

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

REVISÃO SOBRE INDICADORES DE COMPONENTES DA PEGADA ECOLÓGICA NA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE

Beatriz Dias da Silva

Ciências Biológicas, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, Pernambuco, Brasil
beatrizdiaas07@gmail.com

Camila Silva de Lavor

Ciências Biológicas, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, Pernambuco, Brasil
csilvadelavor@gmail.com

Resumo: O presente trabalho consiste em uma revisão de literatura baseada em artigos científicos publicados entre 2012 e 2022 nas bases de dados Scielo e Google Acadêmico. Seu objetivo principal é discutir os principais indicadores dos componentes da pegada ecológica na avaliação da sustentabilidade. A pegada ecológica é um conceito que avalia o impacto ambiental das atividades humanas, medindo a quantidade de recursos naturais necessários para sustentar um estilo de vida ou sistema de produção específico. Isso ajuda a compreender o impacto da humanidade no meio ambiente e a capacidade de regeneração do planeta. Seu cálculo leva em consideração vários componentes, incluindo a pegada de carbono, a pegada de alimentos, a pegada de habitação, a pegada de água, bem como aspectos relacionados à biodiversidade, entre outros. Cada um desses indicadores representa uma parte específica da pressão exercida sobre o planeta e é crucial para compreender como reduzir impactos ambientais. Desse modo, ao analisar e compreender esses indicadores é possível identificar áreas de alto impacto ambiental e desenvolver estratégias para reduzir essa pressão sobre o meio ambiente, promovendo práticas mais sustentáveis.

Palavras-chave: Ecologia, Capacidade de regeneração, Impactos ambientais.

1. INTRODUÇÃO

O conceito fundamental por trás da Pegada Ecológica é a ideia de que a Terra tem uma capacidade finita de fornecer recursos e absorver resíduos, desse modo é um indicador ambiental que quantifica o impacto ambiental das atividades humanas em termos de demanda sobre os recursos naturais e a capacidade do planeta Terra de regenerar esses recursos^[6]. A Pegada Ecológica é geralmente expressa em termos de hectares globais (gha) ou hectares por pessoa (gha/pessoa)^[10]. Um hectare global é uma unidade de área que representa a produtividade biológica média da Terra em um determinado ano^[8]. Quando a Pegada Ecológica de uma população ou país excede a biocapacidade da Terra (a capacidade do planeta

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

de regenerar recursos), isso indica um déficit ecológico, o que significa que há consumo de recursos naturais em uma taxa insustentável^[6].

O cálculo da Pegada Ecológica envolve a análise de diversas categorias de consumo que contribuem para o impacto ambiental, denominados Indicadores de Componentes, os quais ajudam a entender melhor quais áreas de consumo estão contribuindo mais significativamente para a Pegada Ecológica total^[10]. Essas categorias geralmente incluem: Pegada de Carbono, Pegada de Alimentos, Pegada de Moradia, Pegada de Mobilidade, Pegada de Água e Pegada de Biodiversidade^[7].

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho consiste em uma revisão narrativa da literatura que visa resumir e consolidar o conhecimento existente sobre um tópico específico de pesquisa. Para isso, foram pesquisados artigos publicados no Google Acadêmico e na Scielo, com foco nos termos-chave: Pegada Ecológica, Indicadores e Sustentabilidade. Além disso, foram definidos critérios de inclusão que requeriam a seleção de artigos completos disponíveis gratuitamente em revistas acadêmicas científicas, com data de publicação no período de 2012 a 2022. No desfecho, foram identificados treze estudos que cumpriram os requisitos estabelecidos para esta revisão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Pegada de Carbono

A Pegada de Carbono concentra-se na quantificação das emissões de dióxido de carbono (CO₂) associadas às atividades humanas^[3]. Ela mede a quantidade de terra e água necessária para absorver essas emissões de carbono, a fim de avaliar o impacto ambiental das atividades que liberam CO₂ na atmosfera^[1]. A Pegada de Carbono abrange as emissões de CO₂ resultantes da queima de combustíveis fósseis, como petróleo, gás natural e carvão. Alguns setores econômicos têm uma contribuição especialmente alta para a Pegada de Carbono, como a geração de eletricidade a partir de combustíveis fósseis^[11]. Além disso, o transporte rodoviário e a aviação também são responsáveis por uma parcela substancial das emissões^[3]. Para reduzir a Pegada de Carbono, as estratégias geralmente se concentram na adoção de fontes de energia mais limpas, como energias renováveis (solar, eólica, hidrelétrica), aumento da eficiência energética, mudanças nos padrões de mobilidade (como o uso de transporte público e carros elétricos) e práticas de produção mais sustentáveis^[8].

