

## Pegada Ecológica – um estudo de caso

Ecological Footprint – a case study

Raphael Ribeiro Mantovani<sup>1</sup>, Lidiane Maria Ferraz Rosa<sup>2</sup>

**RESUMO:** Tendo em vista a grande importância do desenvolvimento sustentável na atualidade, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o impacto ambiental dos estudantes do CAP-COLUNI do ano de 2020. Para tanto, foi utilizada a Pegada Ecológica (PE), uma renomada metodologia de contabilidade que utiliza um questionário virtual para obter dados de cada respondente. Assim, para coletar informações da população de estudo, as perguntas deste formulário foram copiadas para um arquivo GoogleForms, o qual foi aplicado aos alunos do CAP-COLUNI. As respostas foram salvas e individualmente copiadas ao site oficial da metodologia, permitindo que este calculasse o impacto ambiental de cada um. Como resultado, a ferramenta forneceu várias variáveis, dentre as quais destaca-se a Pegada Ecológica e a Pegada de Carbono (PC). A partir da aplicação do questionário, foram obtidas 101 respostas do total de 480 estudantes (21%). A PE média encontrada foi de 4,86 gha (hectares globais), significativamente acima da média brasileira (2,9 gha) e da área teoricamente disponível para cada indivíduo (1,8 gha). Além disso, foi notada uma forte correlação entre a Pegada Ecológica e a de Carbono. Em média, a PC foi responsável por 46% da PE dos alunos e o coeficiente de correlação de Pearson entre ambas foi 0,88. Devido a esta relação e aos altos valores da PE, conclui-se que os estilos de vida dos estudantes são altamente insustentáveis e que a redução das emissões de carbono pode ser uma medida eficiente para reverter tal quadro.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estatística; Sustentabilidade; Matemática

**ABSTRACT:** Given the great importance of sustainable development, this project aims to assess the environmental impact of CAP-COLUNI's students in 2020. For this purpose, the Ecological Footprint (EF), a renowned accounting methodology that utilizes an online questionnaire to collect data from its respondents, was used. Thus, to gather information about the study population, the questions in the said questionnaire were copied to a GoogleForms file, which was sent to CAP-COLUNI's students. The answers were then saved and individually copied to the methodology's official website, allowing it to calculate the environmental impact of each person. As a result, the website returned several variables, among which the Ecological and Carbon Footprint (CF) stand out. By applying the GoogleForms document, 101 answers were collected, accounting for 21% of the total number of students in the school (480). The mean observed EF was 4.86 gha (global hectares), which is significantly above the Brazilian average (2.9 gha) and the theoretical area available for each person (1.8 gha). In addition, it was noticed that the Ecological and Carbon Footprints had a strong correlation. On average, the CF was responsible for 46% of the EF, and the calculated Pearson's R between them was 0.88. Given the high mean EF value calculated, it is concluded that CAP-COLUNI's students have highly unsustainable lifestyles. Furthermore, the

<sup>1</sup> Bolsista PIBIC-EM UFV/CNPq, ex-aluno do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Viçosa. E-mail: raphael11mantovani@gmail.com

<sup>2</sup> Professora do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Viçosa, Doutora em Estatística pela Universidade Federal de Viçosa. E-mail: lidiane.rosa@ufv.br

observed correlation indicates that reducing carbon emissions may be an efficient measure to reverse this situation.

**KEYWORDS:** Statistics; Sustainability; Mathematics

## **INTRODUÇÃO**

Diversos estudos apontam que os atuais padrões humanos de exploração ambiental não podem ser suportados pelo planeta Terra ao longo prazo (PEREIRA, 2008). Devido a esta problemática, surgiram debates sobre como o desenvolvimento econômico e tecnológico pode se dar respeitando os limites de recursos impostos pela natureza. Assim, a sustentabilidade se tornou uma pauta central na sociedade, sendo utilizada para dirigir estas discussões e conscientizar indivíduos a respeito do seu impacto ambiental.

