



CLIMA URBANO E SAÚDE COM ENFOQUE NA SUSTENTABILIDADE: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Isabel Sousa da Fonseca e Silva

Mestrado, ESALQ, USP, Piracicaba, São Paulo, Brasil
isabels@usp.br

Jéssica Costa dos Santos

Doutorado, ESALQ, USP, Piracicaba, São Paulo, Brasil
jessicacsantos@usp.br

Jocy Kelly Santana de Souza

Mestrado, ESALQ, USP, Piracicaba, São Paulo, Brasil
jocysouza@usp.br

Ricardo Sodré Silva

Mestrado, ESALQ, USP, Piracicaba, São Paulo, Brasil
ricsodre22@usp.br

Vinícius Gonçalves

Doutorado, ESALQ, USP, Piracicaba, São Paulo, Brasil
viniciusgncs@usp.br

Amanda Lombardo Fruehauf

Doutora, ESALQ/USP, Piracicaba - SP, Brasil
amandalombardo@usp.br

Magda Adelaide Lombardo

Professora Sênior, ESALQ/USP, Piracicaba - SP, Brasil
magdalombardo@yahoo.com.br

Demóstenes Ferreira da Silva Filho

Professor Associado, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, Brasil, dfilho@usp.br

Pollyane Vieira da Silva

Professora Adjunta, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil
pollyane.silva@ufpel.edu.br



Resumo: A urbanização acelerada e desorganizada, associada ao crescimento populacional, tem gerado um desenvolvimento urbano irregular, resultando em cidades com maior vulnerabilidade socioambiental e impactos no clima urbano. Este estudo teve como objetivo analisar a relação entre o clima urbano e o bem-estar da população, investigando também a evolução das pesquisas sobre esse tema. A metodologia consistiu em uma revisão sistemática acompanhada de análise bibliométrica, com a seleção de artigos nas bases de dados Scopus, Springer e Web of Science. Dados quantitativos foram organizados em gráficos de setores e barras, complementados por uma nuvem de palavras para evidenciar os termos mais recorrentes. Os resultados mostraram que a base Springer apresentou o maior número de publicações relevantes sobre o tema, com 92 artigos (82%), seguida pela Web of Science (11 artigos, 10%) e Scopus (9 artigos, 8%), refletindo uma média anual de 12 publicações na Springer e 2 nas outras bases. A análise da nuvem de palavras destacou "Urban", "Heat", "Land", "Climate" e "Thermal" como conceitos centrais na literatura. Conclui-se que houve um aumento significativo no volume de pesquisas sobre clima urbano e bem-estar, com ênfase crescente na sustentabilidade. Os artigos mais frequentes abordam temas como ilhas de calor e uso da terra, indicando um foco ampliado nos impactos do ambiente urbano sobre a saúde e a qualidade de vida nas cidades.

Palavras-chave: Ilha de calor, Uso da terra, Qualidade de vida, Análise bibliométrica.

1. Introdução

A urbanização é uma realidade inevitável no século XXI, onde, segundo a ONU (2022), estima-se que atualmente 55% da população mundial vive em áreas urbanas. Esse percentual deve subir para 68% até 2050, com projeções ainda mais altas para regiões como a América Latina e o Caribe, onde a taxa pode atingir 81%, e no Brasil, com previsão de 85% (Unhabitat, 2022; IBGE, 2015). Esse crescimento urbano acelerado e, muitas vezes, desordenado tem levado ao desenvolvimento irregular de cidades, especialmente em países em desenvolvimento, onde a infraestrutura e o planejamento urbano frequentemente não acompanham o aumento populacional (Santos, 2005).

A expansão urbana desordenada é um dos fatores que intensificam a vulnerabilidade socioambiental, tornando os centros urbanos mais suscetíveis aos efeitos das mudanças climáticas (Vieira, et al., 2024). Eventos climáticos extremos, como ondas intensas de calor, chuvas torrenciais e períodos prolongados de seca, têm se tornado mais frequentes e severos, impactando principalmente as áreas urbanizadas, onde a alta densidade de construções e a redução de áreas verdes criam condições propícias para o fenômeno das ilhas de calor (Ribeiro, 2008).

Os eventos climáticos podem gerar consequências diretas para a saúde da população, exacerbando doenças e resultando em um aumento significativo da mortalidade (Jerrett, Michael et al., 2024). Em 2022, por exemplo, ondas de calor foram responsáveis por aproximadamente 61 mil mortes na Europa entre os meses de maio e setembro, com uma única onda de calor, de 18 a 24 de junho, causando 11.637 mortes no sul do continente, região de clima mediterrâneo (Ballester et al., 2022). Padrões semelhantes foram observados na América



Latina, onde as altas temperaturas também resultaram em um aumento notável na taxa de mortalidade (Kephart, 2022).

