



AVALIAÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

EVALUATION OF THE ECOLOGICAL FOOTPRINT OF A HIGHER EDUCATION INSTITUTION

Leandro Santos da Silva¹, Ana Paula Martinazzo², Welington Kiffer de Freitas³, Kelly Alonso Costa⁴, Nadja Valéria Vasconcellos de Avila⁵

e351393

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i5.1393>

PUBLICADO: 05/2022

RESUMO

O presente artigo buscou discutir a preocupação com o desenvolvimento sustentável e ações de gestão ambiental nas Instituições de Ensino Superior, tendo como objetivo utilizar o método da Pegada Ecológica como uma ferramenta para direcionar a aplicação de práticas sustentáveis na EEIMVR/UFF. Foram utilizadas a aplicação de questionário eletrônico; a análise de boas práticas sustentáveis; o levantamento de histórico de consumo de água potável, energia elétrica, área construída, papel A4 e combustível; e o cálculo das Pegadas de Carbono e Ecológica como indicadores ambientais. O trabalho representa uma discussão acerca do desenvolvimento sustentável e a gestão ambiental nas Instituições de Ensino Superior situada no município do Vale do Paraíba Fluminense, berço da industrialização e siderurgia no país e importante polo metal mecânico para o estado do Rio de Janeiro. Como principais resultados, no período de 2014 a 2018 destacam-se: Pegada de Carbono 132.194,80 tCO₂; Pegada Ecológica 21.083,58 ha; Compensação de Carbono com o plantio de 440.647 árvores. A partir dos resultados foi proposto o plantio de árvores a partir do cálculo da compensação do carbono.

PALAVRAS-CHAVE: Carbono. Sustentabilidade. Indicadores ambientais. Universidade, compensação.

ABSTRACT

This article sought to discuss the concern with sustainable development and environmental management actions in Higher Education Institutions, aiming to use the Ecological Footprint method as a tool to guide the application of sustainable practices in the EEIMVR/UFF. The application of an electronic questionnaire was used; the analysis of good sustainable practices; the survey of the consumption history of drinking water, electricity, built-up area, A4 paper and fuel; and the calculation of the Carbon and Ecological Footprints as environmental indicators. The work represents a discussion about sustainable development and environmental management in Higher Education Institutions located in the municipality of Vale do Paraíba Fluminense, cradle of industrialization and steelmaking in the country and an important metal-mechanical hub for the state of Rio de Janeiro. The main results in the period from 2014 to 2018 are: Carbon Footprint 132,194.80 tCO₂; Ecological Footprint 21,083.58 ha; Carbon Compensation with the planting of 440,647 trees. Based on the results, the planting of trees was proposed based on the calculation of carbon compensation.

KEYWORDS: Carbon. Sustainability. Environmental indicators. University. Compensation.

INTRODUÇÃO

As ações antrópicas causam impactos diariamente ao meio ambiente, tornando-se necessário a reflexão da sociedade acerca de suas atividades e seus resultados ao ecossistema,

¹ Mestrando de Tecnologia Ambiental – Escola de Engenharia – Universidade Federal Fluminense - RJ

² Docente – Escola de Engenharia de Volta Redonda – Universidade Federal Fluminense - RJ

³ Docente – Escola de Engenharia de Volta Redonda – Universidade Federal Fluminense - RJ

⁴ Docente – Escola de Engenharia de Volta Redonda – Universidade Federal Fluminense - RJ

⁵ Docente – Escola de Engenharia de Volta Redonda – Universidade Federal Fluminense - RJ



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcellos de Avila

com o objetivo de amenizar os rastros deixados ao longo da cadeia produtiva, ou seja, sua Pegada Ecológica (PE). Assim entende-se que a PE se baseia no: “consumo dos recursos pelas atividades humanas com a capacidade de suporte da natureza e mostra se seus impactos no ambiente global são sustentáveis à longo prazo” (CIDIN; SILVA, 2004, p. 46). Essa ferramenta serve como um sinalizador limítrofe de cenários mais extremos da capacidade de conservação do capital natural, prezando pelo princípio de precaução (IAZDI; PEDROSO, 2020).

Wackernagel e Rees (1996, 1997) introduziram o conceito de PE e seu método com a ideia básica de que cada indivíduo, processo, atividade e região têm um impacto na Terra, através de uso de recursos, geração de resíduos e utilização de serviços fornecidos pela natureza. Estes impactos podem ser convertidos em áreas biologicamente produtivas.

A PE em conjunto com outros indicadores podem ser um passo significativo para a avaliação de políticas alternativas rumo ao desenvolvimento sustentável. Adicionalmente, trata-se de um instrumento de mensuração com importante papel educativo, pois apresenta a pressão que as atividades antrópicas exercem sobre o meio ambiente (TEIXEIRA, 2012; ROHAN; SOARES, 2018).

A natureza tem um limite de ciclagem de recursos consumidos que não irão comprometer as próximas gerações. Dessa forma, torna-se cada vez mais importante e urgente o desenvolvimento da consciência ecológica. Para Dias (2017), a sustentabilidade, a partir de seu conceito como ações humanas que visam suprir as gerações atuais sem comprometer as futuras, está diretamente relacionada ao desenvolvimento humano, utilizando recursos naturais de maneira inteligente ao longo do tempo. Jacobi, Raufflet e Arruda (2011 p. 23) definem a sustentabilidade como “a capacidade de resistir e durar”. Já Miranda *et al.* (2019) descrevem desenvolvimento sustentável como algo que assiste a sociedade atual sem prejudicar a futura.

Segundo Gazzoni *et al.* (2018), sob uma perspectiva industrial, as Instituições de Ensino Superior (IES) fazem uso de uma gama de recursos, levando em consideração a grande quantidade de pessoas que a frequentam e de atividades que ocorrem na instituição. Além disso, uma possibilidade de disseminação das ações sustentáveis, pode começar por meio de iniciativas realizadas no âmbito educacional.

De acordo com Engelman, Guisso e Fracasso (2009) as Instituições de Ensino Superior (IES) reconhecem sua responsabilidade em propagar ideias de sustentabilidade através de exemplos práticos dentro do campus ou de forma interdisciplinar incluindo o tema nos currículos acadêmicos. Segundo Uehara *et al.* (2010) as IES's têm sido estimuladas a garantir uma educação que fomente uma comunidade sustentável na Terra, com respeito aos direitos humanos e às comunidades não-humanas. Sua atuação também é decisiva na promoção do valor da solidariedade entre nações, entre gerações presentes e futuras e entre humanos e outras formas de vida, com as quais dividimos o prêmio da diversidade genética do planeta Terra. Assim, a IES que prioriza fontes de energia alternativa e administra seus resíduos, pode motivar de forma direta e indireta todas as pessoas que frequentam a instituição.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcellos de Avila

Devido à complexidade da questão ambiental, as IES acabam sendo inseridas a discussões no âmbito de sustentabilidade. Porém quando se fala desse assunto numa instituição que é responsável pela formação do cidadão e de futuros profissionais atuantes em diversificadas áreas e ofícios, depara-se com um obstáculo: a implementação e o trabalho da sustentabilidade como tema interdisciplinar ou seu acréscimo curricular (CARNIATTO; STEDING 2015).