Tendo em vista esse desafio, o presente trabalho utilizou da Pegada Ecológica para avaliar a pressão imposta pelos alunos do CAp-COLUNI à natureza. Esta metodologia se baseia em um questionário disponibilizado em seu site oficial (<https://www.footprintcalculator.org/>), o qual possibilita quantificar a pressão imposta por um indivíduo à natureza. Assim, no desenvolvimento da pesquisa, este formulário foi aplicado aos estudantes do CAp-COLUNI por meio do Google Forms. A partir das respostas, foi possível avaliar as sequelas ambientais deixadas pelos alunos do CAp-COLUNI.

O objetivo da pesquisa foi analisar a sustentabilidade dos estilos de vida dos estudantes e conscientizá-los a respeito da situação. Além disso, também se almejou propor mudanças que, caso incorporadas pelos alunos, os tornarão indivíduos mais sustentáveis. Dessa forma, espera-se que o trabalho contribua para a sociedade através da formação de uma comunidade que respeite melhor os limites da natureza.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

Em 2015, os países membros da ONU reuniram-se para elaborar e adotar o documento “Transformando o Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável”. O objetivo deste artigo era estabelecer 17 medidas em prol da sustentabilidade e 169 metas para a erradicação

da pobreza. Como parte do acordo, os integrantes da instituição deveriam colocar estes pontos em prática até 2030, com o intuito de tornarem o planeta um local mais sustentável nas esferas sociais e ambientais (Agenda 2030, [sd]).

Na Figura 1, temos que “Os ODS e suas metas irão estimular e apoiar ações em áreas de importância crucial para a humanidade: Pessoas, Planeta, Prosperidade, Paz e Parcerias” (Agenda 2030).

Figura 1: Ações para o desenvolvimento sustentável.



Fonte: Plataforma Agenda 2030.

A preocupação da Agenda 2030 com a sustentabilidade não era em vão. Estudos têm mostrado que os ecossistemas da Terra não podem sustentar os níveis atuais de atividade econômica e consumo de energia (PEREIRA, 2008). Esta situação se deve, em grande parte, ao desbalanceamento natural causado pelas cidades e suas populações. As áreas urbanas, que abrigam pouco mais da metade da população mundial, ocupam apenas 5% da área do planeta, mas consomem 75% dos seus recursos. Atualmente, elas são responsáveis por 80% das emissões de carbono, 75% do uso da madeira e 60% do consumo de água na Terra. Colocando-se em escala, um hectare metropolitano consome mais de mil vezes a energia utilizada por uma área natural de mesmas dimensões (O'MEARA, 1999). Isso significa que os espaços urbanos crescem como verdadeiros parasitas do meio rural, de forma que a população não perceba o impacto que está causando no ambiente (REES, 2000).

Diante desta situação insustentável, surgiram mecanismos de contabilidade ambiental. Dentre eles, destaca-se a Pegada Ecológica, que, segundo um estudo conduzido por Siche et al (2005), é uma das melhores metodologias para este fim. A sua função é avaliar a pressão que o consumo humano gera sobre os recursos naturais, convertendo os resultados para unidade de espaço (ÉMILIN, 2019). De acordo com o World Wildlife Fund (2012), a Pegada Ecológica de uma comunidade ou indivíduo equivale ao total de áreas produtivas (terrestres e marinhas) necessárias para sustentar o determinado estilo de vida. Portanto, ela representa a extensão territorial que uma pessoa ou grupo precisa para que possa se locomover, alimentar, vestir e abrigar (ÉMILIN, 2019).

O cálculo utilizado para chegar ao valor da pegada é baseado na quantidade de matéria e energia que flui em um sistema. Ele se pauta em dois postulados principais: o primeiro é que em cada produto estão embutidos os gastos energéticos e materiais da sua produção, cujos valores podem ser estimados em termo da área necessária para mantê-los. O segundo é que cada área produtiva tem uma capacidade máxima de criação, a qual também pode ser obtida com certa aproximação (PEREIRA, 2008).

Assim, a nível individual, a Pegada Ecológica é capaz de relatar o impacto ambiental por meio de um questionário, encontrado em seu site oficial. Através das respostas às perguntas propostas, a metodologia prevê os produtos consumidos pela pessoa, a quantidade de gás carbônico emitido, o lixo gerado, entre outros. Esses pontos, alinhados com os dois postulados citados, permitem que o método calcule a área necessária para a manutenção do estilo de vida do indivíduo. Por fim, o resultado é dado em termos de hectares globais (gha) - uma medida de superfície criada pela própria metodologia - os quais correspondem a hectares com produtividade equivalente à média de todos os hectares ativos do planeta. (WWF, 2012).