Diante do impacto das mudanças climáticas na saúde pública, torna-se essencial expandir as pesquisas sobre o clima urbano, a fim de desenvolver estratégias para mitigar esses efeitos e melhorar as condições de vida nas cidades (Carvalho et al., 2020). Este estudo aborda a hipótese de que o clima urbano exerce uma influência significativa sobre a saúde e a qualidade de vida das populações urbanas. A questão principal deste trabalho é investigar como o clima urbano se associa à saúde e ao bem-estar da população, analisando como variações climáticas podem ser fatores determinantes nessa relação.

Assim, o objetivo desta pesquisa é explorar a interação entre fatores climáticos e o bem-estar humano nas cidades, propondo possíveis melhorias ambientais para promover condições de vida mais saudáveis. Além disso, busca-se analisar a evolução das pesquisas sobre o tema de clima urbano e sua relação com a saúde e qualidade de vida ao longo dos últimos anos.

2. Fundamentação teórica

As crises climáticas têm impactado diretamente as cidades, onde inundações, secas e ondas de calor se tornam cada vez mais frequentes (PIZZORNI et al., 2024). A vulnerabilidade urbana decorre da alta impermeabilidade dos solos e da concentração de construções em detrimento da vegetação, visando controlar a natureza. Como resultado, as cidades são responsáveis por 70% das emissões globais de gases de efeito estufa, agravando as mudanças climáticas (Evers et al., 2022).

Diante desse cenário, torna-se essencial aplicar conceitos de sustentabilidade no meio urbano, de forma a criar cidades resilientes que possam enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas (DÍAZ et al., 2024). Os serviços ecossistêmicos oferecidos pela cobertura vegetal, como a melhora da qualidade do ar e o combate às ilhas de calor, são indispensáveis para a qualidade de vida urbana (Duarte, 2017).

A sustentabilidade também desempenha um papel central na resiliência das áreas urbanas, promovendo a qualidade de vida e minimizando a degradação dos recursos ambientais, especialmente em regiões habitadas por populações mais vulneráveis (Jacobi, 2013; WANG, et al., 2024). No entanto, para implementar práticas sustentáveis eficazes, é essencial uma análise cuidadosa e metodológica dos parâmetros de cada área de estudo, que considere suas particularidades sociais, econômicas, culturais, ambientais e institucionais (Kemerich, Ritter, Borba, 2014).

Aliado ao conceito de sustentabilidade, o estudo do clima urbano busca compreender como o ambiente urbano impacta a saúde humana. Esse estudo deve considerar tanto os condicionantes climáticos quanto os fatores culturais e espaciais, visando o planejamento de intervenções que promovam a saúde pública e o bem-estar, como a análise do conforto térmico em relação à população (Aleixo e Neto, 2017).



Para aprofundar a compreensão sobre esses temas, a revisão de literatura torna-se uma ferramenta essencial, pois permite o levantamento e a contextualização das pesquisas já realizadas. Essa abordagem auxilia na seleção das publicações mais relevantes para o estudo em questão (Brizola e Fantin, 2016). A revisão sistemática, conforme apontam Donato e Donato (2019), caracteriza-se por uma abordagem criteriosa e replicável que responde perguntas de forma objetiva, reduzindo o viés de pesquisa. A partir dela, a análise bibliométrica contribui para a avaliação da qualidade dos estudos, além de identificar a frequência e a distribuição dos temas abordados nos artigos publicados (Iritani et al., 2015).

3. Metodologia

Para revisão sistemática, os artigos foram selecionados usando quatro bases de dados (Scopus, Springer e Web of Science), tendo como pergunta norteadora, “Como o clima urbano influencia na saúde e qualidade de vida da população?”. Diante disso, as seguintes palavras-chave foram escolhidas: “Clima urbano”, “Saúde” e “Qualidade de vida”. Os termos de busca “Urban climate” AND “Health” AND “Quality of life”, foram aplicados nas plataformas de busca, Scopus, Springer e Web of Science, no mês de outubro de 2023, sendo incluídos artigos em inglês, português e espanhol. Que foram exportados e agrupados em planilhas do Microsoft Excel.