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

3.2 Pegada de Alimentos

A Pegada de Alimentos quantifica o impacto ambiental das escolhas alimentares e das práticas de produção de alimentos, sendo a agricultura uma das principais atividades que contribuem para essa pegada^[4]. Diferentes métodos de agricultura têm diferentes impactos na Pegada de Alimentos, com práticas sustentáveis geralmente resultando em um menor impacto^[11]. As escolhas alimentares individuais desempenham um papel importante, com dietas baseadas em plantas geralmente tendo uma Pegada de Alimentos menor do que aquelas ricas em carne e produtos de origem animal^[9]. Para reduzir a Pegada de Alimentos, estratégias incluem promover dietas equilibradas baseadas em plantas, reduzir o desperdício de alimentos, preferir alimentos locais e sazonais^[5], além de apoiar práticas agrícolas sustentáveis, como agricultura orgânica, agroecologia e permacultura^[4], que minimizam o uso de produtos químicos e recursos, promovendo a biodiversidade.

3.3 Pegada de Moradia

Este componente da Pegada Ecológica se concentra na quantificação do impacto ambiental relacionado às escolhas habitacionais e à manutenção de residências^[12]. Ele mede a quantidade de terra e recursos naturais necessários na construção e manutenção de habitações, juntamente com o consumo de energia ligado à iluminação, aquecimento, resfriamento e outros aspectos da vida em uma casa ou edifício^[10]. Além disso, a Pegada de Moradia aborda a manutenção e operação das habitações, incluindo o consumo de água, eletricidade, gás e recursos relacionados ao cuidado do jardim e paisagem^[12]. A promoção de práticas de construção sustentável e estilos de vida ecologicamente conscientes, como a utilização de sistemas de energia renovável, a eficiência energética e a reciclagem de água e materiais são essenciais para a redução da Pegada de Moradia^[6].

3.4 Pegada de Mobilidade

A Pegada de Mobilidade quantifica o impacto ambiental das atividades de deslocamento humano, abrangendo viagens realizadas por veículos pessoais, transporte público e aviação^[12]. Ela avalia o consumo de combustíveis, a infraestrutura de transporte e as emissões de poluentes atmosféricos associados a essas viagens, medindo a quantidade de terra e recursos naturais necessários para suportar o transporte de pessoas e bens, juntamente com as emissões decorrentes^[10]. A Pegada de Mobilidade engloba diversos modos de transporte, como o rodoviário (carros, caminhões, motocicletas), transporte público (ônibus, trens, metrô), transporte aéreo, navegação e até mesmo deslocamentos a pé ou de bicicleta, cada um

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

com seu próprio impacto ambiental específico^[12]. O planejamento urbano desempenha um papel fundamental na maneira como as pessoas se deslocam, sendo que cidades que incentivam o uso misto, com áreas residenciais próximas a locais de trabalho e serviços, podem reduzir a necessidade de viagens longas, contribuindo para a diminuição da Pegada de Mobilidade^[6]. Além disso, mudanças na forma como as pessoas trabalham e se comunicam, como o teletrabalho e reuniões online, têm o potencial de reduzir a necessidade de viagens e, assim, desempenham um papel importante na redução da Pegada de Mobilidade^[3].

3.5 Pegada de Água

A Pegada de Água, embora nem sempre considerada parte da Pegada Ecológica tradicional, é uma métrica fundamental que avalia o uso de água doce em todas as atividades humanas^[13]. Isso abrange desde o uso direto da água em residências até a água incorporada em produtos e alimentos^[11]. A Pegada de Água quantifica tanto o uso direto de água, quanto o uso indireto associado a produtos que consomem água, abrangendo uma ampla gama de atividades humanas, incluindo a produção de alimentos, fabricação de produtos, geração de energia, consumo doméstico e muito mais^[9]. A agricultura, devido ao uso intensivo de água na irrigação de culturas, muitas vezes é o setor com a maior Pegada de Água^[2], mas a indústria e a produção de eletricidade também contribuem significativamente devido ao uso de água em processos de fabricação e geração de energia^[8]. Para reduzir a Pegada de Água, é fundamental promover a conscientização sobre o uso eficiente de água^[13], investir em tecnologias de irrigação mais eficientes, adotar práticas agrícolas sustentáveis e explorar alternativas de produção de alimentos mais conscientes em relação à água^[12].