Ao receber o resultado do questionário da Pegada Ecológica, a pessoa também pode ver a sua Pegada de Carbono. Esta medida se refere ao número de hectares necessários para a reabsorção do gás carbônico emitido pelo respondente (Global Footprint Network, [sd]). Tal emissão possui um papel imprescindível nas discussões a respeito da sustentabilidade, pois, segundo a Global Footprint Network, metade da Pegada Ecológica humana atual é representada pela Pegada de Carbono. Portanto, a redução do CO<sub>2</sub> produzido é um ponto central na busca por um mundo mais sustentável.

Se tratando da esfera nacional, o cálculo da Pegada Ecológica é mais complexo. Nesse caso, a conta é feita somando-se a PE de produção do país à das importações e subtraindo-se a pegada relacionada às exportações anuais. A remoção da PE de exportação é necessária pois ela está vinculada às nações que compraram os produtos. A ideia é que o Estado que consome um bem é o

que está utilizando a área vinculada à sua produção (Global Footprint Network, [sd]). Nessa situação, portanto, a Pegada Ecológica se baseia em relatos financeiros e nas transações econômicas de um Estado, invés do questionário aplicado a nível individual. Um país é credor ecológico (sustentável) se a sua PE está abaixo dos limites da sua biocapacidade, enquanto devedores ecológicos (insustentáveis) têm pegadas acima da própria biocapacidade.

Segundo Émilin, 2019:

“Alguns países, como os EUA e a China, demandam mais que sua biocapacidade, se caracterizando como “países devoradores ecológicos”. Outros países, como o Brasil, são “países credores ecológicos”, pois ainda possuem mais recursos ecológicos do que consomem, e usualmente “exportam” sua biocapacidade para os devedores. No entanto, de acordo com o mesmo relatório, a média brasileira por pessoa já supera este patamar e está atualmente em 2,9 hectares globais por habitante.”

Apesar do desenvolvimento de boas metodologias de contabilidade ambiental, como a já destacada Pegada Ecológica, a humanidade ainda não se adaptou para atingir o desenvolvimento sustentável. Conforme divulgado pelo relatório Planeta Vivo (2012), a biocapacidade disponível para cada ser humano é de 1,8 gha, mas, em 2008, a Pegada Ecológica média humana era de 2,7 gha por pessoa. Em outras palavras, a PE intermediária de cada indivíduo estava cerca de 0,9 gha acima do limite imposto pelo planeta. Além disso, o relatório afirma que, se os padrões de consumo e exploração ambiental atuais forem mantidos, haverá um colapso de recursos naturais a partir de 2030. Desta data em diante, é previsto que a Pegada Ecológica média se torne o dobro da biocapacidade terrestre (PLANETA VIVO, 2012), de modo que sejam necessárias duas ‘Terras’ para sustentar a humanidade.

Grande parte desses danos causados à natureza se devem ao fato de que as condutas desenvolvimentistas humanas têm se baseado no avanço econômico e tecnológico, em detrimento dos limites ambientais e sociais existentes. Portanto, a humanidade tem o desafio de alinhar economia, sustentabilidade e qualidade de vida em seu desenvolvimento (MADURO et al, 2009). Esta necessidade foi reforçada por Yamamoto e Kitagawa, em 2005, quando os pesquisadores traçaram um gráfico que correlacionava a Pegada Ecológica e o IDH de vários países. O resultado encontrado foi que as nações com menor impacto ambiental eram justamente as de piores IDHs, enquanto as de maiores Pegadas Ecológicas também detinham os melhores IDHs (MADURO et al, 2009). Dessa forma, embora a metodologia classificasse a sustentabilidade destes países, as condições de vida deles compensavam a classificação, fossem elas boas ou ruins. Assim sendo, esse

estudo mostra que o desenvolvimento deve equilibrar os diversos aspectos que estruturam a sociedade e que a sustentabilidade não está apenas no nível ambiental.

