

# PEGADA DE CARBONO: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

## *CARBON FOOTPRINT: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS*

## *HUELLA DE CARBONO: UN ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO*

Sofia Negri Braz<sup>1</sup>  
Luiz Henrique Vieira da Silva<sup>2</sup>

### **Resumo**

A emissão de dióxido de carbono na atmosfera é determinante para alterações climáticas, pois esse componente químico é um dos responsáveis pelo efeito estufa. Diante disso, instrumentos foram criados com o intuito de diminuir as emissões de gás carbônico e, com isso, mitigar os danos causados pela ação antrópica aos ecossistemas. Uma dessas ferramentas é a chamada pegada de carbono, método que pode ser utilizado pelo poder público, empresas e sociedade civil para a melhoria da qualidade ambiental. Este artigo verifica, por meio da bibliometria, a produção científica em periódicos internacionais sobre o assunto, a partir da base de dados *Web of Science*. A presente análise evidenciou que o tema é cada vez mais estudado na academia, com o maior número de publicações nos Estados Unidos e China e, em menor escala, na Europa Ocidental e Austrália. O potencial brasileiro para desenvolver uma economia de baixo carbono é alto; contudo, são necessários mais estudos sobre a redução das emissões.

**Palavras-chave:** Poluição atmosférica. Gás carbônico. Estudo bibliométrico.

### **Abstract**

The emissions of carbon dioxide into the atmosphere is a determining factor for climate change, as this chemical component is one of the factors responsible for the greenhouse effect. Therefore, instruments were created in order to reduce carbon dioxide emissions and, with this, mitigate the damage caused by anthropic action to ecosystems. One of these tools is called the carbon footprint, a method that can be used by the public authorities, companies, and civil society for the improvement of environmental quality. This article verifies, through bibliometrics, the scientific production in international journals on the subject, based on the Web of Science database. The present analysis showed that the theme is increasingly studied at the academy, with the largest number of publications in the United States and China and, to a lesser extent, in Western Europe and Australia. The Brazilian potential for developing a low carbon economy is high; however, further studies are needed on emission reduction.

**Keywords:** Atmospheric pollution. Carbon dioxide. Bibliometric study.

### **Resumen**

La emisión de dióxido de carbono en la atmósfera es determinante en las alteraciones climáticas, una vez que ese componente químico es uno de los responsables por el efecto invernadero. Frente a eso, se crearon instrumentos para disminuir las emisiones de gas carbónico y, con ello, mitigar los daños causados por la acción antrópica sobre los ecosistemas. Una de esas herramientas es la llamada huella de carbono, método que puede ser usado por el poder público, empresas y sociedad civil para mejorar la calidad ambiental. Este artículo verifica, por medio de la bibliometría, la producción científica en periódicos internacionales sobre el tema, a partir de la base de datos *Web of Science*. El presente análisis puso en evidencia que el tema es cada vez más estudiado en la academia, con gran número de publicaciones en Estados Unidos y China y, en menor escala, en Europa Occidental y Australia. El potencial brasileño para desarrollar una economía de bajo carbono es grande; sin embargo, son necesarios más estudios sobre la reducción de las emisiones.

**Palabras-clave:** Contaminación atmosférica. Gas carbónico. Estudio bibliométrico.

---

<sup>1</sup> Mestranda em Sustentabilidade, PUC Campinas. E-mail: soh\_braz@hotmail.com.

<sup>2</sup> Mestrando em Sustentabilidade, PUC Campinas. E-mail: vieiraluiz77@gmail.com.

## 1 Introdução

O processo iniciado pela Revolução Industrial, no século XVIII, transformou radicalmente a maneira como os seres humanos interagem com o meio ambiente. A partir disso, eventos como: a emissão de poluentes pelas fábricas, o aumento dos grandes aglomerados urbanos, inicialmente na Europa Ocidental berço das operações fabris, o surgimento do automóvel e sua conseqüente popularização, o consumo desenfreado de recursos naturais, a fetichização de produtos descartáveis, etc., deixaram a sociedade em um estado de insustentabilidade. Esse estado é percebido a partir da década de 1960, sobretudo durante e após os anos 1970.

Inúmeros autores, eventos e obras alertaram para assuntos relativos à causa ambiental, como por exemplo: *Silent Spring* (CARSON, 1962), que questionou o uso de pesticidas na agricultura norte-americana; *The Limits to Growth* (MEADOWS *et al.*, 1972), que apontou o “crescimento zero” como solução para equacionar a demanda capitalista por produtos e os limites físicos do planeta; os ecologismos político e radical, impulsionados por nomes como Ivan Illich e André Gorz; encontros mundiais, como a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano em 1972; e a publicação de relatórios como o *Our Common Future*, de 1987.