Segundo Tommasiello e Guimarães (2013), as implicações ambientais são complicadas, porque envolvem questões sociais, políticas e econômicas, não basta solucioná-las apenas por meio de estratégias educacionais. Porém, a educação, principalmente a universitária, precisa assumir seu papel na formação de professores capacitados a levar o conhecimento aos outros níveis de ensino, sendo capaz de transmiti-lo através da reflexão crítica, conceitos e valores que levem o aluno a adquirir um pensamento ambientalmente responsável.

Dessa forma, uma instituição rumo a educação para o desenvolvimento sustentável obriga-se principalmente ao comprometimento com a documentação oficial e os objetivos estratégicos da temática; deve aliar-se aos ideais da sustentabilidade no conteúdo disciplinar; promover a reflexão crítica pelos seus discentes que envolvam questões ambientais e fazer o planejamento de ações que amenizem a PE local. Nas IES do Brasil, existem efetivações de sustentabilidade tanto no âmbito teórico, como em práticas de gestão, como a coleta seletiva, o gerenciamento de resíduos sólidos, os ajustes das áreas construídas as normas estabelecidas de sustentabilidade e à arborização. Contudo, ainda existe uma carência sobre os recursos necessários para que a sustentabilidade se concretize se aperfeiçoe e se inove (VEIGAS; CABRAL, 2015).

Sobre esta perspectiva, este artigo visa analisar os consumos de recursos e os impactos ambientais nas atividades de uma IES, contribuindo para o seu entendimento e propiciando a determinação de uma possível estratégia de aprimoramento da performance ambiental. Foi escolhido, como objeto de pesquisa, a Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda (EEIMVR/UFF), um dos *campi* da Universidade Federal Fluminense (UFF), onde foi realizada uma avaliação ambiental da instituição através do cálculo da Pegada Ecológica (PE). Foi discutida uma análise acerca das práticas sustentáveis existentes nela e proposto mitigações para a neutralização do carbono.

Com o propósito de utilizar o método da Pegada Ecológica como ferramenta para direcionar a aplicação de práticas sustentáveis na EEIMVR/UFF, este artigo visa também analisar a percepção da comunidade acadêmica sobre aspectos sustentáveis; comparar as práticas sustentáveis aplicadas no campus com as metas institucionais da UFF; estimar as Pegadas de Carbono e Ecológica da instituição com base nos recursos: energia elétrica, água potável, papel, combustível e área construída e propor a compensação de carbono com base na estimativa de emissões da EEIMVR/UFF.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcelos de Avila

METODOLOGIA

A presente pesquisa objetiva avaliar a PE a partir do histórico de consumo, analisar as ações sustentáveis presentes e propor mitigações para neutralização do carbono. Foram determinados como objetivos específicos: 1) verificar a percepção da comunidade acadêmica: através de uma pesquisa qualitativa com aplicação de questionário eletrônico; 2) verificar as práticas sustentáveis: uma pesquisa bibliográfica tendo como base o quadro de práticas sustentáveis; 3) avaliar o consumo: o método utilizado foi a pesquisa quantitativa, tendo como ferramenta explorada o histórico de consumo de água potável, energia elétrica, papel e combustível na EEIMVR/UFF durante o período estudado; 4) desenvolver ações de conscientização: como método utilizou-se a análise do Impacto Ambiental causado pela IES estudada e como ferramenta aplicada, o cálculo da PE; 5) Reduzir a PE: Por fim, o método proposto para esse último objetivo, foi o estudo de meios para compensação do Carbono gerado pela EEIMVR/UFF e a ferramenta escolhida, o plantio de árvores.

Aplicação de questionário eletrônico

A primeira etapa da pesquisa foi a realização de um questionário eletrônico, via e-mail, contendo 18 perguntas, aplicados aos docentes, discentes, técnicos administrativos concursados e terceirizados com o objetivo de captar a percepção da comunidade acadêmica da EEIMVR, acerca de ações sustentáveis, como: consumo consciente e eventos de promoção sobre assuntos relacionados a sustentabilidade, avaliando assim seus hábitos durante o período de estudo e/ou trabalho, levando em consideração o seu estilo de vida. Houve a participação de 575 pessoas. A instituição analisada oferece cursos de graduação em tempo integral e pós-graduação.

O tamanho da amostra (n) foi determinado pela Equação 1 a seguir, com 95% de confiança.

$$n = \frac{\frac{a}{b}}{1 + \left[\frac{a}{b \cdot N} \right]} \quad (1)$$

Lista de boas práticas sustentáveis

A segunda etapa da pesquisa foi à análise das boas práticas sustentáveis presentes na Instituição. Utilizou-se o guia de iniciativas e boas práticas de sustentabilidade, para avaliar as universidades estrangeiras e brasileiras, como é mostrada na Tabela 1.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AValiação DA Pegada Ecológica DE Uma Instituição DE Ensino Superior
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcellos de Avila

Tabela 1 – Iniciativas e Boas Práticas Sustentáveis de Universidades.

1) Guia com boas práticas sustentáveis	16) Racionalização do uso de combustíveis-combustíveis alternativos;
2) Auditoria ambiental para indicar melhorias onde necessário;	17) Parceria com outras universidades para desenvolver a questão ambiental;
3) Diagnóstico dos impactos diretos ou significativos para o ambiente;	18) Disseminação dos projetos desenvolvidos dentro das instituições;
4) Soluções baseadas no padrão de gerência ambiental da ISO 14001;	19) Criação de ferramenta para análise da sustentabilidade;
5) Treinamento e sensibilização da equipe de funcionários;	20) Programa de reciclagem - gestão de resíduos;
6) Treinamento e sensibilização dos alunos;	21) Organização de eventos na área ambiental;
7) Inclusão nos currículos de conteúdos sustentabilidade ambiental;	22) Criação de departamento para gestão ambiental;
8) Controle do uso da energia - eficiência energética;	23) Desenvolvidos e editados materiais de avaliação ambiental;
9) Programas voltados à população de conscientização ambiental;	24) Cursos de formação de gestores ambientais;
10) Desenvolvimento de projetos de pesquisa,	25) Construções e reformas na instituição seguindo padrões sustentáveis;
11) Controle do consumo e reuso da água;	26) Promoção da biodiversidade dos ecossistemas do campus;
12) Alimentação orgânica;	27) Plano de ação para melhoria contínua;
13) Sistemas de saúde e segurança;	28) Critérios ambientais com fornecedores de materiais de consumo;
14) Coleta de indicadores ambientais;	29) Espaços verdes - controle da vegetação;
15) Controle de efluentes	30) Utilização de papel reciclado.

Fonte: Tauchen e Brandli, 2006.

Por meio da lista de iniciativas e boas práticas, foi possível fazer um comparativo com as metas institucionais da EEIMVR/UFF, identificando as ações que já eram realizadas, e permitindo inserir novas práticas de sustentabilidade.

Histórico de consumo

A terceira etapa da pesquisa foi o levantamento dos dados, a partir do histórico de consumo da EEIMVR/UFF. Foram utilizados dados do ano de 2014 a 2018, tendo em vista as informações disponíveis na instituição referente ao consumo de água potável, energia elétrica, compra de papel, e área construída. Com relação ao consumo de combustível, utilizou-se como base, a rotina de circulação do ônibus exclusivo de alunos. Não foram considerados nos cálculos da PE o consumo de alimentos e a geração de resíduos dentro da EEIMVR/UFF. A exclusão dos alimentos deve-se à falta de dados oficiais, a não existência de restaurante universitário no campus e à variabilidade diária e sazonal do consumo desse item.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcelos de Avila

Cálculo da pegada ecológica

A quarta etapa foi o cálculo da PE. Seguiram-se os conceitos da metodologia da PE proposta por Wackernagel e Rees (1996, 1997), tendo sido considerada apenas a Pegada de Carbono, uma vez que os outros itens, como áreas de cultivo, pastagens, florestas e estoques pesqueiros não estão presentes nas atividades desenvolvidas em uma IES.