Para avaliar essa correlação, os pesquisadores japoneses utilizaram a regressão linear simples, um método de análise estatística que tem como objetivo estabelecer um modelo matemático que descreva as relações entre duas variáveis (OLIVEIRA, 2002). Nesse modelo, é traçado um gráfico cartesiano com os eixos x e y representando cada uma das variáveis observadas. Em tal plano, é feita a distribuição dos dados analisados e, por meio do método dos mínimos quadrados, é desenhada a linha de regressão que melhor permite fazer estimativas da variável dependente com base na independente, dentro dos limites da pesquisa (OLIVEIRA, 2002). Como forma de quantificar a variância da variável dependente, utiliza-se o  $r^2$  ajustado ( $r$  quadrado ajustado), de modo que quanto maior for o  $r^2$ , melhor é a linha de regressão (RANKIA, 2020). Se tratando de análises estatísticas, outras medidas vitais são as de tendência central, as quais possuem um papel importante para descrever, resumir e compreender conjuntos de dados. De acordo com Busab e Morettin (2012), estas medidas resumem as informações apresentadas transformando-as em valores representativos.

Tendo em vista o exposto a respeito da situação ambiental do planeta e dos métodos estatísticos destacados, este trabalho visa apresentar a interdisciplinaridade entre a Matemática e a Sustentabilidade. A metodologia da Pegada Ecológica torna essa relação evidente, pois destaca o papel da Matemática na identificação e quantificação de grandes desafios ecológicos enfrentados cotidianamente. Portanto, dado seu caráter transdisciplinar e os seus pontos positivos apresentados ao longo do texto, essa medida de contabilidade foi a escolhida para conduzir a análise feita.

## **METODOLOGIA**

Para obtenção do conjunto de dados utilizado, foi aplicado um questionário online, por meio do Google Forms. As perguntas da metodologia oficial da Pegada Ecológica foram transferidas para o questionário, o qual foi disponibilizado para os estudantes das três séries do CAp-COLUNI.

Assim que recolhidas, as respostas foram transferidas para o site da Pegada Ecológica, com o intuito de realizar o cálculo da pegada de cada aluno. Os resultados foram então organizados em uma planilha do Excel. Em seguida, foi feita a análise estatística dos dados, obtendo-se medidas de tendência central e de dispersão. Por fim, a tabela construída foi transferida para o programa R para

avaliar correlações entre variáveis e comparar os resultados de cada série, além de produzir representações gráficas dos dados coletados.

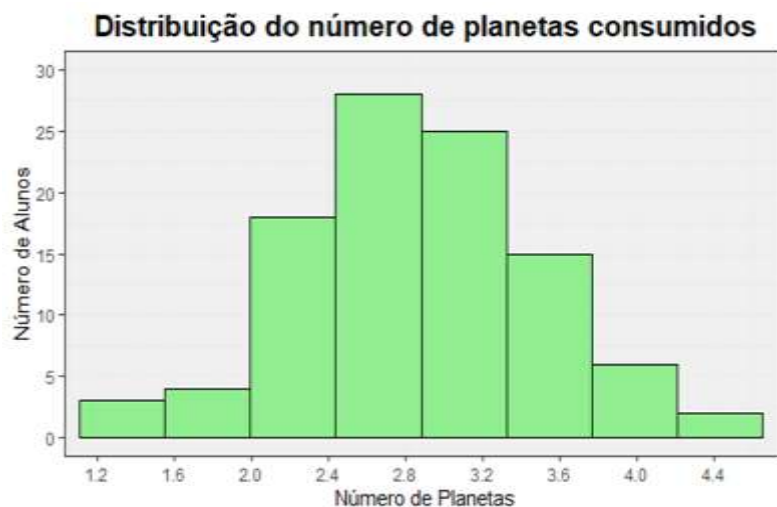
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da aplicação do questionário da Pegada Ecológica aos estudantes do CAP-COLUNI, foram obtidas 101 respostas do total de 480 alunos, ou seja, aproximadamente 21% da população analisada. Embora a porcentagem respondente não seja tão significativa quanto o esperado, o seu valor reduzido é justificado pelo fato de o questionário ter sido aplicado durante a pandemia de COVID-19, dificultando a comunicação com os estudantes. Através das respostas dos mesmos, a ferramenta utilizada proporcionou resultados a respeito das variáveis Data de Sobrecarga da Terra, Número de planetas, Pegada Ecológica, Pegada de Carbono, Porcentagem da Pegada de Carbono na Pegada Ecológica, Pegada Ecológica por tipo de uso de solo e Pegada Ecológica por uso de solo por categoria de consumo.

