

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA E INTERNACIONAL SOBRE PEGADA CLIMÁTICA E CUIDADOS DE SAÚDE NA BASE DE DADOS SCOPUS E WEB OF SCIENCE

EDUARDO FRANCISCO DA SILVA
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

AUGUSTO DA CUNHA REIS

Introdução

A pandemia de COVID-19 forneceu ao mundo o que é uma crise multidimensional em escala planetária. A pandemia também destacou o imperativo de fortalecer e transformar nossos sistemas de saúde para que estejam preparados para futuras pandemias, bem como para outros grandes desafios de saúde do século XXI, incluindo as mudanças climáticas. Atualmente, as mudanças climáticas são a maior ameaça à saúde que o mundo enfrenta neste século (WHO, 2019). A saúde tem uma pegada climática significativa e contribui de forma importante para a crise climática.

Problema de Pesquisa e Objetivo

O uso de fontes de emissões relacionadas às mudanças climáticas nos serviços de saúde compreende 84% de todas as emissões climáticas do setor. Isso inclui a operação das unidades de saúde, a cadeia de suprimentos, e toda a economia do setor saúde em geral. Em um cenário de operação usual (BAU, sigla em inglês para business as usual), a pegada climática da área da saúde triplicará entre agora e 2050 (KARLINER, J., et al, 2022). Cujo objetivo é analisar a produção científica brasileira e internacional sobre a pegada climática e cuidados de saúde na base de dados SCOPUS e Web Of Science.

Fundamentação Teórica

As mudanças climáticas são a maior ameaça à saúde que o mundo enfrenta neste século (WHO, 2019). Face às alterações climáticas, o setor da saúde terá de enfrentar as crescentes consequências para a saúde em todo o mundo (LINDHOLM et al 2023). As alterações climáticas estão a ter consequências cada vez mais frequentes, generalizadas e graves impactos negativos na saúde física e mental das pessoas (KARLINER, J., et al, 2022). Os efeitos das mudanças climáticas futuras na morbidade e na mortalidade prematura serão amplos e dramáticos (KARLINER, J., et al, 2020).

Metodologia

A bibliometria possibilita a observação do estado da arte de toda a produção científica registrada em uma base de dados. É um método que permite situar um país em relação ao mundo, uma instituição em relação a um país, e cientistas individuais em relação às próprias comunidades científicas (SOARES; et al., 2016). Neste sentido, na presente pesquisa foram levantados dados de produção científica brasileira e internacional baseada em artigos publicados em periódicos indexados na base de dados Web of Science e Scopus.

Análise dos Resultados

Com início em 2003, com três publicações, observa-se uma tendência de crescimento na produção científica mundial em relação à pegada climática do setor saúde, haja vista o avanço das mudanças climáticas e seus impactos nos sistemas de saúde e vice-versa, em face do aumento dos agravos na saúde da população por fatores climáticos. Ressalte-se que a partir de 2020, em ambas as bases de dados, temos uma curva de crescimento consistente, saindo de 6,5% em 2020 para 29,6%, chegando a 223 documentos em 2022. Tal situação pode ter ocorrido em virtude das condições de saúde impostas pela COVID-19.

Conclusão

O presente estudo buscou por meio da bibliometria compreender a produção científica sobre a pegada climática do setor de saúde, analisando a produção científica brasileira em relação aos demais países. Neste sentido, o Brasil em comparação com os demais países, a despeito da sua grande participação na pegada climática do setor, ainda é incipiente no aspecto de produção científica sobre as contribuições do setor saúde para mitigação do impacto das mudanças climáticas.

Referências Bibliográficas

ANDY, Haines et al. Climate change and human health: impacts, vulnerability and public health. Public health, v. 120, n. 7, p. 585-596, 2006. BHATIA, Pankaj et al. Greenhouse gas protocol product life cycle accounting and reporting standard. 2011. DE MEDEIROS, José Mauro Gouveia; VITORIANO, Maria Albeti Vieira. A evolução da bibliometria e sua interdisciplinaridade na produção científica brasileira. RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação, v. 13, n. 3, p. 491-503, 2015.

Palavras Chave

Cuidados de Saude, Pegada climática, Mudanças climáticas

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA E INTERNACIONAL SOBRE PEGADA CLIMÁTICA E CUIDADOS DE SAÚDE NA BASE DE DADOS SCOPUS E WEB OF SCIENCE

1 INTRODUÇÃO

A pandemia de COVID-19 forneceu ao mundo o que é uma crise multidimensional em escala planetária. A pandemia também destacou o imperativo de fortalecer e transformar nossos sistemas de saúde para que estejam preparados para futuras pandemias, bem como para outros grandes desafios de saúde do século XXI, incluindo as mudanças climáticas.

Atualmente, as mudanças climáticas são a maior ameaça à saúde que o mundo enfrenta neste século (WHO, 2019). Embora já estejamos enfrentando eventos climáticos extremos em todo o mundo, os impactos de longo prazo na saúde incluirão aumento da mortalidade relacionada ao calor, aumento de doenças transmitidas por alimentos e aumento do risco de doenças transmitidas por vetores e pela água (TAYLOR; MACKIE, 2017).

A saúde tem uma pegada climática significativa e contribui de forma importante para a crise climática, pois constituem mais de 4,4% do total das emissões líquidas globais (TAYLOR; MACKIE, 2017). O uso de fontes de emissões relacionadas às mudanças climáticas nos serviços de saúde compreende 84% de todas as emissões climáticas do setor. Isso inclui a operação das unidades de saúde, a cadeia de suprimentos, e toda a economia do setor saúde em geral. Em um cenário de operação usual (BAU, sigla em inglês para business as usual), a pegada climática da área da saúde triplicará entre agora e 2050 (KARLINER, J., *et al*, 2022).

A prestação e operação dos serviços de saúde está no núcleo da pegada climática do setor (KARLINER, J., *et al*, 2020). Os hospitais e sistemas de saúde devem assumir as suas emissões de gases de efeito estufa e contribuir efetivamente para a mitigação, resiliência e liderança na transição de um sistema de saúde mais sustentável e equitativo.

