

GESTÃO AMBIENTAL RESIDENCIAL: CURRICULARIZAÇÃO DA EXTENSÃO EM CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.14.23.VII-006>

Gerson Araujo de Medeiros (*)

* Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Campus Sorocaba, e-mail: gerson.medeiros@unesp.br

RESUMO

A curricularização da extensão é um movimento que vem norteando os projetos pedagógicos dos cursos universitários das Instituições de Ensino Superior do Brasil. Nos cursos de Engenharia essa é uma abordagem inédita e emergente, levando ao desenvolvimento de projetos nas disciplinas que promovam a extensão universitária. O objetivo do presente trabalho foi apresentar os resultados do projeto de extensão desenvolvido como parte da apresentação do conteúdo programático da disciplina Gestão Ambiental, do curso de Engenharia Ambiental do Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, da Universidade Estadual Paulista (Unesp). Durante a execução do projeto, os alunos de Engenharia Ambiental, do 6º semestre letivo, avaliaram ações e iniciativas voltadas à gestão ambiental no meio residencial, por meio da redução da pegada de carbono. Treze residências foram selecionadas, distribuídas em Sorocaba (5 residências), São Paulo (4 residências), Mairinque (2 residências), Carapicuíba e Santa Rita do Passa Quatro (1 residência em cada cidade). As etapas do projeto consistiram em: a) sensibilização sobre como a sociedade pode enfrentar uma questão de repercussão global: as mudanças climáticas; b) inventário do consumo de energia, por meio da análise da conta de luz da residência; c) estimativa da pegada de carbono; d) atividade dialógica com os moradores sobre o consumo de energia elétrica e sua sazonalidade. O inventário dos aspectos ambientais das residências avaliadas permitiu avaliar os impactos ambientais por meio da pegada de carbono. Tais resultados, mensuráveis, foram utilizados como instrumento de sensibilização para promover a percepção dos impactos ambientais causados pela dinâmica familiar. Ações foram selecionadas pela família com base em aspectos sociais, econômicos e culturais e promoveram a extensão no currículo de um curso de Engenharia Ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Pegada de Carbono, Sustentabilidade, Eficiência Energética.

INTRODUÇÃO

A emissão de gases de efeito estufa (GEE) de origem antropogênica tem sido apontada como a principal causa das mudanças climáticas, ameaçando a sustentabilidade global de diversos setores, incluindo a biodiversidade, produção agrícola, indústria do turismo e saúde pública (ABBASS et al., 2022). Segundo esses autores, o envolvimento do governo torna-se necessário para o desenvolvimento de longo prazo do país, por meio de uma rigorosa responsabilização dos recursos e regulamentos implementados no passado para gerar políticas climáticas efetivas.

A mobilização global para limitar e adaptar a sociedade aos efeitos do aquecimento global pode ser expresso pelo Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 13: combate à mudança climática. Diferentes estratégias têm sido propostas para o enfrentamento desse problema ambiental, como incorporar os ODS no currículo escolar para promover o engajamento dos estudantes, nos diferentes níveis educacionais (HOFFMAN & DICKS, 2023, AOUN et al., 2023).

A inserção da problemática ambiental no currículo das carreiras acadêmicas, envolvendo uma articulação com a extensão universitária, tem sido apontada como uma alternativa para os cursos de licenciatura em Angola (CRISTÓVÃO & MEDEIROS, 2020). Todavia, a redução dos impactos ambientais das atividades antrópicas, incluindo as mudanças climáticas, envolve todos os setores da sociedade, se inserindo nesse contexto o residencial (SRI & BANERJEE, 2023).

O impacto das mudanças climáticas tem sido aferido pela pegada de carbono, por meio da estimativa das emissões do dióxido de carbono equivalente. Assim, ações de gestão ambiental podem ser implementadas para a redução do impacto das mudanças climáticas junto a diferentes segmentos da sociedade, como o educacional (DUTRA et al., 2019), o agrícola (COSTA et al., 2018), limpeza pública (PAES et al., 2020; OLIVEIRA et al. 2022) e processos laboratoriais (VALE et al., 2023).

