo consistiu na leitura em dois momentos distintos, uma imediatamente antes do início das atividades e outra após o encerramento do evento. Os dados obtidos em kWh foram transformados em CO₂ emitido visando qualificar os dados quanto às diretrizes definidas pelo protocolo do *Greenhouse Gas Protocol*.

Todas as informações coletadas foram compiladas e processadas através do método **GHG Protocol**, que busca desenvolver padrões de contabilização de GEE emitidos pelas grandes organizações (WORLD RESOURCES INSTITUTE; WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 2005). Por meio dessa metodologia, foi calculada a quantidade, em toneladas, de **CO₂ e/ou gases equivalentes (tCO₂e)** emitida durante o desenvolvimento dos eventos. A partir desses dados, foi determinada a quantidade equivalente de mudas arbóreas necessárias para sequestrar os gases, através da fotossíntese, que foram liberados para a atmosfera. Visando obter uma maior taxa de sucesso no desenvolvimento das mudas, elas serão plantadas em períodos ideais de precipitação e temperatura na região, geralmente condizente com os últimos meses do ano (novembro e dezembro).

A princípio, os impactos do projeto foram avaliados por meio de feedbacks verbais nas entrevistas com os participantes e a equipe do PET, com a finalidade de determinar o nível de compreensão e conscientização sobre a importância das árvores no sequestro de carbono. A partir da relevância do tema e sua relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que diz respeito sobre as ações contra a mudança global do clima, as atividades passam a prever a utilização de ferramentas formais para a avaliação. Nesse contexto, as avaliações irão contar com a incorporação de métricas relevantes, como o número total do público atingido e a



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS: DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XX

percepção dos participantes quanto ao reconhecimento individual do seu papel na mitigação dos impactos ao meio ambiente.

Resultados e Discussão

No ano de 2025, o projeto foi capaz de ampliar sua atuação e esteve presente em quatro eventos: Mostra Sua UFMG, Domingo no Campus, evento comemorativo dos 15 Anos do curso de Engenharia de Alimentos e o evento comemorativo do Meio Engenheiro do curso de Engenharia de Alimentos. Todos os eventos supracitados ocorreram na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), campus Montes Claros - MG.

No evento da **Mostra Sua UFMG** foram coletadas informações acerca do transporte dos participantes, as quais se resumiram em: ônibus, micro-ônibus, van, carro e moto. O somatório da distância percorrida pelos meios de transporte foi de 8226,8 km, considerando o trajeto de ida e volta. Os resíduos sólidos coletados e estimados totalizaram 115,64 kg para o mesmo evento. Para este evento, o total de CO₂ e gases equivalentes (tCO_{2e}) emitido foi de 5,890 divididos em 5,463 para a combustão móvel, 0,120 para os resíduos sólidos e 0,307 para a energia elétrica.

Já para o **Domingo no Campus**, a emissão dos GEE calculada foi inferior ao da Mostra Sua UFMG, com um total de 0,0911 tCO_{2e} emitidos. Esse fato pode ser explicado pela grande diferença na quantidade de participantes entre os dois eventos, visto que a Mostra reuniu diversas escolas de diferentes cidades de Minas Gerais, enquanto o Domingo no Campus apresentou majoritariamente os habitantes de Montes Claros. A maior parte dos gases emitidos no evento tiveram relação com o transporte dos participantes, na qual foi observada a predominância de carros movidos à combustão. Além disso, deve ser levado em consideração a duração dos eventos, visto que a Mostra foi realizada nos períodos da manhã e tarde, enquanto o Domingo no Campus ocorreu apenas pela parte da manhã.

Quanto aos **eventos comemorativos realizados pelo curso de Engenharia de Alimentos** na UFMG (campus Montes Claros), a emissão de CO₂ e gases equivalentes foi semelhante à quantidade referente ao Domingo no Campus. A quantidade de gases emitidos foi de 0,16 tCO_{2e} concentrados principalmente na combustão móvel e no consumo de energia elétrica. O evento reuniu a comunidade acadêmica interna à universidade e participantes externos à instituição, na qual o deslocamento foi realizado apenas dentro dos limites do município. Assim como no Domingo no Campus, os eventos comemorativos apresentaram uma quantidade de participantes reduzida e, conseqüentemente, uma menor quantidade de emissão dos GEE. Além disso, o projeto prevê a neutralização do SIMEALI (Simpósio de Engenharia de Alimentos) referente ao ano de 2025 em uma perspectiva futura, sendo necessário o levantamento e a análise dos dados referentes ao evento em questão.