Ainda que a criação de projeções de longo prazo, que evidenciavam o colapso iminente do planeta, tenham sido inicialmente rechaçadas (SAES; MIYAMOTO, 2012), um dos pensamentos mais aceitos atualmente é o de que a humanidade desconhece a barreira que a separa da própria ruína; logo, medidas imediatas devem ser tomadas para evitar que essa fronteira seja ultrapassada. Romeiro (2001, p. 23) pontua, nesse sentido, que “a precaução é frequentemente interpretada como um meio de restaurar a primazia do político na definição dos problemas e na oportunidade de engajar uma ação pública”.

Dessa maneira, diversas atitudes devem ser repensadas, a fim de evitar um colapso das condições necessárias para a manutenção da vida no planeta e minimizar as conseqüências de décadas de exploração irracional do meio ambiente; essa exploração relegou a natureza ao status de penduricalho, apêndice e/ou externalidade dos processos econômicos (CAVALCANTI, 2010). Assim, emissões de gás carbônico ou dióxido de carbono na atmosfera constituem um fator determinante para alterações climáticas, pois este componente químico é um dos responsáveis pelo efeito estufa.

Tal poluição é resultante das interações entre o homem e o meio em que vive, pois esse produz boa parte dos resíduos responsáveis pela poluição atmosférica. Esses resíduos podem

ser originados a partir de fontes classificadas em fixas ou móveis. As fontes fixas são representadas pelas indústrias, categorizadas como: metalúrgicas, mecânicas, têxteis, bebidas, químicas etc. (DERÍSIO, 2017). Por outro lado, as fontes móveis são representadas pelos veículos automotores, como: automóveis, caminhões, ônibus, trens, aviões e embarcações marinhas (IAP, 2019).

Segundo Costa *et al.* (2015), o planejamento do sistema urbano atual, adotado pela maioria das cidades brasileiras, incentiva e privilegia o sistema de transporte motorizado individual. Além disso, o crescimento populacional e econômico leva ao aumento exponencial da frota de veículos automotores; assim, torna-se maior a preocupação com os efeitos gerados pelas emissões veiculares, sejam eles relacionados à saúde da população ou à qualidade do ar (CANCELLEI; DIAS, 2014).

Diante disso, foram criados instrumentos com o intuito de diminuir as emissões de gás carbônico e mitigar os danos causados pela ação antrópica aos ecossistemas e à vida no planeta. Uma delas é a chamada pegada de carbono, método desenvolvido a partir da “pegada ecológica”<sup>3</sup>, criada por William Rees e Mathis Wackernagel, na década de 1990, para “quantificar a pressão humana sobre os ecossistemas.” (SYROVÁTKA, 2020, p. 1, tradução nossa). Por sua vez, a pegada de carbono se refere aos impactos causados por atividades humanas no meio ambiente, com enfoque nas emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) (RADU; SCRIECIU; CARACOTA, 2013), ao expor as “pegadas” deixadas pelas pessoas no que tange a emissão de gás carbônico na atmosfera.

A fim de gerenciar e, obrigatoriamente, reduzir as emissões de GEE, pode-se fazer uso dessa ferramenta de avaliação e de gerenciamento também nas empresas. Após o cálculo ser realizado, os pontos fracos a serem eliminados ou melhorados são identificados; ademais, sua aplicação também é adaptável para funcionar como um importante indicador de desenvolvimento sustentável (RADU; SCRIECIU; CARACOTA, 2013).

Dzematyi e Ramos (2019) argumentam que a pegada de carbono pode ser encarada de duas maneiras: primeiramente, a pegada de carbono de um produto, na qual o rótulo de carbono é definido pela quantidade total de GEE emitidos ao longo de todo ciclo de vida do produto. A origem dessas emissões pode estar na produção, no transporte, no consumo final, na eliminação de resíduos, entre outros; a segunda maneira é a pegada de carbono de uma empresa, que também avalia as emissões de GEE, mas no estágio da produção.

---

<sup>3</sup> May (2018, p. 7) explica que “o conceito de ‘pegada ecológica’ é baseado na ideia de que para a maioria dos tipos de consumo material e energético corresponde uma área mensurável de terra e de água nos diversos ecossistemas que deverá fornecer os fluxos de recursos naturais necessários para cada tipo de consumo, bem como a capacidade de assimilação dos rejeitos gerados”. Ademais, autores como Syrovátka (2020) aperfeiçoam a “pegada ecológica” e sua interpretação.

Diante do exposto e da transdisciplinaridade dessa questão, o presente artigo teve como objetivo verificar, por meio de uma análise bibliométrica, a produção científica em periódicos internacionais acerca desse assunto, a partir da base de dados *Web of Science*.

## 2 Referencial teórico

### 2.1 Emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Os processos industriais e de geração de energia, os veículos automotores e as queimadas são atividades antrópicas que ganham, cada vez mais, uma significativa influência na introdução de substâncias nocivas e prejudiciais em nosso ar (BRASIL, 2019). Dentre as principais substâncias poluentes, estão: dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, ozônio, monóxido de carbono, materiais particulados e compostos orgânicos como benzeno ou hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (KLUMPP *et al.*, 2001).