No setor residencial, a elaboração de políticas para a redução da pegada de carbono emerge desafios particularmente complexos, pela diversidade de realidades encontradas, como a localização (urbana ou rural), nível econômico e acesso à tecnologia pelas residências (SRI & BANERJEE, 2023). Nesse contexto, a extensão voltada para a gestão ambiental

residencial, com ênfase ao ODS 13, pode promover uma relevante oportunidade para integrar o ensino, a pesquisa e a extensão, particularmente para carreiras como a Engenharia Ambiental.

OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho foi apresentar os resultados do projeto de extensão desenvolvido como parte da apresentação do conteúdo programático da disciplina Gestão Ambiental, do curso de Engenharia Ambiental do Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, da Universidade Estadual Paulista (Unesp).

METODOLOGIA

Treze residências foram selecionadas pelos estudantes do curso de Engenharia Ambiental, do Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Universidade Estadual Paulista (Unesp) e matriculados na disciplina Gestão Ambiental. Essas residências estavam distribuídas nas seguintes cidades: Sorocaba (5 residências), São Paulo (4 residências), Mairinque (2 residências), Carapicuíba e Santa Rita do Passa Quatro (1 residência em cada cidade). Não houve quaisquer restrições quanto ao local (área urbana ou rural), tipo de residência (casa ou apartamento), ou rendimento financeiro dos moradores. A abordagem metodológica constou das seguintes etapas:

A) **Sensibilização:** inicialmente, os alunos fizeram uma exposição sobre os objetivos do projeto e uma sensibilização sobre como a sociedade pode enfrentar uma questão de repercussão global: as mudanças climáticas. A sensibilização potencializa a percepção dos impactos gerados e suas consequências (FENGLER et al., 2015). A categoria de impacto ambiental Mudanças Climáticas foi selecionada por fazer parte do cotidiano da população, sendo veiculada em noticiários, documentários, filmes e plataformas digitais, favorecendo o processo de sensibilização dos atores sociais envolvidos. Nesse contexto, foi estimado o indicador de impacto ambiental pegada de carbono, pois permitiu obter grandezas quantitativas para simular o impacto das ações a serem construídas junto com os residentes.

B) **Diagnóstico da dinâmica familiar e seus impactos:** Após o processo de sensibilização os alunos realizaram um diagnóstico da demanda energética da residência avaliada, com a participação da família. Baseados na conta de luz do imóvel e informações sobre a potência elétrica dos equipamentos da residência (chuveiro, geladeira, lâmpadas, ar condicionado...), foi estimada a pegada de carbono por meio da equação 1:

$$E=C.F \quad \text{(equação 1)}$$

Em que **E** é a emissão total de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq); **C** é o consumo de um recurso natural ou resíduo gerado; **F** o fator de emissão

C) **Apresentação dos resultados da pegada de carbono, alternativas, custos e sensibilização da família:** A pegada de carbono é um indicador que promoverá a sensibilização dos residentes quanto aos impactos gerados a partir de sua dinâmica familiar. Além da pegada de carbono serão apresentadas alternativas para a sua redução, com base em aspectos sociais, culturais e ambientais dos residentes. Nesse momento, a interação com os residentes assume relevância, pois eles se colocam frente ao problema enfrentado, expõem as suas limitações e selecionam quais as alternativas que estão ao seu alcance. Contribuirá para essa decisão, além dos aspectos econômicos, a estrutura que a região na qual se insere a residência está localizada, como a forma de acesso às fontes de energia. Nessa etapa, uma atividade dialógica sobre o consumo de energia elétrica dos residentes permitiu potencializar a percepção sobre a sazonalidade da demanda energética familiar, suas causas e possíveis ações factíveis para a realidade sócio-econômica-cultural da família.