Para calcular a PE, parte-se da equação:

$$PE = \frac{E}{T} \quad (2)$$

sendo PE igual a Pegada Ecológica em hectares globais (ha); E a emissão de CO₂; e T a taxa de absorção média de carbono.

Os dados obtidos são convertidos em unidade de massa de CO₂ a fim de calcular a área verde necessária (em hectares) para a absorção das emissões de CO₂.

Pela Equação 3:

$$Emissão (Kg CO_2) = consumo (unidade) \times fator de emissão (Kg CO_2/unidade) \quad (3)$$

Pela Equação 2, concluiu-se a conversão de emissão em área necessária (ha), obtendo-se a Equação 4:

$$Área (ha) = \frac{Emissão (Kg CO_2)}{Taxa de Absorção do Carbono (Kg CO_2/ha \times ano^{-1})} \quad (4)$$

Na Tabela 2 é apresentado o sumário das Equações 5, 6, 7 e 8 que foram utilizadas para o cálculo da PE segundo os fatores de água, combustível, energia elétrica, papel e área construída.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcellos de Avila

Tabela 2 – Sumário das equações utilizadas no cálculo da Pegada Ecológica do consumo de Água Potável, Energia Elétrica, Papel e Área de Construção Civil.

Fator	Equação	Descrição
Água	$EAC = m^3 \cdot 0,5$ (5)	EAC = emissão de água consumida (KgCO ₂)
Potável		0,5 = fator de emissão de CO ₂
Energia Elétrica	Emissões de Energia Elétrica	E = emissão (Kg CO ₂)
	$E = C \cdot F$ (6)	C = consumo (unidade)
		F = fator de emissão de CO ₂ (Kg CO ₂ .kWh ⁻¹)
Papel	Emissões Papel Consumido (EPC)	EPC = emissão de papel consumido (Kg CO ₂)
	$EPC = Kg \cdot \text{fator}$ (7)	Kg = massa de papel, considerando sua gramatura
		fator = fator de conversão para papel de fibra virgem [1,84t CO ₂ · (t papel) ⁻¹]
Área de Construção Civil	Emissões de Carbono da Área de Construção Civil (EACC)	fator = 520 Kg CO ₂ · m ⁻²
	$EACC = \text{fator} \cdot m^2$ (8)	

Fonte: Wackernagel e Rees, 1996, 1997; Paulista *et al.* 2016.

A seguir, pela Tabela 3, apresenta-se o sumário das equações aplicadas no cálculo da PE do Consumo de Combustível.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

AValiação DA Pegada Ecológica DE Uma Instituição DE Ensino Superior
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcellos de Avila

Tabela 3 – Sumário das equações utilizadas no cálculo da PE do Consumo de Combustível.

Equação	Descrição
Consumo de Energia (CC) $CC = CA \cdot F_{conv} \cdot 45,2 \cdot 10^{-3} \cdot F_{corr}$ (9)	CC = Consumo de Energia (TJ)
	CA = Consumo Aparente do Combustível (Unidade Física, por exemplo, m ³ , L, t, etc.) 45,2 · 10 ⁻³ = 1TEP brasileiro
	FConv = Fator de Conversão = 0,848 (tEP/Unidade Física) da Unidade Física para tEP médio.
	Fcorr = Fator de correção (adimensional) de Poder Calorífico Superior (PCS). Assume valores de 0,95 para combustíveis sólidos e líquidos e 0,9 para combustíveis gasosos.
Quantidade de Carbono (QC) $QC = CC \cdot F_{emiss} \cdot 10^{-3}$ (10)	QC = Quantidade de carbono (GgC)
	CC = Consumo de energia (TJ)
	Femiss = Fator de emissão de carbono = 20,2 tC · TJ ⁻¹ 10 ⁻³ tonelada de carbono (tC) em gigagramas de carbono (GgC).
Quantidade/Fração de Carbono Fixado (QFC) $QFC = QC \cdot F_{CFix}$ (11)	FCFix = fração de carbono fixado (adimensional)
Emissões Líquidas de Carbono (ELC) $ELC = QC - QFC$ (12)	ELC = emissões líquidas de carbono (GgC)
	QCF = quantidade de carbono fixado (GgC)
Emissões Reais de Carbono (ERC) $ERC = ELC \cdot F_{CO}$ (13)	ERC = emissões reais de carbono (GgC)
	FCO = fração de carbono oxidada (adimensional)
Emissões Reais de CO ₂ (ERCO ₂) $ERCO_2 = ERC \cdot (44 \cdot 12^{-1})$ (14)	ERCO ₂ emissões reais de CO ₂ (GgCO ₂)
	1 GgCO ₂ = (44 · 12 ⁻¹) GgC

Fonte: Wackernagel e Rees, 1996, 1997; Paulista et al., 2016.

Cálculo da pegada de carbono

Para realizar o cálculo da Pegada de Carbono, considerou-se o valor da taxa de absorção de 6,270tCO₂ · ha ano⁻¹, este valor é o mesmo utilizado em outros estudos de cálculo da PE em contextos universitários (PIRES; MORALES; SANT'ANA, 2017; LIED *et al.*, 2019).

Cada recurso consumido possui um fator de emissão de CO₂ associado, que inclui a quantidade de carbono emitida em seu ciclo de vida (extração, produção, consumo, destinação e reuso).

Para calcular a quantidade de CO₂ liberado correspondente ao consumo de água levantado no estudo de caso, considerou-se o valor 0,5 kg CO₂ · m⁻³, utilizado por Rodríguez, Iglesias e Álvarez (2008). Para cálculo da Emissão de Carbono do combustível (Diesel), utilizou-se a metodologia *top-*



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcellos de Avila

down, que permitiu a conclusão do resultado a partir dos dados disponíveis, conforme proposto por Cruvinel, Pinto & Granemann (2012).

O cálculo das emissões de CO₂ geradas pelo consumo de energia elétrica pode ser feito pela multiplicação do fator de emissão (dado disponibilizado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia) pela quantidade de energia consumida (RODRÍGUEZ; IGLESIAS; ÁLVAREZ, 2008).

Para o cálculo das emissões de CO₂ geradas pelo consumo de papel foi adotado como parâmetro a área de uma folha A4, e o peso de cada folha de 75 g · m⁻², tornando possível calcular o peso de uma resma de folhas para, a partir deste dado, determinar o peso total de resmas consumidas.

As emissões de CO₂ são obtidas pela multiplicação do peso total pelo fator de conversão (RODRÍGUEZ; IGLESIAS; ÁLVAREZ, 2008). Segundo os mesmos autores o fator de emissão do papel comum é o de 1,84t CO₂ t⁻¹ e do papel reciclado é de 0,61t CO₂ t⁻¹. Neste caso, considerou-se a emissão de CO₂ sobre o consumo de matéria prima (quantidade de árvores cortadas para a produção de cada tipo de papel).