Como análise preliminar houve a leitura dos títulos e resumos dos artigos, no qual foram selecionados de acordo com os critérios pré-estabelecidos de inclusão. Como critério de inclusão escolheu-se os artigos de periódicos que abordam os impactos do clima urbano na saúde dos habitantes em áreas urbanas e publicados entre os anos de 2016 a 2023.

Outro fator utilizado para seleção dos artigos foi separá-los em categorias, no qual foram selecionados apenas artigos que se referem a fatores climáticos relacionados às áreas urbanas, as categorias escolhidas foram: ilha de calor, saúde e uso e ocupação do solo. Sendo que, projetos exclusivamente políticos, econômicos, tecnológicos, sociológicos, antropológicos e revisão do tipo estado da arte ou que discute o tema somente como plano de fundo, estão nos critérios de exclusão e não foram inseridos na análise dos resultados.

Com base nos critérios e na pergunta norteadora, para selecionar e sintetizar as principais informações sobre os trabalhos selecionados, escolheu-se os tópicos seguintes: Ano de publicação; Idioma de publicação; Tema de pesquisa.

Para análise dos resultados, foi utilizado o pacote ggplot2 do *software* R para a construção dos gráficos. Os gráficos foram utilizados para análise da distribuição percentual e temporal de bases de busca, assim como, trazer a compreensão de quais as temáticas mais abordadas nos artigos. Além disso, para melhor visualização das principais palavras-chave usadas nos títulos dos trabalhos, utilizou-se da ferramenta online de nuvem de palavras “Word Clouds”.



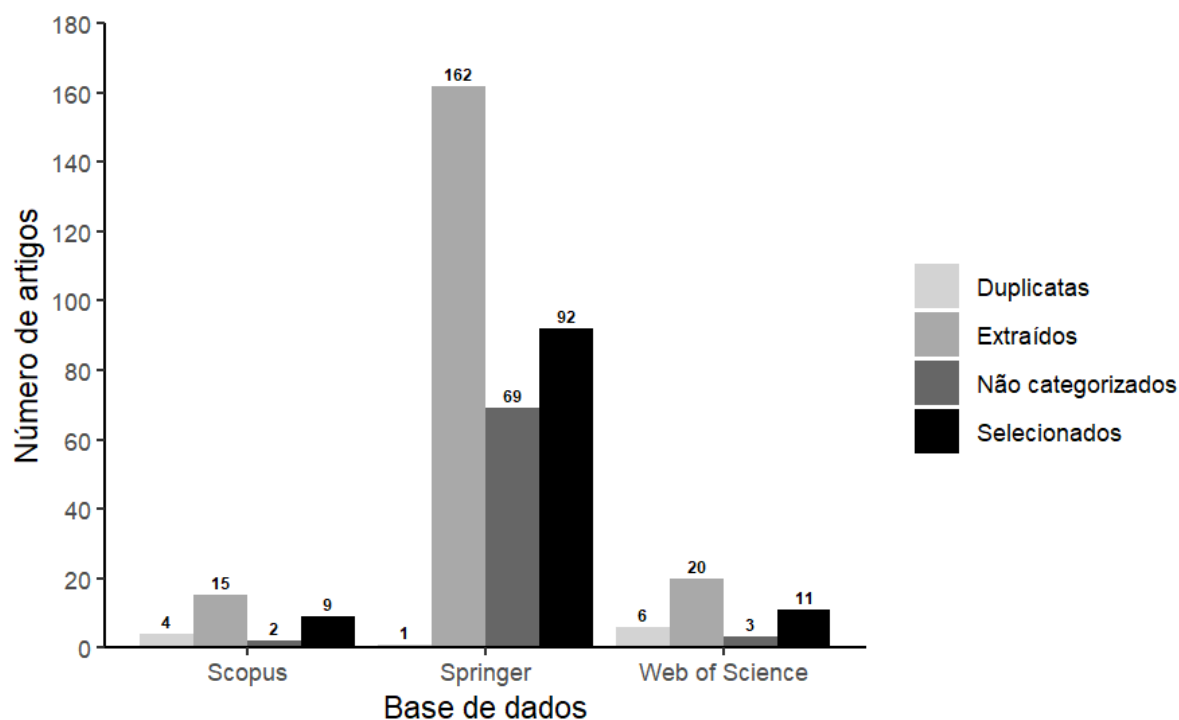
4. Resultados

Para apresentar os resultados, foram selecionados 197 estudos com informações relevantes sobre como o impacto do clima urbano está associado à saúde e a qualidade de vida da população. No processo de extração e categorização de informações de diferentes bases de dados, foram obtidos resultados distintos.