O público atingido pelo projeto Neutraliza abrangeu participantes de diferentes **municípios do Norte de Minas Gerais**, com concentração nos em Montes Claros, Brasília de Minas, Bocaiúva e Coração de Jesus. Foram emitidos **6,141 tCO_{2e}** ao total pelos eventos neutralizados. Considerando que (Cada [...], 2013) as árvores consomem cerca de 0,16314 tCO_{2e} num intervalo de 20 anos por meio da fotossíntese, são necessárias aproximadamente **40 mudas de espécies arbóreas** para sequestrar o carbono emitido para atmosfera e realizar a



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS: DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XX

compensação. Dentre as mudas, foram designadas espécies nativas que melhor apresentam adaptação às condições ambientais da região do município de Montes Claros.

O local de plantio será definido dentro das dependências do Instituto de Ciências Agrárias em áreas que carecem de arborização, visando contribuir para a formação de áreas verdes e auxiliar na recuperação de áreas degradadas. Além disso, cabe ressaltar que o projeto atuou, ao final de 2024, no plantio das mudas referentes aos eventos ocorridos no ano de referência. Dessa forma, o Projeto Neutraliza evidenciou a importância de iniciativas institucionais voltadas para a quantificação e neutralização das emissões de gases de efeito estufa.

Conclusões

Os resultados obtidos demonstram a efetividade do Neutraliza como ferramenta de mensuração e compensação das emissões de GEE, colaborando para a conscientização da comunidade externa acerca das mudanças do clima. A emissão totalizou 6,141 tCO₂e nos eventos avaliados, em que a combustão móvel foi o fator mais impactante. O plantio de 40 mudas de espécies arbóreas representa não só uma medida de compensação, mas também uma ação que promove a recuperação de áreas degradadas. Ademais, o projeto desempenha um papel importante para a conscientização socioambiental entre a comunidade acadêmica e externa. Apesar de sua escala ainda restrita, o projeto se apresenta como uma estratégia eficaz de sensibilização e de incentivo a práticas sustentáveis, podendo ser expandido para outros contextos.

Agradecimentos

O grupo PET Engenharia Florestal da Universidade Federal de Minas Gerais agradece ao Ministério da Educação (MEC) pelo apoio e financiamento por meio do Programa de Educação Tutorial (PET), que tornam possíveis as ações desenvolvidas. Agradecemos também ao Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, pelo suporte institucional, e ao tutor, bolsistas, voluntários e escolas parceiras, pelo empenho e colaboração na execução do Projeto Neutraliza.

Referências

BRUSIQUESE, Romildo Garcia; FERREIRA, Larissa Garcia. Transporte urbano racional e sustentável: elementos para uma matriz de ações administrativas e organizacionais. **REVISTA MOVIMENTOS SOCIAIS E DINÂMICAS ESPACIAIS**, v. 13, n. 1, p. 1-11, 2024.

CADA árvore da Mata Atlântica chega a tirar 163 kg de gás carbônico da atmosfera. **SOS Mata Atlântica**, 2013. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/noticias/cada-arvore-da-mata-atlantica-chega-a-retirar-163-kg-de-gas-carbonico-da-atmosfera/>. Acesso em: 2 out. 2025.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. EMISSÕES RELATIVAS DE POLUENTES DO TRANSPORTE URBANO. **Boletim regional, urbano e ambiental - IPEA**, p. 1-17, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/server/api/core/bitstreams/ff7ba07a-d783-4ba8-bf6d-bc9d1644fc52/content>. Acesso em: 4 out. 2025.

JUNGES, Alexandre Luis; SANTOS, Vinícius Yuri; MASSONI, Neusa Teresinha; SANTOS, Francineide Amorim Costa. EFEITO ESTUFA E AQUECIMENTO GLOBAL: UMA ABORDAGEM CONCEITUAL A PARTIR DA FÍSICA PARA EDUCAÇÃO BÁSICA.



**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS:
DESAFIOS ÉTICOS PARA O SÉCULO XX**

Experiências em Ensino de Ciências (EENCI), v. 13, n. 5, p. 1-26, 2018. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/94>. Acesso em: 6 out. 2025.

KRONENBERGER, Giovan; BRASIL, Vanessa Índio do; MIRANDA, Maria Geralda de. PANORAMA DA GERAÇÃO ELÉTRICA E DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO ATUAL CENÁRIO DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA. **Revista Foco**, v. 18, n. 2, p. 1-16, 2025. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/download/7641/5435/18595>. Acesso em: 4 out. 2025.

LUIZ, Bruno Vieira. **Análise de emissões de gases de efeito estufa dos resíduos sólidos urbanos do município de Florianópolis a partir da proposição de cenários de valorização de resíduos**. Dissertação (Mestrado em Clima e Ambiente) – Instituto Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 109. 2022.

WORLD RESOURCES INSTITUTE; WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. The Greenhouse Gas Protocol: The GHG Protocol for Project Accounting. Washington, DC: WRI; Geneva: WBCSD, 2005. ISBN 1-56973-598-0.