A pegada climática do setor de saúde em 2014, no Brasil, equivale a 2% das emissões líquidas globais. Os três principais emissores, os Estados Unidos, a China e coletivamente os países da União Europeia, compõem mais da metade da pegada climática de saúde mundial (56%), (KARLINER, J., *et al*, 2022).

No Brasil mais de 70% da pegada climática do setor saúde provém das emissões do escopo 3, grande parte das quais tem origem na cadeia de suprimentos global. Todos os aspectos da cadeia de suprimentos e da assistência à saúde dependem de outras indústrias. Uma descarbonização mais ampla é crucial para que o setor saúde reduza as emissões, enquanto protege mais amplamente a saúde das pessoas e do planeta contra os impactos das mudanças climáticas (KARLINER, J., *et al*, 2020).

O setor de saúde global e no Brasil, particularmente, deve se reinventar para enfrentar a urgente ameaça das mudanças climáticas à saúde no século XXI. Isso requer uma mudança de sistema dentro e fora do setor saúde (KARLINER, J., *et al*, 2022).

O sistema de saúde nacional é um setor complexo e diversificado que, conforme a literatura, pouco contribuiu para que fosse mapeado as suas emissões climáticas antes. Neste sentido, é relevante analisar a produção científica brasileira em relação ao mundo a partir da bibliometria, cuja a técnica é utilizada para mensurar aspectos da produção acadêmica que contribui para o desenvolvimento da ciência (DE MEDEIROS; VITORIANO, 2015).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As mudanças climáticas são a maior ameaça à saúde que o mundo enfrenta neste século (WHO, 2019). Face às alterações climáticas, o setor da saúde terá de enfrentar as crescentes consequências para a saúde em todo o mundo (LINDHOLM *et al* 2023).

Embora já estejamos enfrentando eventos climáticos extremos em todo o mundo, os impactos de longo prazo na saúde incluirão aumento da mortalidade relacionada ao calor, aumento de doenças transmitidas por alimentos e aumento do risco de doenças transmitidas por vetores e transmitidas pela água (TAYLOR; MACKIE, 2017; KARLINER, J., *et al*, 2020).

A crise climática ameaça o fornecimento da cobertura universal de saúde de várias maneiras, incluindo o risco que representa para os serviços de saúde, para a saúde da população e para o financiamento da saúde (KARLINER, J., *et al*, 2022. Eventos climáticos extremos têm impactos diretos em instalações e infraestrutura de saúde (KARLINER, J., *et al*, 2020).

As alterações climáticas estão a ter consequências cada vez mais frequentes, generalizadas e graves impactos negativos na saúde física e mental das pessoas (KARLINER, J., *et al*, 2022).

A mudança climática aumentará a carga geral de doenças. A crise climática pode arrastar mais de 100 milhões de pessoas de volta à pobreza extrema até 2030, sendo grande parte dessa reversão atribuível a impactos negativos na saúde (ROLAND; KUREK; NABARRO, 2020).

Os efeitos das mudanças climáticas futuras na morbidade e na mortalidade prematura serão amplos e dramáticos (KARLINER, J., *et al*, 2020).

Como muitas condições crônicas de saúde, as mudanças climáticas crescem silenciosamente por décadas em termos de consequências para a saúde humana, com apenas 'sintomas' leves ou moderados. Este período acabou com os impactos na saúde desta crise climática já evidentes nas salas de espera de hospitais e clínicas todos os dias. (HALLEGATTE, *et al*. 2016).

O impacto do calor resultante é visto no agravamento de doenças cardiovasculares, aumento da disseminação de doenças infecciosas, migração induzida pelo clima de regiões desestabilizadas e múltiplos efeitos em nossa saúde mental. (HALLEGATTE, *et al*. 2016; WATTS, 2019).

Na era das mudanças climáticas, os padrões de necessidades de saúde e a demanda por serviços provavelmente mudará devido à migração humana desencadeada pelas perturbações no clima. À medida que a crise climática evolui, ela também gerará crises financeiras que podem afetar negativamente o financiamento do sistema de saúde (KARLINER, J., *et al*, 2020).

2.2 O SETOR SAÚDE

O surgimento da COVID-19 enfatizou o papel essencial que o setor saúde deve ter na preparação para catástrofes. A resposta e recuperação da pandemia também proporciona uma oportunidade de reconstruir melhor e investir em serviços de saúde inteligentes (resilientes e sem emissões) como uma estratégia de prevenção e preparação para catástrofes (MORA; *et al*, 2018).

Para um cenário de operação usual — sem executar nenhuma ação de mitigação climática dentro e fora do setor — as emissões globais absolutas dos serviços de saúde aumentariam enormemente, comparadas com a linha de base de 2014, triplicando-se até 2050, atingindo seis gigatoneladas por ano (KARLINER, J., *et al*, 2020).

Os serviços de saúde em todo mundo contribuem para o problema, pois constituem mais de 4,4% do total das emissões líquidas globais (TAYLOR; MACKIE, 2017). É

necessário limitar as consequências das alterações climáticas para a saúde. No Brasil, estima-se em 2% das emissões do setor de saúde.

À medida que os impactos das mudanças climáticas aumentam em todo o mundo, o setor saúde pode desempenhar um importante papel, contribuindo a fim de reduzir suas próprias emissões, além de proteger mais amplamente a saúde pública das mudanças climáticas (KARLINER, J., *et al*, 2020).

A prestação e operação dos serviços de saúde está no núcleo da pegada climática do setor. Como tal, para garantir que os ganhos nos cuidados de saúde sejam sustentáveis a longo prazo, é imperativo que a redução das emissões seja parte integrante da prestação de uma cobertura universal de saúde (RASHEED, *et al*. 2021).

Os hospitais e sistemas de saúde ao redor do mundo devem assumir as suas emissões de gases de efeito estufa e implementar ações para descarbonizar totalmente todos os aspectos da assistência à saúde, incluindo os sistemas auxiliares, mantendo e melhorando ao mesmo tempo a atenção aos pacientes (KARLINER, J., *et al*, 2020).