Essas substâncias, economicamente e socialmente, não trazem prejuízos apenas à saúde e à qualidade de vida das pessoas; elas acarretam, também, maiores gastos do Estado em consequência do aumento no número de atendimentos e internações hospitalares e o uso de medicamentos. Esses custos poderiam ser evitados com a melhoria da qualidade do ar dos centros urbanos.

Em relação ao meio ambiente, é notório que a poluição do ar pode, ainda, afetar a qualidade dos materiais (corrosão), do solo e das águas (chuvas ácidas), além de afetar a visibilidade (BRASIL, 2019). As modificações na paisagem — como a transformação de florestas e áreas verdes naturais em áreas urbanas — agravam o quadro da poluição atmosférica. Essas transformações intensificam ainda mais os efeitos da poluição na saúde humana e ambiental, além de alterarem o microclima das cidades (KOCH, 2016).

Em um breve histórico, Braga, Pereira e Saldiva (2002), explicam que a qualidade do ar é uma preocupação desde a era pré-cristã, pelo uso do carvão como combustível. Nessa época, a qualidade do ar já estava longe do desejável. Essa situação se agravou durante os primeiros séculos da era pós-cristã, até que ocorreram na Inglaterra os primeiros atos de controle de emissão de fumaças no final do século XIII.

Segundo Danni-Oliveira (2000), em 1283 ocorreu o caso registrado mais antigo de poluição do ar urbano, em Nottingham, Inglaterra. Ao longo desse ano, nuvens de fumaça preta eram formadas frequentemente, provenientes da queima de carvão mineral — utilizado para aquecer as residências da cidade. Who (2013) estima que apenas em 2012 esse tipo de poluição causou cerca de 3,7 milhões de mortes no mundo.

Braga, Pereira e Saldiva (2002) também citam diversos casos que envolveram o aumento da concentração de poluentes atmosféricos. Ao longo do século passado, desastres ambientais não cessaram. Mesmo em países desenvolvidos, com instrumentos para o controle ambiental mais efetivos, existem discussões sobre os efeitos da poluição atmosférica, ainda que em concentrações consideradas “seguras” pela legislação.

No Brasil, o CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente, criado em 1981, vinculado ao IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, é o órgão federal que dispõe sobre normas para controle e monitoramento da poluição do ar, assim como seus padrões de qualidade que devem ser seguidos — representado pela Resolução nº3 de 26/09/1990.

## 2.2 Métodos de quantificação da pegada de carbono

A pegada de carbono pode ser quantificada de várias maneiras, respeitando o público à qual está sendo destinada.

No âmbito empresarial, especialmente em relação aos setores de aço, alimentos, alumínio, cimento, tecidos, químicos e vidros, destaca-se o Sistema ABNT de Medição e Certificação da Pegada de Carbono de Produtos. O sistema foi lançado em abril de 2016, em uma parceria entre a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e a *Carbon Trust* — organização sediada em Londres. A colaboração contou com o patrocínio da Embaixada Britânica no Brasil e entrou em vigor por meio do auxílio do extinto Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior do Brasil (MDIC), que atualmente é uma das pastas que compõem o Ministério da Economia (ABNT, 2016). Com isso, o Comitê Técnico do Programa de Pegada de Carbono (ABNT/CTC-27) ficou responsável por revisar as Regras de Categoria de Produto – RCP.

## 2.3 Pegada de carbono e políticas públicas

As políticas públicas não são realizadas apenas pela administração pública, ou seja, pelos órgãos governamentais em suas três esferas (Federal, Estadual e Municipal); além dessas esferas, empresas, organizações do terceiro setor, fundações, institutos, universidades, instituições religiosas, sindicatos, associações e os indivíduos sem organização formal podem influenciar esse complexo jogo de interesses, que permeia a formação da agenda governamental. No entanto, após formuladas, as políticas públicas são formalizadas como leis, para que se tornem exequíveis.

No Brasil, a Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, que dispõe sobre a definição das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis e institui o Comitê da Política Nacional de Biocombustíveis (Comitê RenovaBio) e o Decreto nº 9.888, de 27 de junho de 2019, que dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), são exemplos de políticas públicas que condicionam o país a alcançar metas globais de redução da emissão de GEE na atmosfera, como o Acordo de Paris e a Agenda 2030, dos quais o Brasil é signatário.

Tratando-se das ações com amplo impacto público, encabeçadas por atores não estatais, há, por exemplo, a iniciativa do Instituto Akatu, que lista 22 recomendações para diminuir a pegada de carbono individual (INSTITUTO AKATU, 2020).

No âmbito internacional, referências ao combate às mudanças climáticas são encontradas em convenções e tratados históricos, como a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92), o Protocolo de Quioto (1997) e o Acordo de Paris (2015).