A categoria Data de Sobrecarga da Terra apresenta em que dia do ano os recursos disponíveis para abastecer a população humana se esgotariam caso todos possuíssem o mesmo impacto ambiental do respondente. Assim, por se tratar de uma variável categórica, sua análise limitou-se à avaliação da moda dos resultados obtidos, que foi o dia 18 de abril, com quatro repetições. Essa baixa frequência se deu porque os resultados estavam muito dispersos, visto que podiam representar qualquer um dos 365 dias do ano.

Já a variável Número de Planetas indica quantos planetas Terra seriam necessários para prover à toda humanidade caso os padrões de consumo mundiais fossem semelhantes ao do indivíduo analisado. Para esta variável, encontrou-se uma média de 2,8 planetas, a qual foi semelhante à moda e à mediana resultantes. Concomitantemente, o desvio padrão apresentado foi 0,63, indicando que os resultados estão bem concentrados em torno das medidas de tendência central encontradas.

Figura 2: Distribuição do número de planetas consumidos

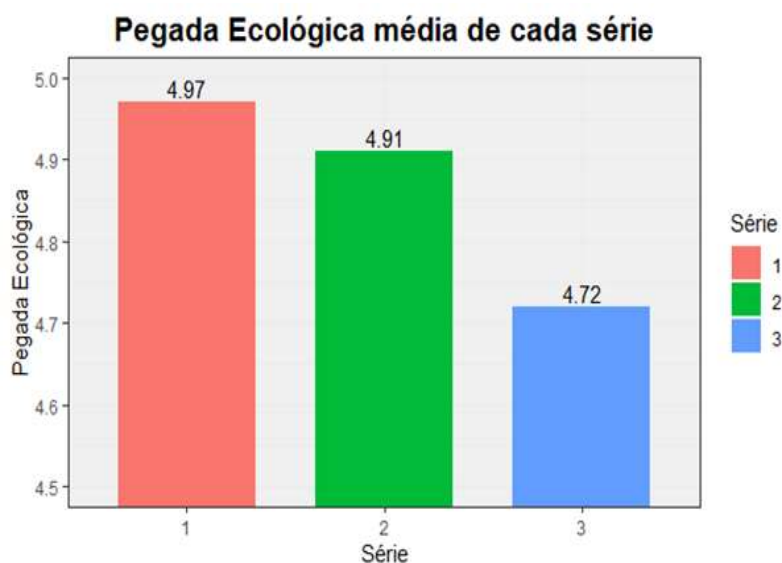


Fonte: Autores, 2021.

De fato, a Figura 2 confirma que a distribuição do número de planetas consumidos está centrada, aproximadamente, no intervalo 2,5 até 2,9, sendo o mínimo 1,1 e o máximo 4,6. Assim, é possível observar que todos os estudantes avaliados possuem estilos de vida que necessitam de mais de um planeta para serem sustentados. Além disso, nota-se que o consumo de pelo menos duas ‘Terras’ é o mais comum.

A variável Pegada Ecológica é aquela que apresenta quantos hectares produtivos (expressos em gha) são necessários para manter o padrão de consumo do respondente. Para esta medida, foi encontrada uma média de 4,86 gha, sendo a moda e a mediana 4,7 gha e 4,8 gha, respectivamente.

Figura 3: Pegada Ecológica média de cada série



Fonte: Autores, 2021.