A utilização de carvão, petróleo e gás para suprir hospitais, assim como as viagens relacionadas aos serviços de saúde e a manufatura e transporte de produtos médicos compreendem 84% de todas as emissões climáticas do setor. Isso inclui a operação das unidades de saúde, a cadeia de suprimentos, e toda a economia do setor saúde em geral (KARLINER, J., *et al*, 2020).

A prestação dos serviços de saúde, as unidades de saúde e as operações neles, incluindo a cadeia de suprimentos e a economia do setor em geral, devem fazer toda a transição, abandonando os combustíveis fósseis. Os sistemas de saúde em países de renda alta, média e baixa são todos vulneráveis às mudanças climáticas, seja pela destruição direta de instalações, interrupção das cadeias de abastecimento ou ser esmagado por choques climáticos súbitos (KARLINER, J., *et al*, 2022). De longe, os sistemas mais frágeis estão em países que atualmente trabalham para a cobertura universal de saúde (CUS). É provável que o progresso desacelere ou até reverta, se as atuais tendências de mudança climática continuarem (ROLAND; KUREK; NABARRO, 2020).

Neste sentido, um primeiro passo é mitigar a mudança climática, reduzindo a participação de 4,4% da assistência médica nas emissões globais. Mas, para proteger sistemas e sociedades das mudanças ambientais já ocorrendo, isso precisa ser feito em conjunto com medidas de adaptação climática (HALLEGATTE, *et al*. 2016). Esses imperativos duplos deram origem ao conceito de cuidados de saúde 'climaticamente inteligentes', que busca tornar os sistemas simultaneamente mais verdes, mais resilientes e de maior qualidade por meio de ações como minimização de resíduos, autossuficiência energética e transferência de recursos curativos para cuidados preventivos (KARLINER, J., *et al*, 2022).

Tais ações podem proporcionar “co-benefícios para saúde e sustentabilidade”. A evidência dos co-benefícios criados por inovações inteligentes para o clima é ampla e muitas vezes além do que os setores de saúde ou meio ambiente podem alcançar sozinhos (KARLINER, J., *et al*, 2022). Os co-benefícios da mitigação e adaptação podem ser particularmente importantes no ambiente de saúde e assistência médica (DOREY; RABIE; GRACHEVA, 2021).

Os hospitais são altamente intensivos em carbono e, em toda a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), têm uma pegada aproximadamente o dobro da dos cuidados ambulatoriais e mais de 30 vezes a dos cuidados preventivos (POLLARD *et al.*, 2013). No entanto, ainda mais importante do que a própria saúde e serviços são sua decisão de compra. De acordo com uma estimativa, a cadeia de suprimentos responde por até 71% das emissões da área de saúde (KARLINER, J., *et al*, 2020).

Se o Brasil quiser ter sucesso em suas metas de mudança climática, ele precisa considerar os impactos relacionados à saúde e ao meio ambiente, reconhecendo o papel

fundamental que pode desempenhar na redução de suas próprias emissões de carbono, ao mesmo tempo em que desenvolve resiliência e capacidade na maneira como os cuidados são prestados. As soluções climáticas são inquestionavelmente possíveis, dado o conhecimento e a tecnologia atualmente disponíveis (TAYLOR; MACKIE, 2017).

2.3 A PEGADA DE CARBONO NO SETOR SAÚDE

A pegada de carbono é o conjunto de emissões e remoções de gases de efeito estufa produzidos direta ou indiretamente por uma atividade (PICHLER, *et al.*, 2019). Os três principais GEE que geralmente são incluídos devido ao seu potencial de aquecimento global são o dióxido de carbono, o metano e o óxido nitroso. Para medir a contribuição de todos os GEEs para a pegada de carbono, é usada a unidade equivalente de CO₂ (CO₂eq.) (SIVARAJASINGAM, 2023; PASCUAL; NIETO; RODRÍGUEZ, 2023).

As emissões diretas (escopo 1 + 2) são aquelas relacionadas ao consumo de combustíveis fósseis ou uso de gases fluorados, bem como aquelas relacionadas ao uso de eletricidade, enquanto as emissões indiretas (escopo 3) representam todos os GEE emitidos durante toda a cadeia de valor de fabricação, uso e descarte de um produto ou produtos envolvidos em um processo (PASCUAL; NIETO; RODRÍGUEZ, 2023).

A padronização regulatória em termos de cálculo da pegada de carbono (CHC) mudou ao longo do tempo. A última versão da norma ISO 14064-1, em sua última versão, que difere fundamentalmente das normas anteriores na obrigação de calcular as emissões indiretas e de decompor os GEE em emissões parciais (ISO 14064-1, 2018).

A própria prestação de cuidados de saúde produz gases (GEE), como o dióxido de carbono, que são responsáveis pela maioria dos gastos com saúde (PASCUAL; NIETO; RODRÍGUEZ, 2023). De acordo com RASHEED *et al.* (2021), os cuidados de saúde nos países de baixo e médio rendimento têm uma elevada pegada de carbono, mas a maior contribuição relativa para as emissões de gases com efeito estufa são provenientes dos sistemas de saúde nos países de rendimento elevado.

A pegada de carbono estima as emissões diretas e indiretas de GEE associadas a um setor (como o setor de saúde), processo (como uma operação) ou produto (como uma cirurgia; instrumento). O dióxido de carbono é o GEE dominante emitido pelos cuidados de saúde e é responsável por 80-85% do potencial de aquecimento global do setor de saúde nos EUA e Reino Unido (RIZAN; *et al.*, 2020).

A saúde também emite outros gases de efeito estufa, como metano, óxido nitroso, clorofluorcarbonetos e gases anestésicos, que juntamente com o dióxido de carbono, podem ser convertidos em equivalentes de dióxido de carbono (CO₂e) (RIZAN; *et al.*, 2020).