Contudo, é provável que a contribuição mais relevante esteja na *Agenda 2030 pelo Desenvolvimento Sustentável*, que lista 17 objetivos e 169 metas lançadas em 2015 e que deverão ser alcançadas até o ano de 2030 (ONU, 2015). Destacam-se os Objetivos 7 e 13, que, respectivamente, destinam-se a “assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos” e a “tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos.” (ONU, 2015, n.p.); portanto, esses objetivos estão diretamente relacionados com a pegada de carbono.

A Agenda 2030 funciona como um importante elemento balizador de políticas públicas em todo o planeta, que se efetiva sob a forma de leis e, também, como iniciativas governamentais, empresariais e da sociedade civil. Como o Brasil é signatário dessa agenda, juntamente com os outros 192 Estados-membros da ONU, os horizontes de atuação para redução das emissões de carbono devem ser traduzidos em ações concretas e, naturalmente, em produção científica capaz de sustentar e orientar todos os atores envolvidos.

### **3 Metodologia**

O método da pesquisa tem caráter quantitativo e exploratório. A pesquisa quantitativa se baseia em variáveis “que resultam de mensurações (contínuas) e aquelas que resultam de contagens (discretas).” (CEBRAP, 2016, p. 20). A pesquisa exploratória, por sua vez, “objetiva

desenvolver, elucidar e alterar conceitos e ideias, a partir da formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.” (GIL, 1999, 43).

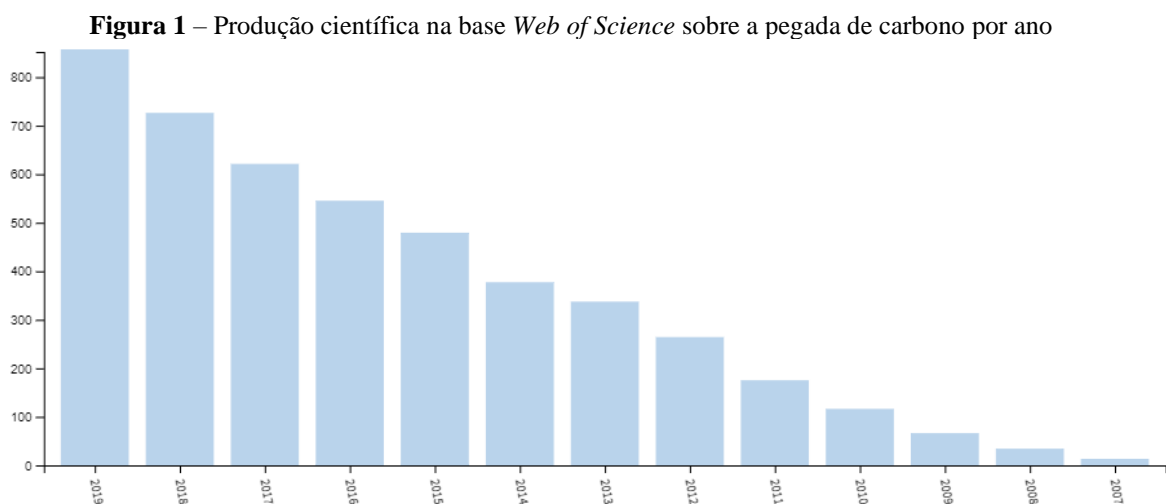
Para obtenção dos dados, optou-se pela análise bibliométrica. Quevedo-Silva *et al.* (2016) apontam que o uso dessa técnica é uma prática frequente nas pesquisas em ciências sociais aplicadas. Nesse campo, “os estudos bibliométricos se concentram em examinar a produção de artigos em um determinado campo de saber, mapear as comunidades acadêmicas e identificar as redes de pesquisadores e suas motivações.” (OKUBO, 1997 apud CHUEKE; AMATUCCI, 2015, p. 2).

Esse método faz uso de algumas leis, batizadas com os nomes de seus precursores. Sendo assim, o presente artigo utilizou a Lei de Bradford, que relaciona a dispersão de artigos por periódicos (QUEVEDO-SILVA *et al.*, 2016).

Os procedimentos metodológicos contemplaram a busca por artigos científicos na *Web of Science*, no período que compreende os anos de 2007 a 2019. As categorias elencadas foram: quantidade de produções anuais, periódicos nos quais os artigos foram publicados, áreas, países de origem dos estudos e instituições às quais os autores são vinculados. Inicialmente, os resumos dos artigos foram lidos e, posteriormente, os objetivos. Em casos de dúvida, a metodologia era lida e considerada. A expressão pesquisada foi *carbon footprint*.