Para calcular as emissões de CO₂ geradas pela área construída das salas de aula, multiplicou-se a área do local em análise pelo fator de emissão. O valor utilizado para o fator de emissão para área construída é de 520 kg CO₂ m⁻² (RODRÍGUEZ; IGLESIAS; ÁLVAREZ, 2008). O valor da Emissão de carbono será dividido por 50 anos, tendo em vista o tempo de vida útil de um prédio segundo a Associação de Normas Técnicas - NBR 6118 (2004).

Compensação de CO₂

Outra etapa da pesquisa foi o cálculo da Compensação do Carbono emitido pela EEIMVR/UFF nos anos analisados.

Para Andrade e Mattos (2011), uma medida de suavização das emissões de Gases de CO₂ é a tecnologia conhecida como Captura e Sequestro de Carbono (CCS – *Carbon Capture and Storage*), que pode ser realizada por meio da retirada do CO₂ da atmosfera e pelo reflorestamento, de acordo com a ação vegetal de integração do CO₂ à biomassa.

Sobre essa perspectiva, para concluir a metodologia, calculou-se a Compensação de CO₂ emitido. Tal ação permite o crescimento das árvores e o acúmulo de biomassa através da absorção do CO₂ e a liberação de oxigênio (O₂) na atmosfera, fixando o carbono nos troncos, galhos, folhas e raízes.

Para quantificar o número de árvores nativas, visando neutralizar o CO₂ que é emitido pela EEIMVR/UFF, utilizou-se a Equação 15, apresentada por Azevedo e Quintino (2010):

$$N = \left[\left(\frac{Et}{Ft} \right) \times 1,2 \right] \times 0,5 \quad (15)$$



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AValiação DA Pegada Ecológica DE Uma Instituição DE Ensino Superior
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcellos de Avila

onde: N representa o número de árvores, Et a Emissão total de Gases do Efeito Estufa (GEE), Ft o fator de carbono em biomassa, 1,2 é valor do fator de compensação e 0,5 o valor do fator de imprecisão do fator de emissão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Questionário aplicado na EEIMVR/UFF

A EEIMVR/UFF, no período de pesquisa deste artigo, contava com um público totalizando 1595 pessoas. Deste público, 575 (36%) das pessoas responderam ao questionário. Dos respondentes, 52,9% eram do sexo masculino.

Entre os métodos utilizados no seu dia a dia para proteção ambiental, 20,7% dos respondentes disseram adquirir produtos ecológicos e fazer o reaproveitamento da água, 27% reciclagem de papel, 32,7% separam lixo para coleta seletiva, 43,3% utilizam a bicicleta e 73,7% economizam energia elétrica.

Tendo em vista os hábitos já presentes em sua rotina pessoal, é mais fácil inseri-los nas práticas sustentáveis do campus em estudo. Como a coleta seletiva, que embora seja praticada parcialmente através de um Projeto de Extensão para resíduos eletrônicos, há necessidade de projetos para reciclagem de papel e coleta seletiva por meio de convênio com cooperativas, reaproveitamento de água através de captação de água pluvial, além da opção por produtos com certificação ambiental (papel, mobiliário, cartuchos e toners para impressora etc.).

Ainda como resultado do questionário, observou-se que a utilização do ônibus como meio de locomoção até a EEIMVR/UFF tem grande impacto na rotina da comunidade acadêmica entre os estudantes.

Outro resultado obtido foi o de que 77% dos respondentes disseram estar dispostos a extinguir o uso de copos descartáveis e adotar outros recipientes reutilizáveis, como por exemplo: copo retrátil, de silicone, alumínio, acrílico, entre outros. Sendo que, deste total, 60% selecionaram a condição de o recipiente ser fornecido de forma gratuita.

Observou-se que a maior parte da comunidade considera a atuação da EEIMVR/UFF regular nas questões ambientais, embora a unidade ofereça cursos nesta área. Uma proposta seria divulgações amplas e constantes das ações que já existem no campus, como o Programa de Logística Sustentáveis (PLS), Comissão de Prevenção de Acidente e Meio Ambiente (COPAMA). No campus há em vários ambientes de circulação da comunidade, televisores para comunicação visual, com divulgações de diversos seguimentos, inclusive de ações ambientais. Este recurso poderia ampliar a propagação desses projetos, aumentando a frequência destes dados. Além disso, ações com projetos universitários em sala de aula, correio eletrônico e redes sociais poderiam potencializar a percepção da comunidade a respeito das ações existentes no campus.

Posteriormente, apresenta-se um resumo das principais propostas selecionadas pelos respondentes, a serem implementadas pela EEIMVR/UFF, no que corresponde a:



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AValiação da Pegada Ecológica de uma Instituição de Ensino Superior
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcellos de Avila

- a) Consumo: Instalação de torneiras com sensor/temporizador que contribuem para diminuir o desperdício de água; reutilização de papeis para fazer blocos de anotações/rascunhos e de água para limpeza e irrigação de áreas do campus.
- b) Gestão do campus: organização de eventos periódicos sobre temas ambientais; visitas técnicas dos estudantes a empresas e atividades relacionadas à sustentabilidade.
- c) Resíduos gerados dentro do campus: coleta seletiva dos resíduos recicláveis; parceria com cooperativa local de catadores de materiais recicláveis e descarte adequado dos resíduos de laboratórios.
- d) Área de construção civil: criação de áreas verdes e pavimentação para infiltração da água da chuva; implantação de telhado verde e sistema de captação de água de chuva.

Observou-se que algumas sugestões já existem no campus, porém não são aplicadas a toda comunidade. Como visita técnica a empresas que implementaram a gestão sustentável, coleta seletiva para latas de alumínio, contratação de empresa especializada (para remoção, tratamento e disposição de resíduos laboratoriais), projetos para resíduos eletrônicos e opção por utilização de pavimentação para infiltração de água pluvial.

Levantamento de práticas sustentáveis da EEIMVR/UFF

Para conhecimento das práticas sustentáveis na EEIMVR/UFF, verificaram-se dados disponíveis na página oficial da IES, comparando-os a lista de Iniciativas e boas práticas sustentáveis proposta por Tauchen e Brandli (2006), conforme Tabela 1.

Foram identificadas 10 ações que estão em desenvolvimento no campus 1, 8, 9, 10, 14, 15, 20, 21, 22 e 24. Observou-se que algumas ações estão sendo parcialmente aplicadas através de organizações formalizadas como a COPAMA, e a Comissão de Biossegurança. São elas: 3, 19, 23 e 27. Os requisitos 5, 6, 7, 11, 17 e 18, embora ainda não sejam aplicados de maneira ampla há grande potencial de realização, tendo em vista os profissionais especializados que fazem parte da comunidade acadêmica.

O item 26 (Promoção da biodiversidade dos ecossistemas do campus), é de grande complexidade para sua aplicação, tendo em vista as limitações de espaço. No entanto, algumas ações, como um projeto horta orgânica comunitária pode ser de amplo impacto na formação ambiental de seus atores. Os itens: 12, 13, 16, 25, 29 e 30, são de difícil implementação no campus, devido sua natureza administrativa, como Unidade Gestora, porém não executora. São requisitos que dependem de órgão superiores como Pró-reitorias e Superintendências.