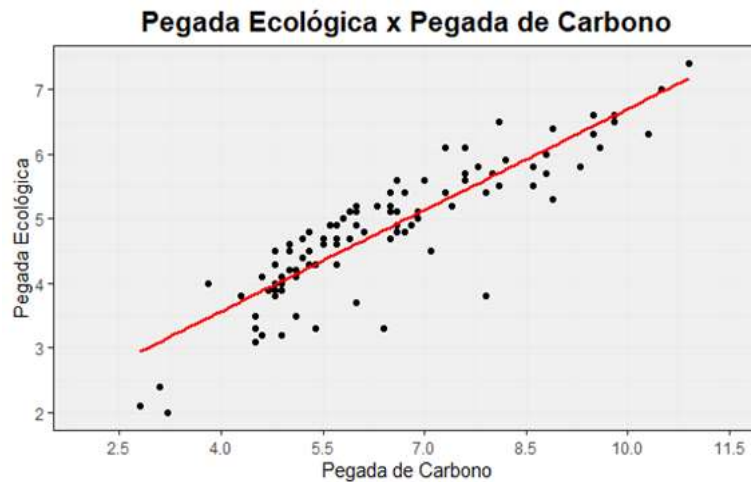


Ainda em relação Pegada Ecológica, foi feito um estudo comparativo entre as séries, para saber qual seria o impacto ambiental de cada uma delas. Conforme apresentado na Figura 3, o primeiro ano foi o que apresentou a maior pegada, 4,97 gha, enquanto o terceiro possuiu a menor, 4,72 gha. Considerando que a PE média do Brasil é 2,9 gha e que a biocapacidade disponível para cada pessoa é 1,8 gha, conclui-se que o estilo de vida médio levado pelos alunos das três séries é altamente insustentável, sendo a média geral 2,7 vezes maior que a pegada teoricamente permitida.

A variável Pegada de Carbono representa, em hectares, a área terrestre necessária para reabsorver o gás carbônico que uma pessoa emite direta ou indiretamente. Ao avaliar esta variável, encontrou-se uma média de 6,51 ha, sendo a moda e a mediana, respectivamente, 4,8 ha e 6 ha. Durante a análise, foi observada a presença de um outlier, de valor 14 ha. Para que tal caso não levasse a resultados enganosos, o conjunto de dados foi avaliado também sem a sua presença. Dessa forma, a Pegada de Carbono média sem a observação anômala foi 6,43ha, enquanto as outras medidas de tendência central apresentadas mantiveram os seus valores.

A análise da categoria Porcentagem da Pegada de Carbono na Pegada Ecológica, cujo valor representa, em porcentagem, a área da Pegada Ecológica advinda da Pegada de Carbono do respondente, foi feita com maior detalhamento. Se tratando das medidas de tendência central, encontrou-se média 45,87%, moda 41% e mediana 44%. A alta média observada foi explicada pela análise de correlação entre ambas as variáveis, uma vez que o coeficiente de correlação de Pearson calculado foi 0,885, indicando uma forte correlação linear entre as categorias. Vale ressaltar que esta relação já era esperada, pois, de acordo com a Global Footprint Network, a Pegada de Carbono representa metade da Pegada Ecológica humana atualmente, o que foi reforçado pelos valores de tendência central e de correlação avaliados.

Figura 4: Regressão linear: Pegada Ecológica x Pegada de Carbono

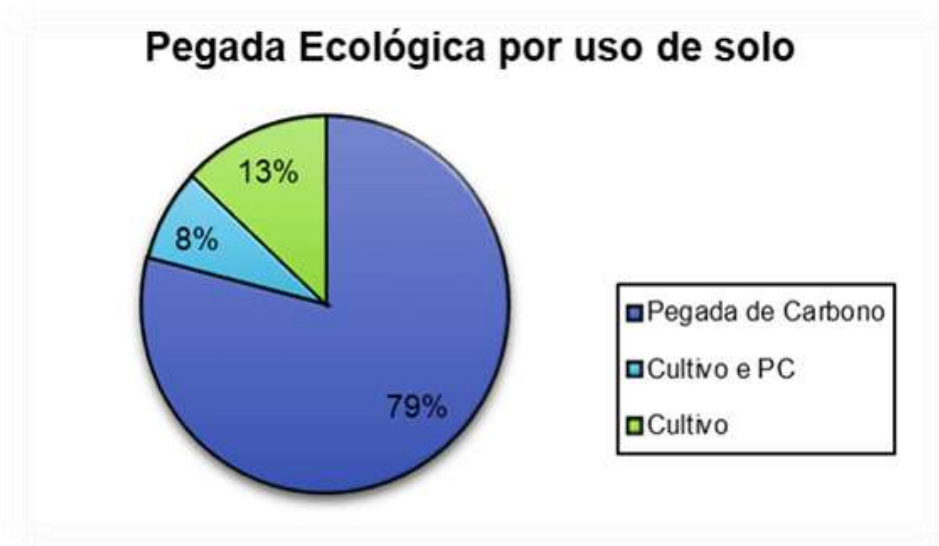


Fonte: Autores, 2021.