RESULTADOS

Na Figura 1 pode-se visualizar a variação do número de moradores por residência avaliada. Predominaram residências com 2 e 3 moradores (5 residências cada), seguido de residências com 1, 9 e 10 moradores (1 residência cada). Doze residências eram casas e somente uma correspondeu a apartamento (residência 1). Deve-se destacar que somente uma residência se localizava na área rural (residência 9) e as demais no meio urbano.

A verificação e análise dos pontos positivos e negativos dos ambientes interno e externo na elaboração de um plano estratégico, foram consideradas as principais influências para o investimento em eólica. Neste contexto, é necessário na análise interna, definir os pontos de forças e de fraquezas do empreendimento. Os pontos de forças são as competências e recursos que a empresa possui, enquanto os pontos de fraquezas são as áreas onde a empresa está em desvantagem.

A pegada de carbono foi calculada por residência avaliada (Figura 2). A média de emissão atingiu $0,31 \text{ kg CO}_2\text{eq.}(\text{residência.ano})^{-1}$, variando de $0,09$ a $0,80 \text{ kg CO}_2\text{eq.}(\text{residência.ano})^{-1}$. Considerando a pegada de carbono por morador, em cada residência, ela variou de $0,07 \text{ kg CO}_2\text{eq.}(\text{morador.ano})^{-1}$ a $0,27 \text{ kg CO}_2\text{eq.}(\text{morador.ano})^{-1}$. O valor mínimo foi observado na residência localizada na área rural de Santa Rita do Passa Quatro. Na zona rural do Brasil, o consumo de energia representou 5,9% do consumo de energia elétrica do Brasil em 2022, atingindo 30.201 GWh (EPE, 2023).

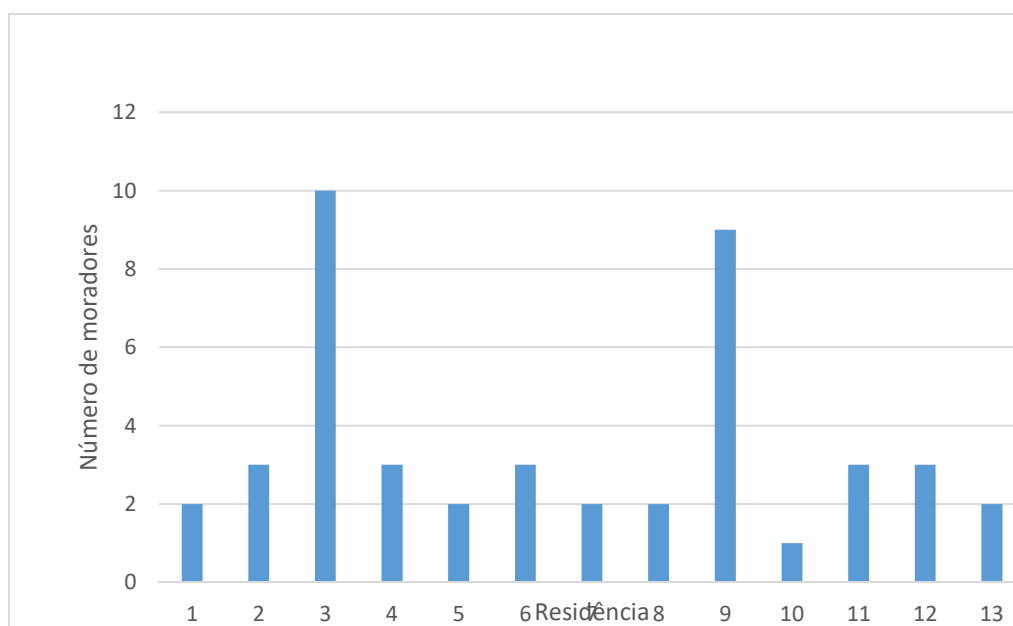


Figura 1. Número de moradores por residência avaliada.