A soma de todos esses gases diferentes é uma pegada de carbono. Estimar a pegada de carbono de sistemas de saúde permite que suas emissões de GEE, a serem quantificadas, e talvez mais importante, permite a identificação e direcionamento de *hotspots* de carbono (maiores contribuintes de GEE) dentro dos níveis de atenção à saúde (RIZAN; *et al.*, 2020).

A pegada de carbono pode ser usada como uma ferramenta para modelar o impacto relativo de diferentes medidas destinadas a reduzir as emissões de GEE (RIZAN; *et al.*, 2020).

Existem várias diretrizes disponíveis sobre como conduzir estudos de pegada e para a contabilização de gases de efeito estufa (GEE) como a Avaliação do Ciclo de Vida. Estes incluem a Organização Internacional de Padronização (ISO) 14067:2018, o Gás de Efeito Estufa Protocolo (WORLD RESOURCES INSTITUTE, 2011), e as diretrizes da *Publicly Available Specification* (PAS 2050, 2011).

De acordo com os números de 2019 do NHS, da pegada de carbono total, os cuidados primários representam cerca de 23%. O que equivale a aproximadamente 1% das emissões de gases de efeito estufa do Reino Unido. Sessenta por cento das emissões da atenção primária

são provenientes do trabalho clínico, com uma quantidade significativa proveniente de medicamentos prescritos, mas as emissões não clínicas (particularmente relacionadas a viagens) também são significativas (TENNISON, 2021).

Os serviços de saúde são necessários para sustentar e melhorar o bem-estar humano, mas têm uma pegada ambiental que contribui para ameaças à saúde humana relacionadas ao meio ambiente (LENZEN; *et al.*, 2020).

Esforços para melhorar o desempenho ambiental dos cuidados de saúde podem reduzir as despesas diretamente através da redução de resíduos e economia de energia, e indiretamente através da redução da carga de poluição na saúde pública (ECKELMAN; SHERMAN, 2016).

3 METODOLOGIA

A bibliometria possibilita a observação do estado da arte de toda a produção científica registrada em uma base de dados. É um método que permite situar um país em relação ao mundo, uma instituição em relação a um país, e cientistas individuais em relação às próprias comunidades científicas (SOARES; *et al.*, 2016)

O objetivo principal é analisar a produção científica sobre um determinado tema em questão. Os dados elaborados por meio dos estudos bibliométricos mensuram a contribuição do conhecimento científico derivado das publicações em determinadas áreas (DE MEDEIROS; VITORIANO, 2015).

Neste sentido, na presente pesquisa foram levantados dados de produção científica brasileira e internacional baseada em artigos publicados em periódicos indexados na base de dados *Web of Science e Scopus*.

A *Web of Science* é uma base multidisciplinar de grande relevância, assim como a Scopus Elsevier. Por isso foram escolhidas como fonte de dados bibliográficos para avaliar a relação entre as categorias de autores, instituições, estados, áreas do conhecimento e países dos documentos e artigos selecionados.

Como critério de seleção dos dados foi utilizado a categoria com os seguintes termos em ambas as bases de dados: “*climate AND footprint*” OR “*carbon AND footprint*” and “*Hospital*” and “*Health care*”. Com a utilização dos operadores booleanos *and* e *or* como estratégia de busca.

O resultado de documentos para a coleção principal da *Web of Science* para os termos utilizados foi 10.018. Para pesquisa nos resultados de documentos selecionados inicialmente a partir de filtros utilizados com os termos “*climate footprint or carbon footprint and hospital and Health care*”, foram 109 documentos selecionados. Mas com refinamento limitado ao país “*Brazil*” obtivemos cinco documentos como resultados. Por tipo de documentos foram 76 artigos que ao refinar-se por país/região foi encontrado somente um artigo publicado sobre o tema objeto de estudo por pesquisador brasileiro, ainda que como co-autor do estudo.

Para a base de dados *Scopus* o resultado de documentos encontrados foi inicialmente de 1.377 resultados. Ao refinar a busca, pesquisando nos resultados com os termos de busca “*climate footprint or carbon footprint and hospital and Healthcare*”, foram 508 documentos encontrados. Mas com refinamento limitado ao país “*Brazil*” obtivemos nove documentos encontrados. Por tipo de documentos foram 285 artigos que ao refinar-se por país/região “*Brazil*” foram encontrados nove documentos e dois artigos publicados sobre o tema objeto de estudo por pesquisador brasileiro, ainda que como co-autor do estudo.

Com isso, foram selecionados para análise 508 documentos publicados, com 285 artigos científicos indexados na base de dados *Scopus* e 324 documentos publicados, com 237 artigos publicados em periódicos indexados na base de dados *Web Of Science*. A busca foi realizada entre os meses de agosto e setembro de 2023, sem filtro por período.

Os dados selecionados foram tabulados, categorizados e sintetizados por meio de análise descritiva, utilizando-se do *software Excel*.

Ressalta-se que o presente método possui limitações quanto aos resultados encontrados em cada rodada de busca, mantendo-se os termos, pois não há como controlar o universo de documentos que são indexados diariamente nas respectivas bases de dados.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA MUNDIAL E BRASILEIRA SOBRE CLIMATE FOOTPRINT E HEALTH CARE

Na tabela 1 mostra o número de documentos relacionados à produção científica mundial sobre o tema objeto de estudo por ano de publicação. Com início em 2003, com três publicações, observa-se uma tendência de crescimento na produção científica mundial em relação à pegada climática do setor saúde, haja vista o avanço das mudanças climáticas e seus impactos nos sistemas de saúde e vice-versa, em face do aumento dos agravos na saúde da população por fatores climáticos.

Ressalte-se que a partir de 2020, em ambas as bases de dados, temos uma curva de crescimento consistente, saindo de 6,5% em 2020 para 29,6%, chegando a 223 documentos em 2022. Tal situação pode ter ocorrido em virtude das condições de saúde impostas pela pandemia de Covid-19, entre 2019 e 2022.