A Springer contribuiu com o maior número de itens extraídos inicialmente, totalizando 162, dos quais 69 ainda não foram categorizados. Dentre esses itens, uma duplicata foi identificada. Após o processo de seleção, 92 artigos foram selecionados como relevantes para o estudo. Na Web of Science, foram extraídos 20 itens, 3 não categorizados, 6 duplicatas foram identificadas nesta base. No entanto, o processo resultou em 11 artigos selecionados ao final (Figura 01).

O Scopus forneceu 15 itens extraídos, dos quais 2 não foram categorizados e 4 artigos foram incluídos como duplicata. Para a seleção final, 9 artigos foram considerados (Figura 01). Esses resultados destacam a diversidade nas características e na qualidade dos dados provenientes de cada base de dados, evidenciando a importância do rigoroso processo de seleção para garantir a qualidade e a confiabilidade dos resultados.

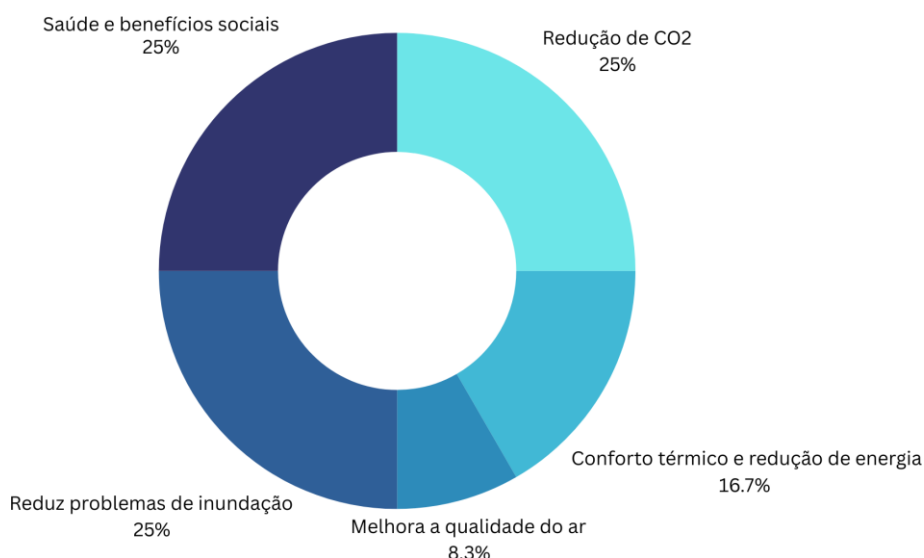
Figura 01. Representação da mineração de dados em números absolutos em cada base de busca bibliográfica.





Também buscou-se na literatura, formas de melhoria do clima urbano visando a sustentabilidade, como a inclusão de Infraestrutura Verde (IV). A IV promove serviços ecossistêmicos como purificação de águas pluviais, regulação do clima, regulação dos fluxos de água trazendo melhorias em termos sociais, psicológicos e físicos (Demuzere et al. 2014), tendo comprovações dos benefícios da IV (Figura 02).

Figura 2. Relevância dos benefícios na literatura das infraestruturas verdes urbanas para a adaptação às alterações climáticas e adaptação.



Fonte: Demuzere et al. 2014, adaptado pelos autores, 2024.