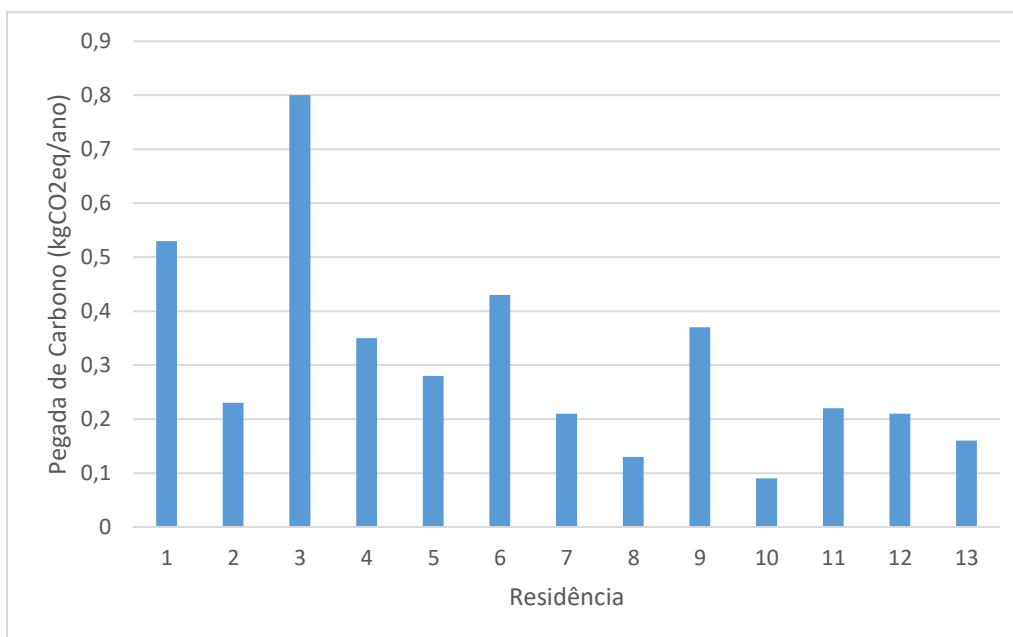


Figura 2. Pegada de carbono das residências avaliadas.



O valor máximo foi registrado no único apartamento avaliado, pois seus dois moradores trabalham em home office na residência, em tempo integral. Portanto, a dinâmica residencial influencia na pegada de carbono.

Uma alternativa apresentada para os residentes correspondeu à instalação de um painel de energia fotovoltaica. Nessa apresentação foi realizado o cálculo do *pay back* do investimento de instalação do painel de energia fotovoltaica, baseado na ferramenta de cálculo da empresa Neoenergia (<https://www.neoenergia.com/>). O investimento da instalação desse sistema variou de R\$ 18.000,00 a R\$ 20.000,00, com um período de retorno do investimento de 9 a 24 anos, dependendo do consumo de energia da residência.

O apartamento era a única residência na qual essa alternativa era inviável, pelas condições de instalação. Nessa residência a alternativa que promoveria a maior redução na pegada de carbono ($0,105 \text{ kg CO}_2\text{eq.}(\text{residência.ano})^{-1}$) seria a aquisição de um ar condicionado split inverter, no valor de R\$ 1.700,00, correspondendo a um retorno do investimento de seis meses. Algumas casas eram alugadas, portanto os moradores não tiveram interesse em instalar essa alternativa tecnológica (casas 3 e 5).

Uma das residências alegou falta de segurança com a instalação do painel fotovoltaico, pois poderia chamar a atenção no bairro (casa 6). O custo de instalação do painel foi a justificativa apresentada pela maior parte das residências para não adotar a alternativa dos painéis (casa 2, 7, 8, 9 e 13). Na residência na qual vivia o morador de idade mais avançada pela amostra analisada (89 anos), o tempo de retorno do investimento (24 anos) foi considerado muito longo, assim como o custo envolvido. Portanto, quatro residências se mostraram abertas a instalação de painéis fotovoltaicos para a redução da pegada de carbono relativa à demanda energética