#### 4 Resultados e discussão

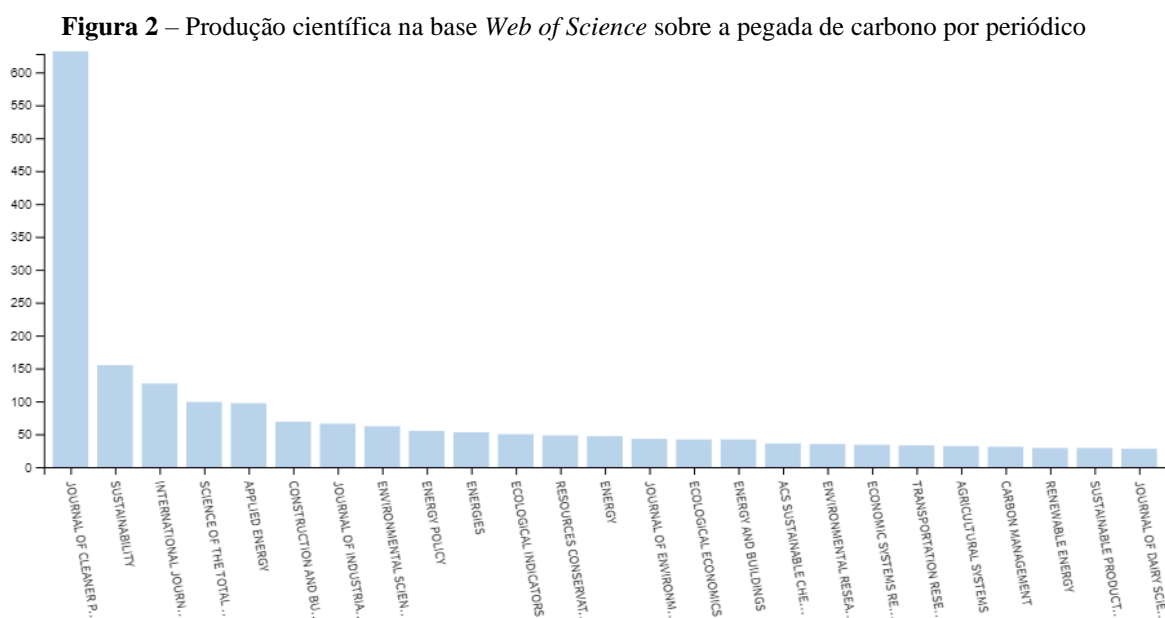
De 2007, primeiro ano em que o termo *carbon footprint* passou a ser mencionado, até 2019, observa-se uma linha ascendente, que totalizou a produção e publicação de 4545 artigos, como demonstrado na Figura 1.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se, a partir da Figura 1, que o pico de publicações ocorreu em 2019, com mais de 800 documentos; no entanto, em 2007, ano em que a expressão *carbon footprint* foi encontrada pela primeira vez na base, o número de publicações foi praticamente irrelevante. Sendo assim, percebeu-se um constante e crescente interesse sobre o tema.

Em relação aos periódicos com maior número de publicações, destaca-se o *Journal of Clean Production*, com 628 *papers*, ou seja, mais de 13% dos artigos. Para ilustrar esse destaque, a Figura 2 lista a produção científica na base *Web of Science* sobre a pegada de carbono por periódico.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O *Journal of Cleaner Production* é um periódico internacional, interdisciplinar e de alto impacto, com foco nas pesquisas e práticas de produção mais limpas e sustentáveis. Considerando que a pegada de carbono deve ser implementada em políticas públicas, para uma melhoria de práticas sustentáveis para diminuição da emissão de CO<sub>2</sub> em nível mundial, o destaque desse assunto na referida revista pode ser um impulsionador do método, aplicado a análises ambientais e na formulação de políticas sustentáveis.

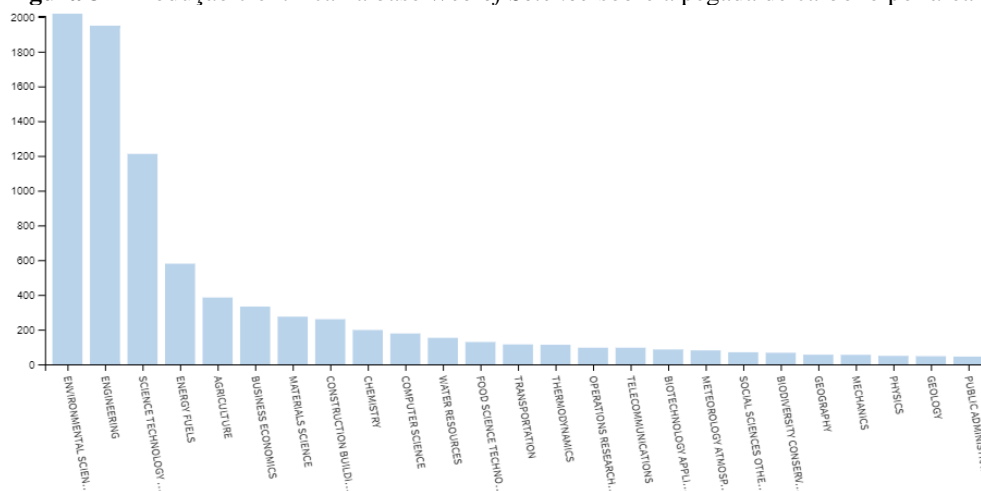
Em relação às áreas de pesquisa dos artigos, as mais contempladas são as de Ciências Ambientais e Economia, e Engenharia, com 44% e 42% dos artigos. Áreas correlatas, como Tecnologia, Energia, Agricultura e Economia, também apresentaram resultados consideráveis, o que evidencia a transdisciplinaridade do assunto.