Além disso, de acordo com a Figura 4, a análise por regressão linear tornou evidente a concentração dos dados em torno da linha de regressão, a qual possui  $r^2$  ajustado igual a 0,78.

A categoria Pegada Ecológica por tipo de uso de solo diz respeito à parcela da PE representada por cada forma de ocupação da sua área. Por ser uma variável categórica, a mesma foi analisada apenas pela moda e frequências relativas de cada grupo. Assim, foi novamente observada a significância da Pegada de Carbono na composição da Pegada Ecológica, visto que ela foi a moda do grupo de dados.

Figura 5: Pegada Ecológica por uso de solo



Fonte: Autores, 2021.

Conforme apresentado pelo gráfico de setores, a Pegada de Carbono dominou a constituição da Pegada Ecológica dos alunos, correspondendo ao maior uso de solo em 79% das observações. Embora reduzida, a categoria Cultivo, que diz respeito às áreas de produção vegetal ou animal, também apresentou importância para a formação da PE, correspondendo ao fator dominante em 13% dos casos. Além disso, em 8% das observações ambas as categorias citadas tiveram o mesmo uso de solo, formando um novo grupo Cultivo e PC. É interessante notar que as áreas de Cultivo são significativamente incrementadas pelo alto consumo de carne, de modo que a redução desse produto no cotidiano seja uma forma de redução do impacto ambiental.

Por fim, foi analisada a variável Pegada Ecológica por uso de solo por categoria de consumo. Esta representa quais tipos de produtos ou instalações representam a Pegada Ecológica do respondente. Novamente, por possuir valores categóricos, a pesquisa a respeito desta categoria foi feita de maneira análoga à descrita no parágrafo anterior. Assim, foi percebida a forte dominância do grupo alimentação. Esses resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Pegada Ecológica por categoria de consumo

<b>Categoria</b>	<b>Porcentagem</b>
Alimentação	90%
Habitação	7%
Alimentação e Habitação	2%
Bens	1%

Fonte: Autores, 2021.

De acordo com os resultados da Tabela 1, a categoria alimentação prevaleceu em 90% dos casos. Tal domínio é compreensível considerando-se a importância das variáveis Pegada de Carbono e Cultivo apresentadas no item anterior, uma vez que grande parte das áreas representadas por elas advêm do setor alimentício. Em segundo plano, o grupo Habitação aparece como predominante em 7% das observações, devido, em grande parte, à sistemas ineficientes de energia. Já as categorias Alimentação e Habitação e Bens tiveram porcentagens praticamente insignificantes, tendo em vista a predominância dos demais tipos de consumo.

## CONCLUSÃO

A partir da pesquisa realizada, tornou-se evidente que as preocupações ambientais propostas pela Agenda 2030 da ONU são vitais para a sociedade. Os valores encontrados para a “Pegada Ecológica” e o “Número de Planetas” dos alunos revelam que os seus estilos de vida estão significativamente acima dos limites da biocapacidade terrestre. Isso significa que os padrões de consumo avaliados são altamente insustentáveis, ou seja, não podem ser suportados pelo planeta Terra a longo prazo. Assim, espera-se que a presente pesquisa sirva para conscientização dos alunos a respeito da situação e auxilie na busca de mudanças que tornem o colégio um local mais sustentável.

Tendo em vista a forte correlação entre a Pegada Ecológica e a Pegada de Carbono, a redução das emissões de gás carbônico é o primeiro passo a ser dado para suavizar a pressão ambiental imposta pelos alunos. Para tanto, existem diversas medidas que podem ser adotadas, como o uso de bicicleta e transporte público, respectivamente, para trânsito intra e intermunicipal, o aumento do consumo de alimentos orgânicos e, se possível, a adoção de sistemas de energia mais eficientes na residência. Além disso, para mitigar as áreas destinadas ao “Cultivo” a redução da carne vermelha na alimentação é uma atitude muito recomendada.