CONCLUSÃO

O inventário dos aspectos ambientais das residências avaliadas permitiu avaliar os impactos ambientais por meio da pegada de carbono. Tais resultados, mensuráveis, foram utilizados como instrumento de sensibilização para promover a percepção dos impactos ambientais causados pela dinâmica familiar. Ações foram selecionadas pela família com base em aspectos sociais, econômicos e culturais e promoveram a extensão no curriculum de um curso de Engenharia Ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABBASS, K.; QASIM, M.Z.; SONG, H.; MURSHED, M.; MAHMOOD, H.; YOUNIS, I. A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. **Environmental Science and Pollution Research**, v.29, p.42539-42559, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6>.
2. AOUN, M.; ELHUSSEINI, R.; MOHTAR, R. Implementing the Sustainable Development Goals (SDGs) in Higher Education Institutions: A Case Study from the American University of Beirut, Lebanon. In: Al-Maadeed, M.A.S.A., Bouras, A., Al-Salem, M., Younan, N. (eds) **The Sustainable University of the Future**. Springer, Cham., 2023 https://doi.org/10.1007/978-3-031-20186-8_12.
3. COSTA, M.P. et al. A socio-eco-efficiency analysis of integrated and non-integrated crop-livestock-forestry systems in the Brazilian Cerrado based on LCA. **Journal of Cleaner Production**, v.171, p.1460-1471, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.063>
4. CRISTÓVÃO, G.S.; MEDEIROS, G.A. Gestão de resíduos sólidos: Diretrizes de extensão universitária para a comunidade do Entorno da Escola Superior Pedagógica do Bié, em Angola. In: ANDRADE, F.D. (Editor). **Gestão de Resíduos Sólidos**. Belo Horizonte: Poisson, 2020. <https://doi.org/10.36229/978-85-7042-219-4.CAP.08>
5. DUTRA, A.C.; MEDEIROS, G.A.; GIANELLI, B.F. Avaliação do ciclo de vida como uma ferramenta de análise de impactos ambientais e conceito aplicados em programas educativos. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v.51, p.15-27, 2019. <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820190399>
6. EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2023: ano base 2022**. Disponível em: <https://dashboard.epe.gov.br/apps/anuario-livro/>. Acesso em: 27 jul. 2022.
7. FENGLER, F.H.; MEDEIROS, G.A.; RIBEIRO, A.I. et al. Desenvolvimento da percepção ambiental de alunos de pós-graduação em Ciências Ambientais da Unesp Sorocaba por meio da abordagem construtivista de ensino. **Revista Brasileira de Pós Graduação**, v.12, n.29, p.805-834, 2015.
8. HOFFMAN, K.C.; DICKS, A.P. Incorporating the United Nations Sustainable Development Goals and green chemistry principles into high school curricula. **Green Chemistry Letters and Reviews**, v.16, n.1, 2185108, 2023. <https://doi.org/10.1080/17518253.2023.2185108>.
9. HOFFMAN, K.C.; DICKS, A.P. Incorporating the United Nations Sustainable Development Goals and green chemistry principles into high school curricula. **Green Chemistry Letters and Reviews**, v.16, n.1, 2185108, 2023. <https://doi.org/10.1080/17518253.2023.2185108>
10. MELO, R.M.; SANTO, A.E.; FRACETO, L.F.; MEDEIROS, G.A. Transition toward Eco-Efficiency of Two Synthesis Methods for Nano-Enabled Pesticides. **ACS Agricultural, Science & Technology**, v.3, p.359–369, 2023. <https://doi.org/10.1021/acsagstech.3c00018>

11. OLIVEIRA, B.O.S. et al. Eco-efficiency transition applied to municipal solid waste management in the Amazon. **Journal of Cleaner Production**, v.373, 133807, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133807>
12. PAES, M.X. et al. Transition towards eco-efficiency in municipal solid waste management to reduce GHG emissions: The case of Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v.263, 121370, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121370>