Tabela 1: Documento por ano sobre a produção científica mundial

WoS			Scopus		
Anos da publicação	Contagem do registro	%	Anos da publicação	Contagem do registro	%
2023	84	25,9%	2023	201	16,2%
2022	96	29,6%	2022	223	18,0%
2021	56	17,3%	2021	211	17,0%
2020	21	6,5%	2020	143	11,5%
2019	12	3,7%	2019	75	6,1%
2018	8	2,5%	2018	55	4,4%
2017	6	1,9%	2017	55	4,4%
2016	5	1,5%	2016	63	5,1%
2015	8	2,5%	2015	48	3,9%
2014	7	2,2%	2014	42	3,4%
2013	4	1,2%	2013	40	3,2%
2012	8	2,5%	2012	30	2,4%
2011	1	0,3%	2011	23	1,9%
2010	5	1,5%	2010	14	1,1%
2009	3	0,9%	2009	5	0,4%
			2008	4	0,3%
			2007	2	0,2%

2006	1	0,1%
2005	0	0,0%
2004	1	0,1%
2003	3	0,2%

Fonte: Elaborado pelos autores, (2023)

4.2 EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA E DEMAIS PAÍSES

Na Tabela 2, considerando o recorte por produção brasileira, entende-se por publicação de autores brasileiros, a despeito do local e o idioma, observa-se que o primeiro documento publicado disponível na base *SCOPUS* foi em 2014, porém trata-se da publicação de um relatório.

No ano de 2020, observa-se três documentos disponíveis, sendo dois destes fora do escopo do estudo. Com isso, considera-se o artigo de autoria de Leonardo Suveges Moreira Chaves PhD. Departamento de Epidemiologia, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil como sendo o primeiro artigo publicado. O artigo é denominado “*The environmental footprint of health care: a global assessment*” e foi publicado no *The Lancet Planetary Health*. Disponível online em 15 de julho de 2020. Atualmente com 218 citações.

No entanto, observa-se um segundo artigo denominado “*Decarbonising healthcare in low and middle income countries: Potential pathways to net zero emissions*”. Publicado em 2021 na *The BMJ*. Autoria de: Vianna, N.A. Laboratório de Epidemiologia Molecular e Bioestatística, Fundação Oswaldo Cruz, Salvador, Brasil e Enrique Falceto De Barros. Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-Programa de Pós-Graduação de Educação em Ciências, Santa Maria do Herval, Brasil.

Na base *Web Of Science* (WoS) observa-se que o primeiro artigo publicado foi de 2018, de autoria de Williams, Bárbara J. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. O artigo denominado “*Greening the operating room*”, foi publicado no *American Journal of Surgery* em 19 de julho de 2018. Atualmente com 49 citações.

Com um total de cinco documentos disponíveis na base de dados *WoS* e nove na *Scopus*, verifica-se a partir da distribuição dos dados que entre 2020 e 2023 houve um pequeno aumento de publicações (entre um e três artigos por ano) em relação aos anos anteriores, ainda que o número seja considerado pequeno se comparado aos demais países conforme tabela 3, demonstrando a baixa produção científica brasileira na área objeto deste estudo.

De acordo com KARLINER, J., *et al* (2022), a pegada climática do setor de saúde em 2014, no Brasil, equivale a 2% das emissões líquidas globais. Embora o Brasil esteja entre os países com maiores emissões de GEE no setor saúde, observa-se a baixa procura de estudos sobre os impactos do setor de saúde brasileiro nas mudanças climáticas por pesquisadores brasileiros, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Documento por ano produção científica – Brazil

WoS			Scopus		
Anos da publicação	Contagem do registro	% de 5	Anos da publicação	Número de documentos	% de 9
2018	1	20,0%	2014	1	11,1%

2020	1	20,0%	2015	0	0,0%
2022	1	20,0%	2016	0	0,0%
2023	2	40,0%	2017	0	0,0%
			2018	0	0,0%
			2019	0	0,0%
			2020	3	33,3%
			2021	3	33,3%
			2022	1	11,1%
			2023	1	11,1%

Fonte: Elaborado pelos autores, (2023)

Na Tabela 3, observa-se a produção científica dos demais países. Ressalta-se a expressiva produção dos três primeiros países, considerando-se tanto a base de dados *WoS* quanto *Scopus* no intervalo entre 12% e 28% conforme tabela 3. Já a produção brasileira aparece entre 1,5% e 0,7% na *WoS* e *Scopus*.

Neste sentido, ressalta-se a preocupação destes países com a pegada climática dos seus sistemas de saúde e a importância da produção científica como instrumento para a mitigação dos efeitos climáticos em suas operações, pois segundo RASHEED; *et al.* (2021), a maior contribuição relativa para as emissões de gases com efeito estufa são provenientes dos sistemas de saúde nos países de rendimento elevado.

Para KARLINER, J., *et al* (2022), os três principais emissores, os Estados Unidos, a China e coletivamente os países da União Europeia, compõem mais da metade da pegada climática de saúde mundial (56%).

No entanto, em relação ao Brasil, considerando-se a sua produção científica ainda incipiente como mostra a tabela 3, ainda que os cuidados de saúde nos países de baixo e médio rendimento, como o Brasil, têm uma elevada pegada de carbono (RASHEED; *et al.* 2021).