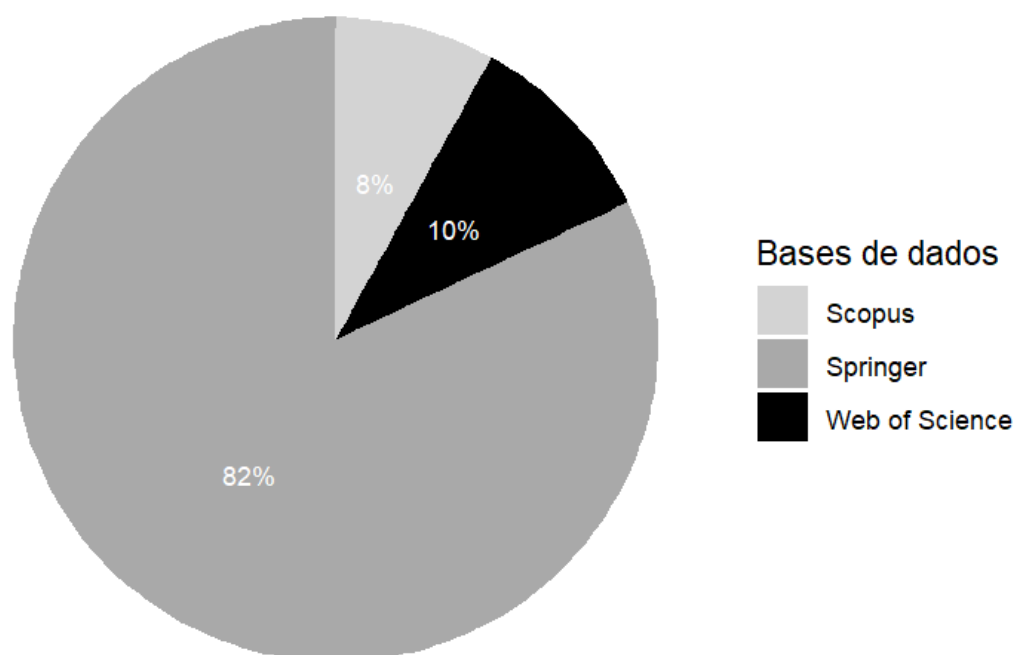
Observando o gráfico destaca-se que a IV beneficia diretamente a saúde e sociedade, contribui para a redução de gás carbono e para a redução das inundações.

Em segundo plano e como uma escala importante auxilia no conforto térmico e assim para que haja a redução de energia, onde estas estão relacionadas a vegetação utilizada e das suas superfícies, como parques urbanos e em edifícios (Demuzere et al. 2014). Os autores ressaltam que sobre a melhora na qualidade do ar é o benefício que mais carece de estudos, onde é influenciado o tipo de espaço verde, como as árvores e localização da vegetação no edifício.

A distribuição percentual de artigos identificados em cada uma das bases de dados após o refinamento de dados, foi objeto de análise, conforme ilustrada no gráfico (Figura 03), observa-se que o Springer apresentou maior proporção de artigos publicados, representando 82%, seguido pela Web of Science com 10% e Scopus com 8%.



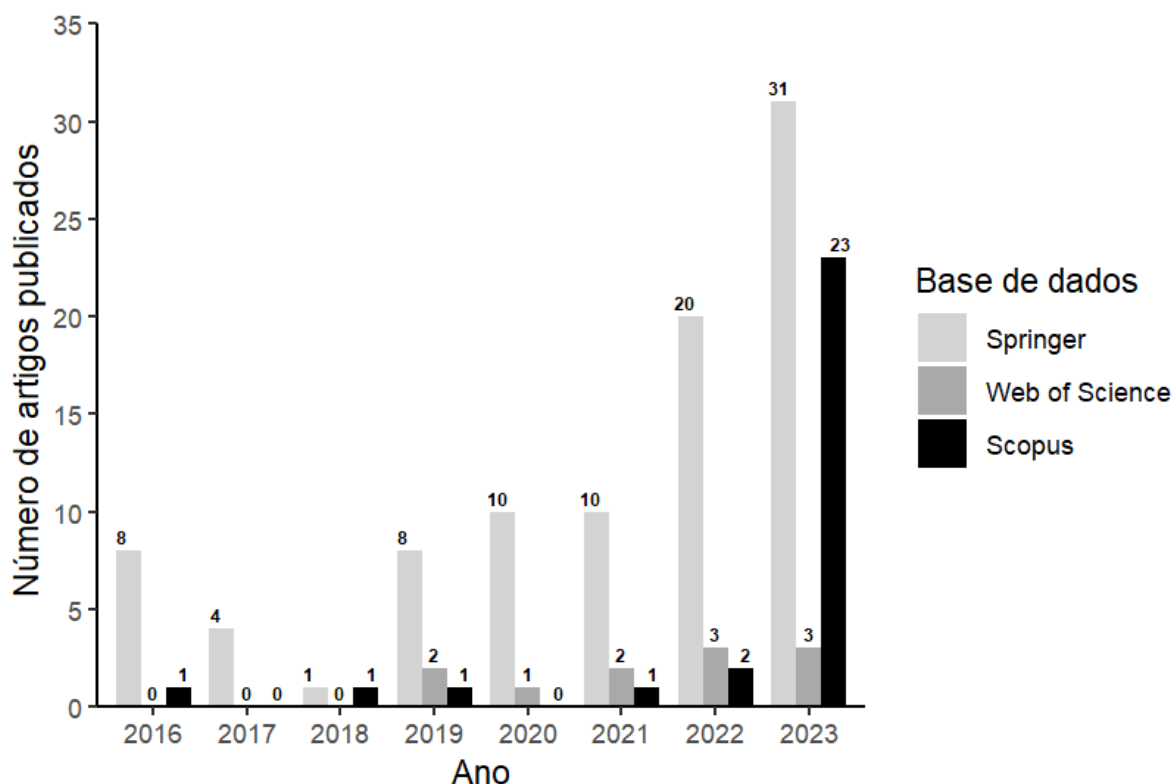
Figura 03. Representação artigos encontrados em cada base de dados em percentagem.