Devido à interdisciplinaridade desse assunto, ele está presente, ainda que em menor escala, em áreas como Ciência da Computação, Ciências Sociais, Geografia e Administração Pública.

Na Figura 3, a produção científica na base *Web of Science* sobre a pegada de carbono por área foi destacada.

**Figura 3** – Produção científica na base *Web of Science* sobre a pegada de carbono por área



Fonte: Elaborado pelos autores.

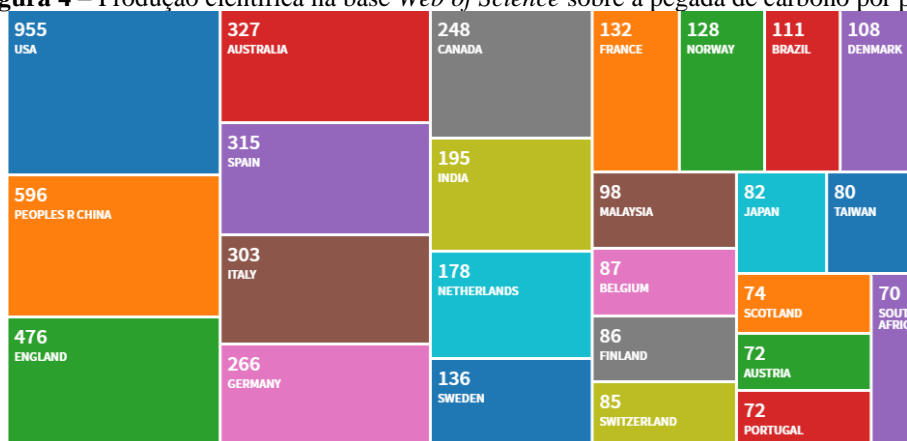
A produção por país também foi explorada, de maneira a pontuar quais povos têm destinado maior atenção de sua produção acadêmica para o assunto.

Curiosamente, mas não por acaso, os maiores emissores de poluentes atmosféricos do planeta, Estados Unidos da América e China, ocupam as primeiras posições no gráfico, com 21% e 13% dos artigos respectivamente.

Acima de 300 publicações em todo o período analisado, destacam-se Inglaterra, Austrália, Espanha e Itália. O Brasil aparece distante, com 111 publicações — o que equivale a 2% do total.

A Figura 4 apresenta a produção científica sobre a pegada de carbono por país, por meio de um mapa de árvore.

**Figura 4** – Produção científica na base *Web of Science* sobre a pegada de carbono por país



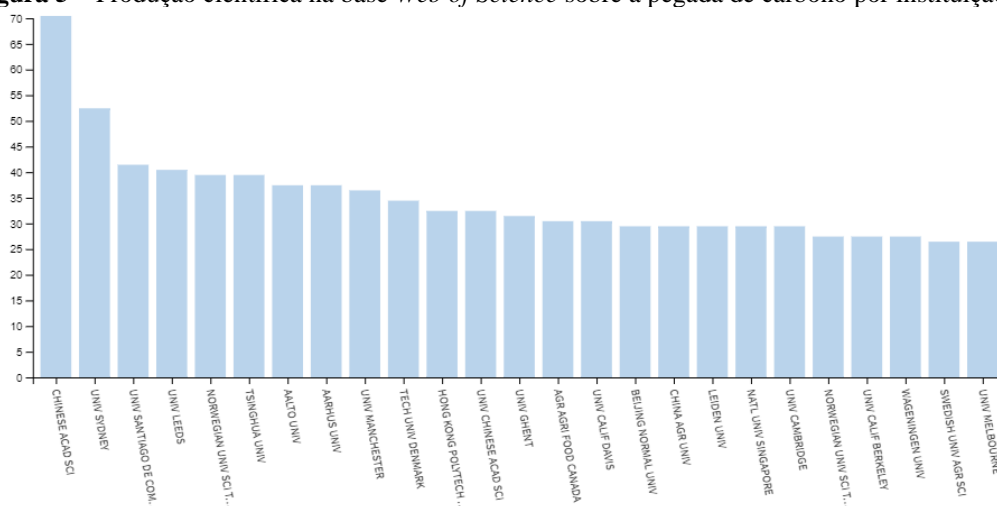
Fonte: Elaborado pelos autores.