Tabela 3 - Países/Regiões

Web Of Science - Coleção Principal			Scopus (Elsevier)		
Países/Regiões	Contagem do registro	%	Países/Regiões	número de documentos	%
Usa	90	27,8%	United States	347	28,0%
England	88	27,2%	United Kingdom	321	25,9%
Australia	74	22,8%	Australia	160	12,9%
Canadá	34	10,5%	Canadá	83	6,7%
Germany	31	9,6%	Germany	75	6,1%
France	20	6,2%	France	69	5,6%
Netherlands	15	4,6%	Spain	59	4,8%
Spain	15	4,6%	China	58	4,7%
India	14	4,3%	India	54	4,4%
Ireland	13	4,0%	Netherlands	47	3,8%
Italy	13	4,0%	Italy	46	3,7%
Norway	11	3,4%	Switzerland	43	3,5%
Scotland	11	3,4%	Sweden	40	3,2%

Sweden	11	3,4%	New Zealand	30	2,4%
Switzerland	11	3,4%	Ireland	28	2,3%
New zealand	9	2,8%	Belgium	22	1,8%
Japan	8	2,5%	Denmark	20	1,6%
Áustria	7	2,2%	Áustria	16	1,3%
Greece	7	2,2%	Portugal	16	1,3%
Brazil	5	1,5%	Pakistan	15	1,2%
Denmark	5	1,5%	South Africa	15	1,2%
Peoples r china	5	1,5%	Japan	14	1,1%
Portugal	5	1,5%	Norway	14	1,1%
South africa	4	1,2%	Greece	13	1,0%
Wales	4	1,2%	Peru	12	1,0%
Finland	3	0,9%	Iran	11	0,9%
Iran	3	0,9%	Singapore	11	0,9%
Israel	3	0,9%	Poland	10	0,8%
North ireland	3	0,9%	Saudi Arabia	10	0,8%
Pakistan	3	0,9%	Turkey	10	0,8%
Romania	3	0,9%	Brazil	9	0,7%

Fonte: Elaborado pelos autores, (2023)

4.3 EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA POR AUTORES E AFILIAÇÕES

Em relação à produção dos autores, observa-se o autor McGain, Forbes com maior números de documentos publicados em ambas as bases de dados. Com McAlister, S. em seguida na base *WoS* e na *Scopus*, logo após o autor Haines, A.

O Autor McGain, Forbes, afiliado à *Faculty of Medicine and Health, Sydney Health Literacy Lab, School of Public Health, The University of Sydney e Western Health, Department of Critical Care Medicine, University of Melbourne*, Melbourne, Australia. Em análise por meio das métricas levantadas na base de dados sobre o autor, observa-se um índice *h-index* de 28, com 2.740 citações por ano entre 2002 e 2023, com 667 citações somente neste ano para 423 documentos citados.

O periódico *Medical Journal Of Australia* com treze publicações e o *British Journal Of Anaesthesia* com doze. Por assunto, 82% à área de *Medicine*, com *Environmental Science* e *Social Science* com 3,1% em ambas.

O Autor Scott McAlister, PhD da *Sydney School of Public Health, University of Sydney, Sydney, Austrália. Centre for Health Policy, Faculty of Medicine, Dentistry & Health Sciences, the University or Melbourne, Melbourne, Australia*. Em análise por meio das métricas levantadas na base de dados sobre o autor observa-se um índice *h-index* de 10, com 743 citações por ano entre 2012 e 2023, com 208 citações somente neste ano para 155 documentos citados. O periódico *Journal Britânico de Anestesia* com quatro publicações. Por assunto, 88% referem-se à área de *Medicine*, com 4% *Environmental Science* e 8% *Social Science*.

Ressalta-se que a produção científica destes autores em periódicos sobre a área de *Anesthesia* pode ocorrer em virtude das altas concentrações das emissões de Gases Anestésicos (N₂O) na atmosfera e seus impactos na pegada climática. Neste sentido, estudos realizados indicam que os gases anestésicos possuem uma pegada considerável no clima e no ambiente (LINDHOLM; *et al* 2023).

O Autor Haines, Andy P. Escola de Higiene e Medicina Tropical de Londres , Londres, Reino Unido. 91 índice h deste autor com 39.513 citações por ano entre 1980 e 2023, em 2021 com 4043 citações recebidas. Lancet com 17,7%, Journal British Medical com 10,9% e BMJ com 4%. Medicine com 73,1%, Environmental Science e Social Science ambos com 6,1%.

O estudo mostra (tabela 4 e 5 e figura 1 e 2) que autores com o maior número de produção científica publicam em maior quantidade os seus achados nas mesmas áreas. Embora os estudos tenham sido realizados em diversas áreas do conhecimento, o que revela um forte indício de interdisciplinaridade e de aplicação prática de seus métodos em pesquisas no Brasil e no Mundo, principalmente (DE MEDEIROS; VITORIANO, 2015).

Tabela 4 - Autores

Web Of Science		Scopus	
Autores	Contagem do registro	Autores	Número de documentos
Mcgain F	21	McGain, F.	24
Mcalister S	11	Haines, A.	17
Thiel CL	9	McAlister, S.	14
Sherman JD	9	Thiel, C.L.	14
Overcash M	6	Pencheon, D.	13
Lillywhite R	6	Ebi, K.L.	12
Duane B	6	Lillywhite, R.	11
Charlesworth K	5	Salas, R.N.	11
Barraclough KA	5	Sherman, J.D.	11
Rizan C	4	Bhutta, M.F.	8
Pencheon D	4	Godlee, F.	8
Macneill AJ	4	Overcash, M.	8
Bhutta MF	4	Rizan, C.	8
Agar JWM	4	Smith, R.	8

Fonte: Elaborado pelos autores, (2023)

Tabela 5 - Afiliações

Web Of Science		Scopus	
Afiliações	Contagem do registro	Afiliações	Número de documentos
University of Melbourne	27	University of Melbourne	35
University of Sydney	24	The University of Sydney	34
Western hlth	19	London School of Hygiene & Tropical Medicine	31
University of London	17	University of Washington	26
University of Oxford	13	University College London	24
Harvard university	12	Western Health	24
Udice french research universities	12	Harvard Medical School	22
University of british columbia	12	Imperial College London	22
University college London	11	The University of Sydney	22

		School of Public Health	
University of california system	11	Harvard T.H. Chan School of Public Health	20
New york university	10	Harvard University	19
University of Exeter	10	University of California, San Francisco	19
Yale university	10	Organisation Mondiale de la Santé	18
Nyu langone medical center	9	Yale School of Medicine	15
University of Warwick	9	Yale University	14

Fonte: Elaborado pelos autores, (2023)

4.4 EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA POR PUBLICAÇÕES E ÁREAS DE PESQUISA

Neste item foram identificados os principais periódicos mais publicados pelos autores. O periódico *Lancet Planetary Health*, considerando ambas as bases de dados, com 53 documentos; em seguida o *International Journal Of Environmental Research And Public Health* com 50 documentos e por fim o periódico *BMJ* com 41 publicações, conforme a tabela 6. Segundo a literatura são periódicos considerados de alto impacto, dado o seu rigor científico, alta relevância e impacto mundial.