Por fim, espera-se que este trabalho tenha continuidade ao longo dos próximos anos para que sejam monitoradas as variações na Pegada Ecológica dos alunos com o passar tempo. Assim, será possível avaliar se a pesquisa está contribuindo para a redução do impacto ambiental dos estudantes e quais outras medidas de conscientização devem ser tomadas. Além disso, é sugerido que futuros trabalhos ampliem a análise da Pegada Ecológica também para os funcionários do colégio ou da Universidade Federal de Viçosa, com o intuito de que o trabalho atinja cada vez mais membros da comunidade universitária.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUSSAB, W.O.; MORETTIN, L.G. **Estatística Básica**. 7ª ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

Conheça a agenda 2030. **Plataforma Agenda 2030**, [sd]. Disponível em: <http://www.agenda2030.org.br/sobre/>. Acesso em: 18 de ago. de 2020.

ÉMILIN, C.S. O que é Pegada Ecológica e como realizar seu Cálculo? Blog 2 Engenheiros, 2019. Disponível em: <https://2engenheiros.com/2019/04/22/o-que-e-pegada-ecologica/>. Acesso em: 18 de ago. de 2020.

Global Footprint Network. **Calculadora da Pegada Perguntas frequentes**, [sd]. Disponível em: <https://www.footprintnetwork.org/pt-pt/calculadora-da-pegada-perguntas-frequentes/>. Acesso em: 01 de jun. 2021.

Global Footprint Network. **Qual é a tua Pegada Ecológica?**, 2003. Disponível em: <https://www.footprintcalculator.org/>. Acesso em: 20 de ago. 2020.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Pegada Ecológica: Qual é a sua?** INPE. São José dos Campos. São Paulo. 2012, 24 p.

LISBOA, C.K.; BARROS, M.V.F. **A pegada ecológica como instrumento de avaliação ambiental para a cidade de Londrina**. Rev. Franco-Brasileira de Geografia. V.8.nº 8. 2010.

MADURO, A; et al. **Os limites da Pegada Ecológica**. Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 19, p. 73-87, jan./jun. 2009.

OLIVEIRA, M. **A Utilização da Regressão Linear Como Ferramenta Estratégica Para a Projeção dos Custos Produção**. X Congresso Brasileiro de Custos – São Paulo, SP, Brasil, 13 a 15 de outubro de 2002.

O'MEARA, M. **Explorando uma Nova Visão para as Cidades**. Estado do Mundo, 138-157. 1999.

PEREIRA, L.G. **Síntese dos métodos de Pegada Ecológica e análise emergética para diagnóstico da sustentabilidade de países - O Brasil como estudo de caso**. Tese de Doutorado do Dep. De Engenharia de Alimentos. Campinas, 2008.

RANKIA. **R-quadrado ajustado: definição, como interpretar e exemplos**, 2020. Disponível em: <https://www.rankia.pt/bolsa/r-quadrado-ajustado-definicao-como-interpretar-e-exemplos/>. Acesso em: 17 de set. de 2021.

REES, W. E. **Eco-footprint analysis: merits and brickbats**. Commentary-Forum: The Ecological Footprint. Ecological Economics, v. 32, p. 371-374, 2000.

RELATÓRIO PLANETA VIVO 2012 (Resumo). Disponível em: <http://awsassets.panda.org/downloads/relplanetavivo2012sumario.pdf>. Acesso em: 19 de ago. 2020.

SICHE, J.R., AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E., ROMEIRO, A. **Sustainability of nations by indices: Comparative study between environmental sustainability index, ecological footprint and the energy performance indices**, 2005. Ecological Economics, doi:10.1016/j.ecolecon.2007.10.023.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Our ecological footprint. The new catalyst bioregional series**. Gabriola Island, B.C.: New Society Publishers, 1996.

WWF. World Wide Fund for Nature. 2012.

YAMAMOTO, R.; KITAGAWA, M. **Research on the Scientific Basis for Sustainability**. Tokyo, 2005.