Levantamento de dados de consumo da energia elétrica pela EEIMVR/UFF

Foram analisados os dados de consumo da EEIMVR/UFF, fornecidos pela própria IES, calculada a Emissão de Carbono e por fim, a PE.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AValiação da Pegada Ecológica de uma Instituição de Ensino Superior
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcellos de Avila

O consumo total de energia nos anos de 2014 a 2018 foi de 3.649,041. Para realização do cálculo da Emissão de Carbono utilizou-se a Equação 6: $QC = CC \cdot Femiss \cdot 10^{-3}$, onde QC é igual à Quantidade de Carbono em GgC; CC o consumo de energia em TJ; Femiss o fator de emissão de carbono, disponibilizado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (BRASIL, 2019). Obteve-se um total de 373,0747 tCO₂.

Para calcular a PE, os dados obtidos são convertidos em unidade de massa de CO₂ a fim de obter a área verde necessária (em hectares) para a absorção das emissões de CO₂. Utilizou-se a Equação 2 e a taxa de absorção do carbono proposta por Rodriguez; Iglesias e Álvarez (2008), Amaral (2010), Pires, Morales e Sant'Ana (2017). Assim o Valor da PE do Consumo de energia elétrica de 2014 a 2018 resultou em 59,51 há, conforme Tabela 4 a seguir.

Tabela 4 – Emissão de Carbono e PE referente ao consumo de Energia Elétrica na EEIMVR/UFF.

Ano	Fator de Emissão (t CO ₂)	Consumo (KwH)	Emissão (t CO ₂)	PE (ha)
2014	0,135	819,1	110,6	17,6
2015	0,1244	684	85,1	13,6
2016	0,0817	735,8	60,1	9,6
2017	0,0927	690,6	64	10,2
2018	0,074	719,9	53,3	8,5
Total			373,1	59,5

Fonte: Elaboração própria.

Com base nos dados do Cálculo da PE do consumo de energia elétrica percebeu-se que há uma redução no impacto ambiental ao longo dos anos analisados, o que coincide com a implantação do Plano de Logística Sustentável (PLS), que proporcionou a possibilidade de troca de lâmpadas incandescentes e fluorescentes por lâmpadas de Led, além disso, de acordo com dados da EEIMVR/UFF houve troca de aparelhos de ar-condicionado por aparelhos de tecnologias voltadas para redução de consumo e redução nos fatores de emissão publicados pelo Ministério de Ciência Tecnologia. Consequentemente, percebe-se também uma redução na taxa de emissão de carbono da energia elétrica ao longo dos anos analisados.

As medidas adotadas pela Instituição ao longo dos anos permitiram a redução da emissão de carbono no uso da energia elétrica, e consequentemente na redução da necessidade de terras para neutralizar e sustentar esse estilo de consumo. No entanto, observa-se que ainda há medidas de gestão que podem ser inseridas no campus para redução do impacto ambiental do uso da energia elétrica, como: ampliação de campanhas de conscientização no uso de equipamentos, instalação de sensores de presença para uso da energia, uso painéis de energia solar para iluminação em estacionamentos. O setor energia representa grande fonte de emissões de dióxido de carbono no Brasil, ficando atrás apenas da agropecuária, racionalizar o uso de energia elétrica em diferentes setores é uma necessidade econômica e ambiental.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcellos de Avila

Levantamento de dados de consumo da água potável pela EEIMVR/UFF

Em relação a água potável, observou-se que no período de 2014 a 2018 o consumo total foi de 25.845 m³. Obteve-se um total de Emissão de Carbono de 12,922t. Através da análise da PE, somando todos os anos avaliados, pode-se afirmar que para manter o hábito de consumo da EEIMVR/UFF, seriam necessários 2,06 hectares de terra para absorver os impactos ambientais de toda cadeia de fornecimento de água potável, conforme a Tabela 5.

Tabela 5 – Emissão de Carbono e PE referente ao consumo de água potável na EEIMVR/UFF.

Ano	Fator de Emissão (t CO ₂)	Consumo (m ³)	Emissão (t CO ₂)	PE (ha)
2014	0,5	6337	3,168	0,505342903
2015	0,5	5385	2,692	0,429425837
2016	0,5	4977	2,488	0,396889952
2017	0,5	4825	2,412	0,38476874
2018	0,5	4321	2,16	0,344577352
Total			12,922	2,061004785

Fonte: Elaboração própria

Considerando a população da EEIMVR/UFF, que é de 1595 pessoas, podendo sofrer pequenas alterações no quantitativo ao longo dos anos, pode-se afirmar que a PE *per capita* referente ao consumo de água potável nos anos analisados é de 0,0012 ha em cinco anos, tempo mínimo de permanência de um aluno de graduação nos cursos oferecidos pela unidade acadêmica analisada.

Uma alternativa para reduzir o consumo de água potável e suas Pegadas de Carbono Ecológica seria a captação de água de chuva para reaproveitamento em alguns setores como de limpeza e jardinagem.

Segundo Marinho, Freire e Kiperstok (2019), em trabalho desenvolvido na Universidade Federal da Bahia, boa parte do desperdício de água potável acontece devido à falta de informação sobre os fatores do consumo e uma boa estratégia seria o comprometimento da gestão do campus, através de: manutenção preventiva, monitoramento diário do consumo e comprometimento da comunidade com o uso deste recurso.

Levantamento de dados de consumo de combustível pela EEIMVR/UFF

Para cálculo da Emissão de Carbono do Diesel, utilizou-se a metodologia *top-down*, que permite a conclusão do resultado a partir dos dados disponíveis, conforme apresentado por Cruvinel, Pinto e Granemann (2012) em seu trabalho. Sabe-se que o ônibus da instituição percorre 34.416 quilômetros durante o ano, consumindo 9.833,2 litros de Diesel. Assim obteve-se um Total de Emissões Reais de CO₂ igual a 26.248,56 tCO₂ (Tabela 6). Seriam necessários 4.186,37 ha para sustentar o consumo de combustível durante um ano letivo, o que equivale a um total de 20.931, 85 ha durante o período estudado.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcellos de Avila

Tabela 6 – Emissão de Carbono e PE referente ao consumo de Combustível na EEIMVR/UFF.

Ano	Emissão (GgCO ₂)	Emissão (t CO ₂)	PE (ha)
2014	26,24856	26.248,56	4.186,37
2015	26,24856	26.248,56	4.186,37
2016	26,24856	26.248,56	4.186,37
2017	26,24856	26.248,56	4.186,37
2018	26,24856	26.248,56	4.186,37
Total	131,2428	131.242,80	20.931,85

Fonte: Elaboração própria

Analisando os dados do cálculo da emissão de carbono do diesel utilizado no ônibus, observa-se que é de grande impacto no meio ambiente. Informações do questionário aplicado revelaram que pelo menos 293 dos respondentes utiliza o ônibus como meio de locomoção. Como transporte coletivo, o veículo auxilia na redução do impacto ambiental, considerando que o passageiro está deixando de utilizar um transporte individual.

Levantamento de dados de consumo de área construída pela EEIMVR/UFF

A Instituição possui 10.700 m² de Área Construída. O total de sua Emissão de carbono é de 556.400 KgCO₂. Assim a taxa de emissão anual de CO₂ da área construída foi de 111.280 KgCO₂ m⁻². Com a taxa de absorção do carbono proposta por Rodriguez; Iglesias e Álvarez (2009), Amaral (2010), Pires, Morales e Sant'Ana (2017) conclui-se uma PE igual a 17,75 ha.

Tabela 7 – Emissão de Carbono e PE referente a área construída da EEIMVR/UFF.