Tabela 6 – Títulos de publicação

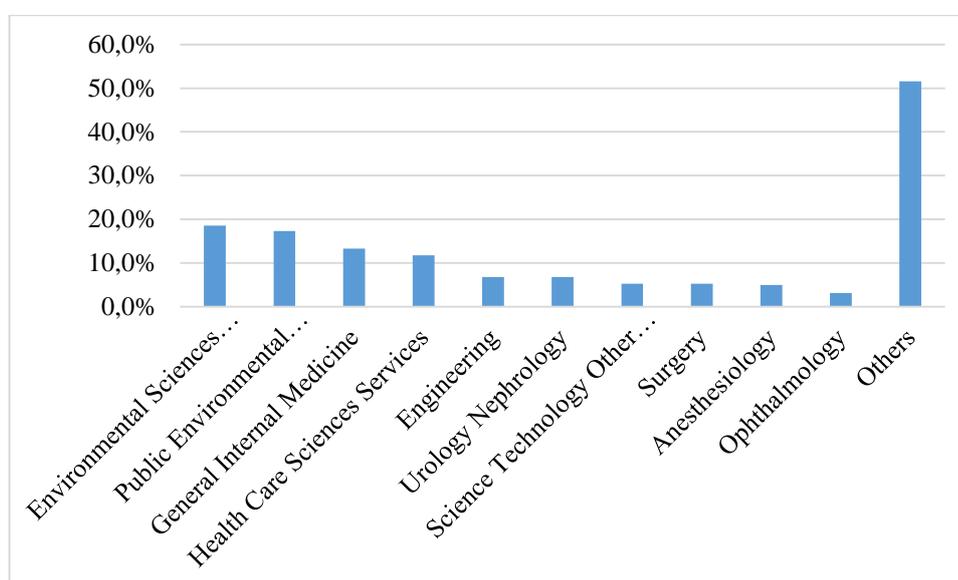
Web Of Science		Scopus	
Títulos da publicação	Contagem do registro	Títulos da publicação	Número de documentos
Lancet planetary health	16	BMJ	41
International journal of environmental research and public health	9	International Journal Of Environmental Research And Public Health	41
Journal of health services research policy	5	Lancet Planetary Health	37
Resources conservation and recycling	5	Lancet	28
Anesthesia and analgesia	4	Medical Journal Of Australia	23
Australian health review	4	BMJ Online	16
Environmental research letters	4	Nature	15
Frontiers in public health	4	Resources Conservation And Recycling	15
Plos one	4	Science Of The Total Environment	15
Annals of surgery	3	British Journal Of General Practice	13
Critical care and resuscitation	3	British Journal Of Anaesthesia	11
Family practice	3	Anesthesia And Analgesia	10
International journal of health planning and management	3	BMJ Open	10
Journal of cleaner production	3	Environmental Health Perspectives	10
Journal of paediatrics and child health	3	Plos One	10
Journal of telemedicine and telecare	3	Canadian Family Physician	8
Nephrology	3	Journal Of Health Services Research And Policy	8

Techniques and innovations in gastrointestinal endoscopy	3	New Zealand Medical Journal	8
Zeitschrift fur evidenz fortbildung und qualitaet im gesundheitswesen	3	Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America	8
Age and ageing	2	Science	8

Fonte: Elaborado pelos autores, (2023)

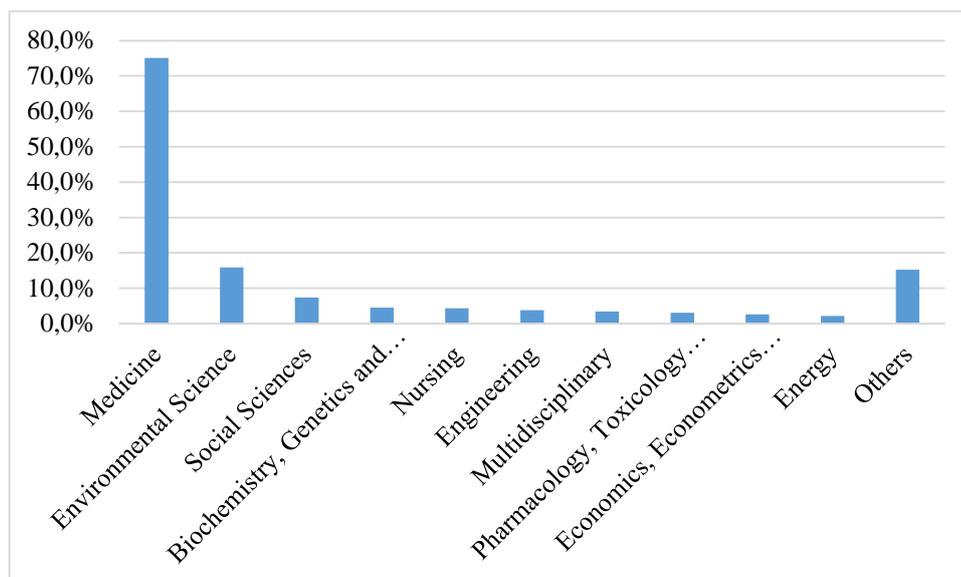
Na figura 1 e 2 observa-se que em ambas as bases de dados a produção científica sobre a temática objeto do estudo destacam-se a área de Ciências Ambientais, Medicina e Ciências Sociais, configurando a importância e relevância da interdisciplinaridade para a tentativa de compreender os fenômenos relacionados à possível contribuição efetiva da pegada climática no setor saúde.