3.6 Pegada de Biodiversidade

Embora menos comum do que outras medidas, a Pegada de Biodiversidade busca quantificar a quantidade de terra e recursos naturais necessários para atender às demandas relacionadas à produção de alimentos, madeira, fibras, combustíveis, infraestrutura e outros bens e serviços, levando em consideração a transformação de habitats naturais e o declínio de espécies^[10]. Uma das maiores contribuições para a Pegada de Biodiversidade está relacionada à conversão de áreas naturais em terras agrícolas^[2], urbanas e industriais, o que resulta na perda de habitat e fragmentação de ecossistemas, afetando negativamente a fauna e flora que ali habitam^[7]. Além disso, essa métrica considera o consumo de recursos naturais não renováveis, como minerais, metais e combustíveis fósseis, que afetam os ecossistemas e habitats naturais^[6]. A Pegada de Biodiversidade também aborda questões como a sobre-exploração de espécies, comércio ilegal de vida selvagem e invasão de espécies não nativas, que representam ameaças à fauna,

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

flora e ecossistemas locais ^[3]. Para a redução da Pegada de Biodiversidade, estratégias de conservação desempenham um papel fundamental, incluindo a criação de áreas protegidas, a restauração de habitats degradados e a promoção de práticas agrícolas e florestais sustentáveis ^[3].

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os indicadores de componentes da Pegada Ecológica desempenham um papel essencial na avaliação da sustentabilidade ambiental, fornecendo uma compreensão abrangente dos impactos das atividades humanas no planeta. Cada componente, seja a Pegada de Carbono, de Alimentos, de Moradia, de Mobilidade, de Água, ou de Biodiversidade, oferece informações métricas de como padrões de consumo e produção afetam os recursos naturais, ecossistemas e a biodiversidade. Esses indicadores não apenas revelam desafios ambientais, como a mudança climática, a degradação de habitats e a escassez de recursos, mas também apontam o caminho para soluções. Para promover a sustentabilidade, é fundamental adotar estratégias como o uso eficiente de recursos, práticas de produção mais limpas, adoção de fontes de energia renovável, planejamento urbano inteligente e conservação da biodiversidade, afim de garantir um futuro mais equilibrado e sustentável para o planeta e as gerações futuras.

5. REFERÊNCIAS

- [1] ARAUJO, M. C.; MEDEIROS, D. L.; COHIM, E. Desempenho energético e pegada de carbono de um sistema de esgotamento sanitário centralizado no nordeste brasileiro. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 27, n. 1, p. 205-221, fev. 2022. DOI: 10.1590/s1413-415220200325.
- [2] CARMO, H. F. et al. Balanço energético e pegada de carbono nos sistemas de produção integrada e convencional de feijão-comum irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1069-1077, set. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2016000900006>.
- [3] CARVALHO, M. et al. Educação ambiental por meio de um app para quantificação de pegada de carbono. **Research, Society And Development**, v. 10, n. 1, p. e0710111058, 1 jan. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11058>.
- [4] GARZILLO, J. M. F. et al. Pegadas dos alimentos e das preparações culinárias consumidos no Brasil. **FSP/USP**, São Paulo, p. 1-74, 19 ago. 2019. 10.11606/9788588848368.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

**SUSTENTARE
& WIPIS2023**

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO
DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

- [5] GIACOMIN, G. S. Analysis of results of water footprint by country and specific products. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, n. 8, p. 1562–1572, 2013. DOI: 10.5902/223611706721.
- [6] GIACOMIN, G. S.; OHNUMA JUNIOR, A. A. A pegada hídrica como instrumento de conscientização ambiental. **Revista Monografias Ambientais**, v. 7, n. 7, p. 1-12, 11 jun. 2012. DOI: 10.5902/223613084979.
- [7] KEMERICH, P. D. C.; RITTER, L. G.; BORBA, W. F. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 4, p. 3718-3722, 26 nov. 2014. DOI: 10.5902/2236130814411.
- [8] LAMIM-GUEDES, V. et al. Pegada ecológica como recurso didático em atividades de educação ambiental on-line. **Educação Unisinos**, v. 19, n. 2, p. 283-289, 27 abr. 2015. DOI: 10.4013/edu.2015.192.12.
- [9] LEITE, R.; ALMEIDA, G. F. et al. The ecological footprint as a comparative instrument of the levels of environmental sustainability in public and private schools in the Municipality of Pombal, Paraíba, Brazil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e419997268, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i9.7268.
- [10] LIED, E. B. et al. Sustentabilidade Ecológica pelo cálculo da Pegada Ecológica. **Ambiência**, v. 15, n. 1, p. 240-256, 2019. DOI: 10.5935/ambiencia.2019.01.15.
- [11] SANTANA, M.; OIKO, O. T. Carbon Footprint: in search of a definition and method for green logistics. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 14, n. 4, p. 197-214, 1 set. 2019. DOI: 10.15675/gepros.v14i4.2334.
- [12] SILVA FILHO, J. A. et al. Aplicação da pegada ecológica como indicador de sustentabilidade para análise da geração de resíduos sólidos urbanos. **Acta Biológica Catarinense**, v. 3, n. 6, p. 5-13, 2019.
- [13] SILVA, V. P. R. et al. Uma medida de sustentabilidade ambiental: pegada hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 100-105, jan. 2013. DOI: 10.1590/s1415-43662013000100014.