Ano	Fator de Emissão (kg CO ₂)	Área construída (m ²)	Emissão kg (CO ₂ /m ²)	Emissão (kg CO ₂)	PE (ha)
2014	520	10.700	5.564.000	111.280	17,748006
2015	520	10.700	5.564.000	111.280	17,748006
2016	520	10.700	5.564.000	111.280	17,748006
2017	520	10.700	5.564.000	111.280	17,748006
2018	520	10.700	5.564.000	111.280	17,748006
Total				556.400	88,740032

Fonte: Elaboração própria

De acordo com trabalho desenvolvido por Amaral (2010), a Universidade de São Paulo–USP, possui 173.731,80 m² de área construída, com uma PE de 288,17 ha, o que corresponde a uma PE de 0,035 ha *per capita*. Segundo Lied *et al.* (2019), na UFTPR/MD, a PE correspondente a área construída é de 75 ha, considerando a comunidade acadêmica composta de 2354 pessoas, pode-se afirmar que a PE referente à área construída é de 0,035 ha *per capita*. Já na EEIMVR/UFF, a PE correspondente a área construída foi de 17,75 ha, ou 0,011 ha *per capita*. O resultado é menor que



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcelos de Avila

outras instituições, fato que se justifica, já que a instituição não possui restaurante universitário, áreas extensas de lazer e jardins, alojamentos, além do estacionamento que não atende toda a comunidade acadêmica. De acordo com Amaral *et al.* (2013), a redução da PE relativa às áreas construídas requer planejamento para reformas e futuras construções, portanto configura-se em esforços com resultados obtidos em longo prazo.

Levantamento de dados de consumo de papel A4 pela EEIMVR/UFF

Levando-se em consideração que a área de uma folha A4 ($0,21\text{m} \cdot 0,297\text{m} = 0,06237 \text{ m}^2$); e considerando a gramatura de $75 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, podemos afirmar que o peso de uma caixa contendo 5000 folhas é de 23,4 kg. Dessa forma, segundo dados disponibilizados pela EEIMVR/UFF, calculou-se um consumo total de 4,8204 toneladas de papel consumidos nessa IES. Resultando em 8,87 tCO₂. Sendo necessários 1,41 ha de terras para compensação do CO₂ emitido, conforme a Tabela 8.

Tabela 8 – Emissão de Carbono e PE referente ao consumo de papel na EEIMVR/UFF.

Ano	Fator de Emissão (t CO ₂)	Consumo (t)	Emissão (t CO ₂)	PE (ha)
2014	1,84	0,936	1,72224	0,274679426
2015	1,84	0,936	1,72224	0,274679426
2016	1,84	0,8424	1,55002	0,247211483
2017	1,84	0,819	1,50696	0,240344498
2018	1,84	1,287	2,36808	0,377684211
Total			8,869536	1,414599043

Fonte: Elaboração própria

De acordo com Silva, Santos e Erthal Jr. (2019), em estudo de caso sobre o *campus* Quissamã do Instituto Federal Fluminense – IFF/Quissamã, o consumo de papel de fibra virgem analisado emitiu 4,3 tCO₂, e o de fibra reciclada 0,71 tCO₂, totalizando 5,01 tCO₂ no ano de 2014. Na ocasião o instituto contava com uma comunidade acadêmica de 464 pessoas, gerando uma emissão de carbono *per capita* de aproximadamente 11 kgCO₂, a emissão de carbono *per capita* da EEIMVR/UFF que gerou 1 kgCO₂ neste mesmo ano, utilizando apenas papel de fibra virgem, a PE foi 91% a menos. Analisando os fatores de emissão, verificamos que o fator de emissão do papel reciclado é 40% menor que o de fibra virgem, ou seja, utilizando este tipo de material, a emissão de carbono e a PE reduziria na mesma proporção.

Financeiramente, a alternativa apresentada é menos viável. Segundo Santos *et al.* (2012), a diferença de preços entre o papel virgem e o papel reciclado chega a 8%, no entanto, para inserir uma cultura sustentável comprometida com a redução da PE, deve-se inserir práticas coerentes com o planejamento de desenvolvimento institucional afim de transformar a cultura da instituição promovendo a conscientização.



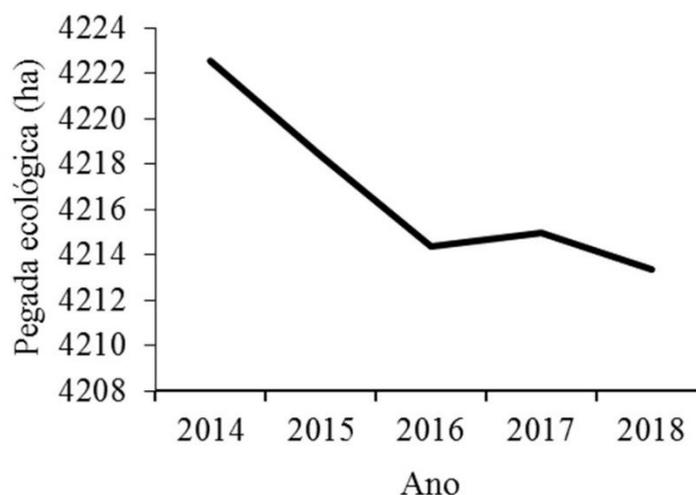
RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcellos de Avila

Pegada ecológica total da EEIMVR/UFF

Após Análise individual dos recursos de consumo, pela Figura 1 tem-se uma visão geral da PE na IES estudada, nota-se que houve uma queda no impacto ambiental ao longo dos anos, devido a tecnologias aplicadas e programas institucionais para promoção da conscientização e ações de gestão da Reitoria e da EEIMVR/UFF. De 2014 a 2018, a PE total da EEIMVR/UFF foi de 21.083,58 ha.

Figura 1 – Evolução da PE da EEIMVR/UFF nos anos de 2014 a 2018.



Fonte: Elaboração própria.

Cálculo da compensação do carbono

Posterior ao estudo das emissões de carbono pela Instituição, estima-se a quantidade de árvores que seriam necessárias para neutralizar o impacto ambiental decorrente do consumo das variáveis analisados, como mostra a Tabela 9.

Tabela 9 - Emissão de Carbono gerado pelo consumo da EEIMVR/UFF no período de 2014 a 2018.

Ano	Energia elétrica	Água Potável	Combustível	Área Construída	Papel A4	Total
2014	110,58	3,17	26.248,56	111,28	1,72	26.475,30
2015	85,08	2,69	26.248,56	111,28	1,72	26.449,30
2016	60,11	2,49	26.248,56	111,28	1,55	26.423,90
2017	64,02	2,41	26.248,56	111,28	1,51	26.427,70
2018	53,27	2,16	26.248,56	111,28	2,37	26.417,60
Total	373,07	12,92	131.242,80	556,4	8,87	132.194,80

Fonte: Elaboração própria.

Segundo Azevedo e Quintino (2010), de acordo com o trabalho desenvolvido no estado do Rio de Janeiro, o fator de fixação de carbono é de 0,18 tCO₂ por árvore, com um número médio de 1600 indivíduos de espécies nativas por hectare. Assim, considerando a taxa de emissão de carbono



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcelos de Avila

de cada ano, pode-se estimar a quantidade de espécies nativas, necessárias para absorver o carbono emitido pela EEIMVR/UFF, vide Tabela 10.

Tabela 10 – Número de árvores necessárias para compensação do carbono emitido pela EEIMVR/UFF.