Figura 1 – Área de pesquisa – *Web Of Science*



Fonte: Elaborado pelos autores, (2023)

Figura 2 - Área de pesquisa – *Scopus*



Fonte: Elaborado pelos autores, (2023)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou por meio da bibliometria compreender a produção científica sobre a pegada climática do setor de saúde, analisando a produção científica brasileira em relação aos demais países. Ressalta-se que os dados levantados neste estudo podem ser utilizados como ferramenta tanto para o planejamento quanto para a execução de políticas públicas de incentivo e fomento no Brasil para produção do conhecimento nesta área.

Neste sentido, o Brasil em comparação com os demais países, apesar de sua grande participação na pegada climática do setor, ainda é incipiente no aspecto de produção científica sobre as contribuições do setor saúde para mitigação do impacto das mudanças climáticas.

O presente estudo recomenda para pesquisas futuras ou sugestões para novos trabalhos investigar o potencial de inovação e liderança que o setor pode contribuir para uma pegada de baixo carbono no setor de saúde brasileiro.

REFERÊNCIAS

ANDY, Haines et al. Climate change and human health: impacts, vulnerability and public health. **Public health**, v. 120, n. 7, p. 585-596, 2006.

BHATIA, Pankaj et al. Greenhouse gas protocol product life cycle accounting and reporting standard. 2011.

DE MEDEIROS, José Mauro Gouveia; VITORIANO, Maria Albeti Vieira. A evolução da bibliometria e sua interdisciplinaridade na produção científica brasileira. **RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 13, n. 3, p. 491-503, 2015.

DOREY, Stephen Geoffrey; RABIE, Tamer Samah; GRACHEVA, Maria E. COVID-19 and Climate-Smart Health Care: Health Sector Opportunities for a Synergistic Response to the COVID-19 and Climate Crises. 2021.

ECKELMAN, Matthew J.; SHERMAN, Jodi. Environmental impacts of the US health care system and effects on public health. **PloS one**, v. 11, n. 6, p. e0157014, 2016.

GASES, ISO Greenhouse. Carbon footprint of products: requirements and guidelines for quantification and communication ISO 14067: 2018. **ISO: Geneva, Switzerland**, 2018.

GASES—PART, Greenhouse. 1: Specification with Guidance at the Organization Level for Quantification and Reporting of Greenhouse Gas Emissions and Removals. 2006.

HALLEGATTE, Stephane. **Shock waves: managing the impacts of climate change on poverty**. World Bank Publications, 2016.

KARLINER, J. et al. Health care without harm climate-smart health care series green paper number one. 2022.

KARLINER, Josh et al. Health care's climate footprint: the health sector contribution and opportunities for action. **European journal of public health**, v. 30, n. Supplement_5, p. ckaa165. 843, 2020.

LENZEN, Manfred et al. The environmental footprint of health care: a global assessment. **The Lancet Planetary Health**, v. 4, n. 7, p. e271-e279, 2020.

LINDHOLM, Espen et al. Climate change, sustainability and anesthesiology practice: A national survey among anesthesiologists and nurse anesthetists in Norway. **The Journal of Climate Change and Health**, v. 13, p. 100259, 2023.

MORA, Camilo et al. Broad threat to humanity from cumulative climate hazards intensified by greenhouse gas emissions. **Nature climate change**, v. 8, n. 12, p. 1062-1071, 2018.

OFFICE FOR NATIONAL STATISTICS (ONS), released 1 November 2022, ONS website, statistical bulletin, UK greenhouse gas emissions, provisional estimates: 2021. Disponível em <www.ons.gov.uk/economy/environmentalaccounts/bulletins/greenhousegasintensityprovisionalestimatesuk/2021> Acesso em 03 set. 2023.

PASCUAL-PRIETO, J.; NIETO-GÓMEZ, C.; RODRÍGUEZ-DEVESA, I. The carbon footprint of cataract surgery in Spain. **Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología (English Edition)**, v. 98, n. 5, p. 249-253, 2023.

PICHLER, Peter-Paul et al. International comparison of health care carbon footprints. **Environmental research letters**, v. 14, n. 6, p. 064004, 2019.

POLLARD, Adam S. et al. Mainstreaming carbon management in healthcare systems: A bottom-up modeling approach. **Environmental science & technology**, v. 47, n. 2, p. 678-686, 2013.

RASHEED, Fawzia N. et al. Decarbonising healthcare in low and middle income countries: potential pathways to net zero emissions. **bmj**, v. 375, 2021.

RIZAN, Chantelle et al. The carbon footprint of surgical operations: a systematic review. **Annals of surgery**, v. 272, n. 6, p. 986-995, 2020.

ROLAND, J.; KUREK, N.; NABARRO, D. Health in the climate crisis: A guide for health leaders. 2020.

ROYAL COLLEGE OF GENERAL PRACTITIONERS et al. Sustainable development, climate change and green issues. 2020.

SIVARAJASINGAM, Vasumathy Sivarajasingam Dr Vasumathy. For Primary Care| Top tips Top Tips: Developing a Greener Practice.

SOARES, Patrícia Bourguignon et al. Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre Tecnologia de Construção e Edificações na base de dados Web of Science. **Ambiente Construído**, v. 16, p. 175-185, 2016.

SPECIFICATION, Publicly Available et al. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. **Bsi Br. Stand. Isbn**, v. 978, p. 580, 2008.

TAYLOR, Tim; MACKIE, Phil. Carbon footprinting in health systems: one small step towards planetary health. **The Lancet Planetary Health**, v. 1, n. 9, p. e357-e358, 2017.

TENNISON, Imogen et al. Health care's response to climate change: a carbon footprint assessment of the NHS in England. **The Lancet Planetary Health**, v. 5, n. 2, p. e84-e92, 2021.

WANG, Helena; HORTON, Richard. Tackling climate change: the greatest opportunity for global health. **The Lancet**, v. 386, n. 10006, p. 1798-1799, 2015.

WATTS, Nick et al. The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. **The Lancet**, v. 394, n. 10211, p. 1836-1878, 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) et al. Calls for Urgent Action to Protect Health From Climate Change—Sign The Call. 2019.