Finalmente, evidenciou-se as instituições de ensino e/ou pesquisa com o maior número de *papers* publicados na base analisada.

Conforme esperado, o gráfico alinha-se ao mapa da Figura 4, com proeminência de instituições dos países com mais publicações. Nenhuma das 25 instituições citadas é brasileira, demonstrando que os 111 artigos publicados estão pulverizados em mais de uma universidade ou centro de pesquisa.

A Figura 5 dispõe, portanto, a produção científica na base *Web of Science* sobre a pegada de carbono por instituição.

**Figura 5** – Produção científica na base *Web of Science* sobre a pegada de carbono por instituição



Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao analisar os números apresentados pelo Brasil e pelas instituições de ensino e pesquisa brasileiras, observa-se que, ao se tratar da produção científica relacionada à pegada de carbono e, por extensão, à redução das emissões de gás carbônico na atmosfera, o país tem um longo caminho a ser percorrido.

Sachs (2008, p. 130), por exemplo, argumenta que “nenhum outro país do mundo reúne condições igualmente favoráveis à criação gradual de uma nova civilização sustentável dos trópicos, baseada na exploração sistemática do trinômio *biodiversidade - biomassas - biotecnologias*”.

Logo, é necessário, para os próximos anos, uma reorientação de políticas públicas e empresariais para uma economia de baixo carbono, biofísica e ecológica. Instrumentos como o cálculo da pegada de carbono e a Agenda 2030 podem auxiliar nessa transformação.

## **5 Considerações finais**

Este artigo se propôs a verificar, por meio de uma análise bibliométrica, a produção científica em periódicos nacionais e internacionais acerca da pegada de carbono, a partir da base de dados *Web of Science*.

O assunto está sendo abordado de maneira ascendente na Academia com o passar dos anos; ao comparar 2007 e 2019, observou-se um aumento de mais 100 vezes no número de artigos publicados na base. A maior quantidade de *papers* provém dos Estados Unidos da América, da China e, em menor escala, da Europa ocidental e Austrália.

Em relação ao Brasil, a pesquisa destacou que o país, apesar de apresentar uma produção considerável, está longe de alcançar o patamar países do primeiro pelotão; ademais, verifica-se a mesma situação quanto à publicação de artigos por instituições de ensino e pesquisa. Tendo em vista o imenso potencial brasileiro para a necessária transição para uma economia de baixo carbono, o país pode incrementar as reflexões e proposições sobre esse assunto, redirecionando seus esforços à redução da pegada de carbono.

Como limitação desta pesquisa, ressalta-se a restrição das buscas a somente uma base de dados. Contudo, a amostra compreendeu publicações dos principais periódicos nacionais e internacionais que abordam o tema, evidenciando que, ainda que restrita, a pesquisa apresenta alto potencial para a elaboração de referenciais teóricos sobre o assunto.

Estudos posteriores podem analisar a pegada de carbono em outras bases de dados, a fim de confirmar ou refutar as considerações traçadas aqui.

## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## **Referências**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Novo selo ambiental indicará a pegada de carbono e água de produtos**. 2016. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/imprensa/releases/4632-novo-selo-ambiental-indicara-a-pegada-de-carbono-e-agua-de-produtos>. Acesso em: 09 out. 2019.

BRAGA, A. L.; PEREIRA, L. A. A.; SALDIVA, P. H. do N. Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana. *In: SUSTENTABILIDADE NA GERAÇÃO E USO DE ENERGIA NO BRASIL: OS PRÓXIMOS VINTE ANOS*, 1., 2002. **Anais [...]**. Campinas: UNICAMP, 2002. Disponível em: <http://libdigi.unicamp.br/document/?view=1039>. Acesso em: 13 out. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Inter-relações entre biodiversidade e mudanças climáticas**. Brasília: MMA, 2007. 206 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Qualidade do ar**. 2019. Disponível em: [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br). Acesso em: 07 mar. 2020.

CANCELLI, D. M.; DIAS, N. L. BRevê: Uma metodologia objetiva de cálculo de emissões para a frota brasileira de veículos. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Curitiba, n. esp., p. 13-20, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v19nspe/1413-4152-esa-19-spe-0013.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2019.

CARSON, R. **Primavera silenciosa**. 2. ed. Tradução: Raul de Polillo. São Paulo: Melhoramentos, 1969.

CAVALCANTI, C. Concepções da economia ecológica: Suas relações com a economia dominante e a economia ambiental. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 53-67, 2010. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010340142010000100007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142010000100007&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 09 out. 2019.

CEBRAP. **Métodos de Pesquisa em Ciências Sociais - Bloco Quantitativo**. São Paulo: Sesc-CEBRAP, 2016. Disponível em: [http://bibliotecavirtual.cebrap.org.br/arquivos/2017\\_E-BOOK%20Sesc-Cebrap\\_%20Metodos%20e%20tecnicas%20em%20CS%20-%20Bloco%20Quantitativo.pdf](http://bibliotecavirtual.cebrap.org.br/arquivos/2017_E-BOOK%20Sesc-Cebrap_%20Metodos%20e%20tecnicas%20em%20CS%20-%20Bloco%20Quantitativo.pdf). Acesso em: 31 mar. 2020.

CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. **Internext**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 1-5, maio/ago. 2015. DOI: [dx.doi.org/10.18568/1980-48651021-52015](https://doi.org/10.18568/1980-48651021-52015).

COSTA, A. P.; CUNHA, P. B.; SILVA, G. G.; RODRIGUES, F. S.; BARBOSA, P. B. Sensibilização da população de usuários do transporte coletivo de Uberlândia, Minas Gerais, para a percepção dos impactos e riscos gerados pelas emissões veiculares. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, São Paulo, v.11, n. 20, p. 45-52, jun./2015.

DANNI-OLIVEIRA, I. M. **A cidade de Curitiba/PR e a poluição do ar**: Implicações de seus atributos urbanos e geoecológicos na dispersão de poluentes em período de inverno. 1999. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em:

<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal8/Procesosambientales/Ecologia/08.pdf>  
f. Acesso em: 20 out. 2019.

DERÍSIO, José Carlos. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 5. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

DZEMBATYI, R. G.; RAMOS, L. L. V. **Análise da pegada de carbono dos alunos de engenharia de produção da UTFPR**. 2019. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa, 2019. Disponível em:  
[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12221/1/PG\\_DAENP\\_2019\\_1\\_16.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12221/1/PG_DAENP_2019_1_16.pdf).  
Acesso em: 01 nov. 2019.

ERÍSIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 5. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

IAP - Instituto Ambiental do Paraná. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Fontes de Poluição Atmosférica**. 2019. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/pagina-1415.html>. Acesso em: 26 out. 2019.

INSTITUTO AKATU. **Pegada de Carbono**. 2020. Disponível em:  
<https://www.akatu.org.br/dicas/pegada-de-carbono/>. Acesso em: 16 dez. 2020.

KLUMPP, A.; ANSEL, WOLFGANG.; KLUMPP, G.; FOMIN, A. Um novo conceito de monitoramento e comunicação ambiental: A rede europeia para a avaliação da qualidade do ar usando plantas Bioindicadoras (*EuroBionet*). **Revista Brasil. Bot.**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 511-518, 2001. Suplemento. Disponível em:  
<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbb/v24n4s0/9472.pdf>. Acesso em: 07 maio 2020.

KOCH, N. M. **Efeitos da poluição atmosférica como fator de estresse ambiental na estrutura e na funcionalidade das comunidades de líquens**. 2016. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em:  
<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/143740>. Acesso em: 08 maio 2020.

MAY, P. H. Economia ou economia política da sustentabilidade. *In*: MAY, P. H. **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

MEADOWS, D. H. *et al.* **Limites do crescimento**: Um relatório para o Projeto do Clube de Roma sobre o Dilema da Humanidade. Tradução de I. M. F. Litto. São Paulo: Perspectiva, 1973.

ONU- Organização das Nações Unidas Brasil. **Momento de ação global para as pessoas e o planeta**. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/>. Acesso em: 04 abr. 2020.

QUEVEDO-SILVA, F.; SANTOS, E. B. S.; BRANDÃO, M. M.; VILS, L. Estudo bibliométrico: Orientações sobre sua aplicação [Bibliometric study: Guidelines on its application]. **Revista Brasileira de Marketing: REMARK**, v. 15, n. 2, p. 246-262, 2016. DOI: doi:10.5585/remark.v15i2.3274.

RADU, A. L.; SCRIECIU, M. A.; CARACOTA, D. M. Carbon footprint analysis: towards a projects evaluation model for promoting sustainable development. **Procedia Economics and Finance**, v. 6, p. 353-363, 2013. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567113001494>. Acesso em: 01 nov. 2019.

ROMEIRO, A. Economia ou economia política da sustentabilidade? Texto para discussão. **IE/UNICAMP**, n. 102, p. 1-28, set. 2001.

SACHS, I. **Desenvolvimento incluyente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SAES, B. M.; MIYAMOTO, B. C. B. Limites Físicos do Crescimento Econômico e Progresso Tecnológico: O debate The Limits to Growth versus Sussex. **Desenvolvimento & Meio ambiente**, v. 26, p. 51-68, Jul./Dez. 2012.

SYROVÁTKA, M. On sustainability interpretations of the Ecological Footprint. **Ecological Economics**, v. 169, Mar. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106543>.

WHO - World Health Organization. **Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project**. Recommendations for concentration-response functions for costbenefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. 2013. Disponível em: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0006/238956/Health\\_risks\\_air\\_pollution\\_HRAPIE\\_project.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_project.pdf). Acesso em: 14 nov. 2019.