Ano	Emissão tCO ₂	N (nº. de Árvores)
2014	26.475,30	88.251
2015	26.449,30	88.164
2016	26.423,90	88.080
2017	26.427,70	88.093
2018	26.417,60	88.059
Total	132.194,8 tCO₂	440.647 unidades

Fonte: Elaboração própria.

Levando em consideração que a população da EEIMVR/UFF, de acordo com os dados levantados nesta pesquisa é de 1.595 pessoas, em média, seria necessário que cada membro da comunidade acadêmica plantasse 56 árvores por ano, ao longo de cinco anos para compensação do CO₂ na instituição.

Os espaços urbanos, em sua grande maioria, sofrem com a falta de planejamento e não possuem áreas disponíveis para uma arborização adequada nas vias públicas e praças. Deste modo, o plantio de um número elevado de árvores para compensar as emissões de carbono de um município pode se tornar uma tarefa de difícil realização (BRIANEZI *et al.*, 2014), como seria o caso da Instituição em estudo, a qual possui espaço territorial pequeno e se localiza em um bairro central da cidade.

Uma alternativa para atingir essa meta seria o “trote ambiental” ou “trote verde”, no início de cada semestre, realizado com os alunos ingressantes que são orientados a plantar uma árvore numa certa região. ONGs e hortos florestais disponibilizam mudas de árvores nativas para plantio, assim, não há custos para instituição. A opção para localização do plantio, além do próprio *campus*, seria às margens do rio Paraíba do Sul, praças e parques das cidades em parceria com Administração Pública Municipal através de convênio e Projetos de Extensão, além de outras áreas de reflorestamento na região. Universidades como a Federal da Paraíba e do Acre recebem seus novos estudantes com trote verde, por meio do plantio de mudas de espécies nativas da região, com o objetivo de promover a sensibilização e a conscientização dos alunos.

CONCLUSÕES

Após a realização deste estudo, pode-se concluir que no decurso dos anos analisados a preocupação com o impacto ambiental do consumo da EEIMVR foi crescente. Obteve-se, por meio de questionário, a percepção da comunidade acadêmica. Constatou-se que no mínimo um terço da comunidade acadêmica da EEIMVR compreende que é essencial cuidar do meio ambiente através



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcellos de Avila

de práticas cotidianas, e contribuem para diminuição do impacto ambiental desta escola cooperando para o desenvolvimento de uma sociedade cada vez mais sustentável.

Observou-se que a pesquisa qualitativa, por meio do questionário eletrônico junto à comunidade acadêmica, unido à pesquisa bibliográfica, consultando as boas práticas ambientais, permitiram confrontar ações já praticadas pela instituição com a percepção da comunidade acadêmica a respeito. E a pesquisa quantitativa através de análise do histórico de consumo permitiram mensurar os impactos ambientais por meio da PE e propor uma mitigação para o problema.

Foram comparadas, as metas institucionais da UFF com o Quadro de Boas Práticas Sustentáveis. Verificou-se que a EEIMVR pratica total ou parcialmente 14 itens de 30 indicados no quadro. Quase 50% das ações sugeridas estão em andamentos na Unidade, conforme proposto pelo Plano de Logística Sustentável da UFF, além de possuir grande potencial de realização para mais 6 requisitos, considerando que a universidade dispõe de profissionais qualificados para implementação. Explorou-se ainda um 31º tópico, a realização de um inventário de estimação da Pegada de Carbono do campus da EEIMVR com base nos recursos: energia elétrica, água potável, papel, combustível e área construída. Foram estimadas as emissões de carbono (pegada de carbono), no período de 2014 a 2018. Analisando o consumo de energia elétrica na EEIMVR verificou-se que foram emitidos cerca de 373,07 tCO₂. O consumo de água potável revelou uma emissão de 12,92 tCO₂. No que se refere ao consumo de combustível gerado pelo ônibus da universidade, o BusUFF, constatou-se que a pegada de carbono provocada, no mesmo período, foi de 131.242,8 tCO₂, e da área construída 556,4 tCO₂. E, constatou-se que a emissão do papel utilizado pela escola foi de 8,87tCO₂. Totalizando 132.194,8 tCO₂ nesses cinco anos.

Um fator importante a mencionar é que a utilização de equipamentos de tecnologias mais avançadas, como aparelhos de ar-condicionado econômicos, lâmpadas de led e torneiras automáticas, contribuíram para redução no consumo. Outro fator foram as campanhas entre os discentes, para uso consciente dos recursos que reduziram os impactos ambientais. Além disso, a Instituição fez parte do projeto da reitoria da UFF chamado PLS, que contribuiu para melhoria de práticas sustentáveis na instituição, como a compra de produtos de menor impacto ambiental. Por fim, foi proposta uma plantação de 440.647 unidades de espécies de árvores nativas para compensação do carbono, e uma PE de 21.083,58 ha.

Observou-se que há muitas possibilidades a serem inseridas por meio da gestão para redução da PE, envolvendo toda a comunidade acadêmica para conscientização e contribuição na formação de profissionais, tais como: utilização do papel reciclado, divulgação de ações sustentáveis e impactos ambientais, ações em parceria com projetos de extensão, captação da água de chuva para utilização na higienização e manutenção de áreas verdes, investimento para utilização de energia solar, projetos junto a órgãos de fomento, parceria com cooperativa de reciclagem, busca por



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AValiação da Pegada Ecológica de uma Instituição de Ensino Superior
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcellos de Avila

emenda parlamentares que priorizam projetos sustentáveis, convênio com a prefeitura municipal para parceria em plantio de árvores e utilização do ônibus elétrico para transporte de alunos.

Ações como reciclagem de resíduos sólidos, já estão em andamento na unidade, por meio de um projeto de extensão para produtos elétricos e eletrônicos. As análises de outros materiais não foram inseridas nesta pesquisa, pois não havia registros, como lixos orgânicos, outros resíduos como: equipamentos obsoletos, lâmpadas queimadas, componentes de informática e resíduos de laboratório. No entanto, ficam como sugestões para futuros trabalhos.

REFERÊNCIAS

AMARAL, R. C. **Análise da aplicabilidade da Pegada Ecológica em contextos universitários: estudo de caso no campus de São Carlos da Universidade de São Paulo**. 2010. Monografia (Graduação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180300/tce-15022011-145930/?&lang=br>.

AMARAL, R. C.; BLANCO HERAS, D.; LEME P. C. S.; MALHEIROS, T. F. Aplicabilidade da pegada ecológica nos contextos universitários. *In*: PHILLIPI JÚNIOR, A.; MALHEIROS, T. F. **Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental**. Barueri: Editora Manole, 2013. (Coleção Ambiental).

ANDRADE, R. T. G.; MATTOS, K. M. A Pegada de Carbono da Unidade Sede da Petrobras em Natal-RN. **Revista Holos**, v. 1, p. 92-111, 2011. <https://doi.org/10.15628/holos.2011.512>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 6.118: Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento**. Portal IFRN, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-de-edificios/abnt-6118-projeto-de-estruturas-de-concreto-procedimento>. Acessado em: 03 ago. 2021

AZEVEDO, M. F. C.; QUINTINO, I. **Manual Técnico: um programa de compensação ambiental que neutraliza emissões de carbono através de projetos socioambientais de plantio de mudas nativas**. [S. l.]: Ed. Ambiental Company, 2010. Disponível em: <https://docplayer.com.br/24826066-Um-programa-de-compensacao-ambiental-que-neutraliza-emissoes-de-carbono-atraves-de-projetos-socioambientais-de-plantio-de-mudas-nativas.html>.

BRASIL. **Fator Médio - Inventários Corporativos**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2019. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html. Acessado em: 03 ago. 2021

BRIANEZI, D.; JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; GONÇALVES, W.; ROCHA, S. J. S. S. da. Balanço de emissões e remoções de gases de Efeito Estufa no campus da Universidade Federal de Viçosa. **Revista Floresta Ambiental**, v. 21, n. 2, p. 182-191, 2014. <https://doi.org/10.4322/floram.2014.017>

CARNIATTO, I.; STEDING, A. Ambientalização e sustentabilidade nas universidades em debate. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 32, n. 2, p. 299-318, 2015. <https://periodicos.furg.br/remea/article/download/5545/3453>

CIDIN, R. C. P. J.; SILVA, R. S. Pegada Ecológica: instrumento de avaliação dos impactos antrópicos no meio natural. **Estudos Geográficos: revista eletrônica de geografia**, v. 2, n. 1, p. 43-52, 2004. <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo/article/view/257>



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcellos de Avila

CRUVINEL, R. R. S.; PINTO, P. V. H.; GRANEMANN, S. R. Mensuração econômica da emissão de CO₂ da frota dos transportadores autônomos de cargas brasileiros. **Revista Ensaios & Literaturas**, v. 6, n. 2, p. 234-252, 2012. <https://www.scielo.br/j/ltl/a/d8nR7yChPfm6yQPwmnNFnfM/abstract/?lang=pt>

DIAS, R. **Gestão Ambiental: Responsabilidade e Sustentabilidade**. 3. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2017.

ENGELMAN, R.; GUISSO, R. M.; FRACASSO, E. M. Ações de Gestão Ambiental nas Instituições de Ensino Superior: o que tem sido feito? **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 22-33, 2009. <https://doi.org/10.24857/rqsa.v3i1.115>

GAZZONI, F.; SCHERER, F. L.; HAHN, I. S.; CARPES, A. D. M.; SANTOS, M. B. O papel das IES no desenvolvimento sustentável: estudo de caso da Universidade Federal de Santa Maria. **Revista da Gestão Universitária da América Latina**, v. 11, n. 1, p. 48-70, 2018. <https://doi.org/10.5007/1983-4535.2018v11n1p48>

IAZDI, O.; PEDROSO, F. A pegada ecológica e a manutenção do capital natural: limites para o crescimento econômico?. **Revista Iberoamericana de Economia Ecológica**, v. 32, n. 1, p. 102-119, 2020. <https://redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/vol32-1-5>

JACOBI, P. R.; RAUFFLET, E.; ARRUDA, M. P. Educação para a sustentabilidade nos cursos de Administração: reflexão sobre paradigmas e práticas. **RAM: Revista de Administração Mackenzie**, v. 12, n. 3, p. 21-50, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1678-69712011000300003>

LIED, E. B.; MAGALHÃES, A. P.; SOARES, D. F.; TREVISAN, A. P.; MOREJON, C. F. M. Sustentabilidade Ecológica pelo cálculo da Pegada Ecológica. **Revista Ambiência**, v. 15, n. 1, p. 2450-256, 2019. <https://doi.org/10.5935/ambiencia.2019.01.15>

MARINHO, M. B.; FREIRE, M. T. M.; KIPERSTOK, A. O Programa AGUAPURA de racionalização do consumo de água da Universidade Federal da Bahia. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 3, p. 481-492, 2019. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019124527>

MIRANDA, B.; MORETTO, I.; MORETO, R. **Sustentabilidade: gestão ambiental nas empresas**. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica – PUC, 2019. Disponível em: <https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/eventos/bisus/18-gestao-ambiental.pdf>

PAULISTA, C. R.; CAVADAS, L. S.; SANTOS, R. A.; SANTOS, W. A.; ERTHAL JÚNIOR, M. Avaliação ambiental de uma instituição de ensino a partir do uso de indicadores de sustentabilidade. **Revista Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 5, p. 1955-1970, 2018. <https://doi.org/10.34117/bjdv4n5-226>

PIRES, L. F.; MORALES, A. G.; SANT'ANA, R. C. G. Análise da Pegada Ecológica no Campus de Tupã da Universidade Estadual Paulista. **Revista Multitemas**, v. 22, n. 51, 2017. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20435/mulθ.v22i51.1413>

RODRIGUEZ, R. L.; IGLESIAS, J. L. T.; ÁLVAREZ, N. L. Impacto ambiental en centros da USC. **Revista da Universidade de Santiago de Compostela**, 2008. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=704012>

ROHAN, U.; BRANCO, R. R.; SOARES, C. A. P. Potencialidades e limitações dos instrumentos de mensuração da sustentabilidade. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 5, p. 857-869, 2018. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018170117>



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO DA PEGADA ECOLÓGICA DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR
Leandro Santos da Silva, Ana Paula Martinazzo, Wellington Kiffer de Freitas,
Kelly Alonso Costa, Nadja Valéria Vasconcellos de Avila

SILVA, G. J. P.; SANTOS, W. A.; ERTHAL JÚNIOR, M. Avaliação da Pegada Ecológica no Campus Quissamã do Instituto Federal Fluminense. **Revista Vértices**, v. 21, n. 1, p. 41-56, 2019. <https://doi.org/10.19180/1809-2667.v21n12019p41-56>

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. **Revista Gestão & Produção**, v. 13, n. 3, p. 503-516, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2006000300012>

TEIXEIRA, M. F. B. Pegada Ecológica e Políticas Públicas: estudos de caso de três cidades brasileiras. **Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica**, v. 19, n. 1, p. 15-28, 2012. <https://raco.cat/index.php/Revibec/article/view/261788>

TOMASIELLO, M. G. C.; GUIMARÃES, S. S. M. Sustentabilidade e o papel da universidade: desenvolvimento sustentável ou sustentabilidade democrática? **Revista de Educação do COGEME**, v. 22, n. 43, p. 11-26, 2013. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/bitstream/ri/17735/5/Artigo%20%20Maria%20Guimar%20Carneiro%20Tomasiello%20-%20202013.pdf>

UEHARA, T. H. K.; OTERO, G. G. P.; MARTINS, E. G. A.; PHILLIPI JÚNIOR, A.; MATOVANI, W. Pesquisa em Gestão Ambiental: análise de sua evolução na Universidade de São Paulo. **Revista Ambiente & Sociedade**, v. 13, n. 1, p. 165-185, 2010. Disponível em: <https://doi.org/https://www.scielo.br/i/asoc/a/SnpwbqJ86pcDg4Mq9v9RBZR/?format=pdf&lang=pt>.

VIEGAS, S. F. S.; CABRAL, E. R. Práticas de sustentabilidade em instituições de ensino superior: evidências de mudanças na gestão organizacional. **Revista da Gestão Universitária na América Latina**, v. 8, n. 1, p. 236-259, 2015. <https://doi.org/10.5007/1983-4535.2015v8n1p236>

WACKERNAGEL, M. **Our Ecological Footprint: reducing human impact in Earth**. Canadá: New Society Publishers, 1996.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. Perceptual and Structural barriers to investing in natural capital: economics from an ecological footprint perspective. **Ecological Economic**, v. 20, n. 1, p. 3-24, 1997.