Ao analisar a distribuição temporal dos artigos encontrados (Figura 04), observou-se que, no período de 2016 a 2023, o Scopus apresentou um aumento constante, começando com 1 publicação em 2016 e atingindo 3 em 2023.



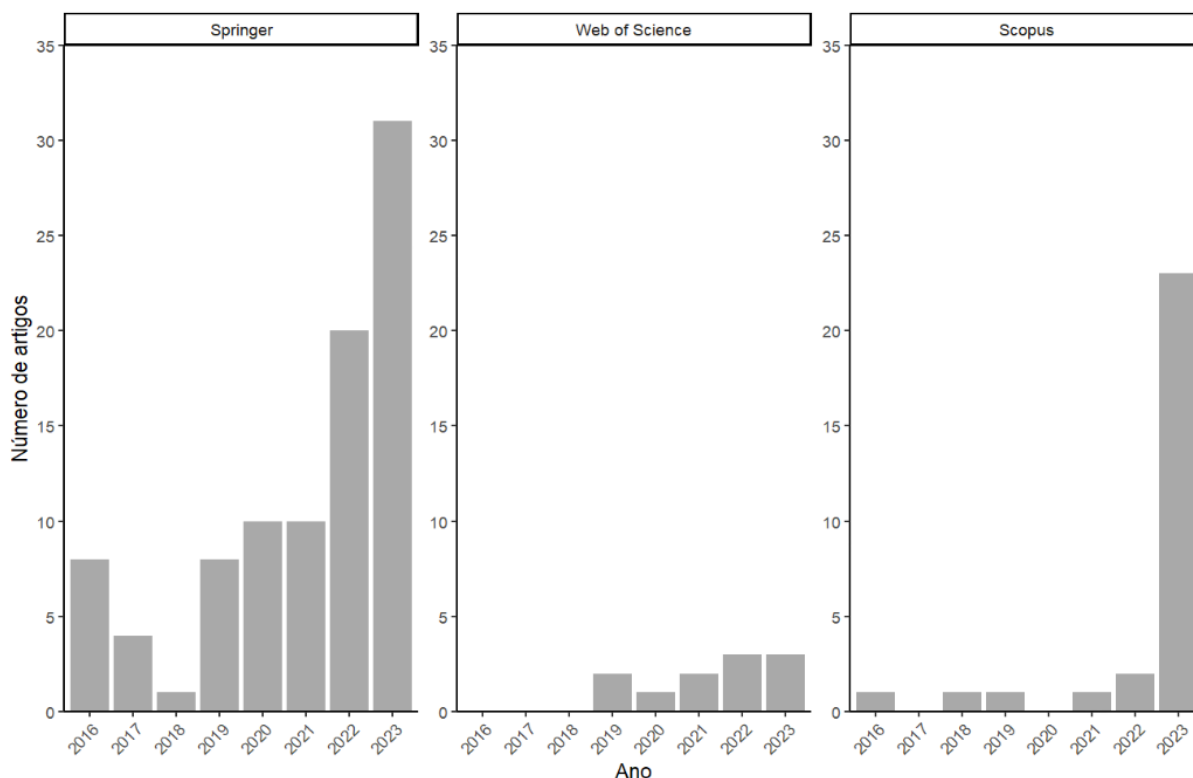
Figura 04. Representação gráfica de artigos publicados por ano em números absolutos.



O Scopus apresentou um crescimento gradual nos anos subsequentes. O ano de 2018 registrou mais uma contribuição, enquanto 2017 e 2020 não apresentaram publicações. A partir de 2021, observamos um aumento constante, atingindo seu ponto máximo em 2023, com três publicações. Essa tendência ascendente pode indicar um crescente reconhecimento da plataforma Scopus como uma arena relevante para a divulgação de pesquisas ao longo dos anos, sugerindo potencial atratividade e influência para futuros estudos e colaborações acadêmicas (Figura 05).



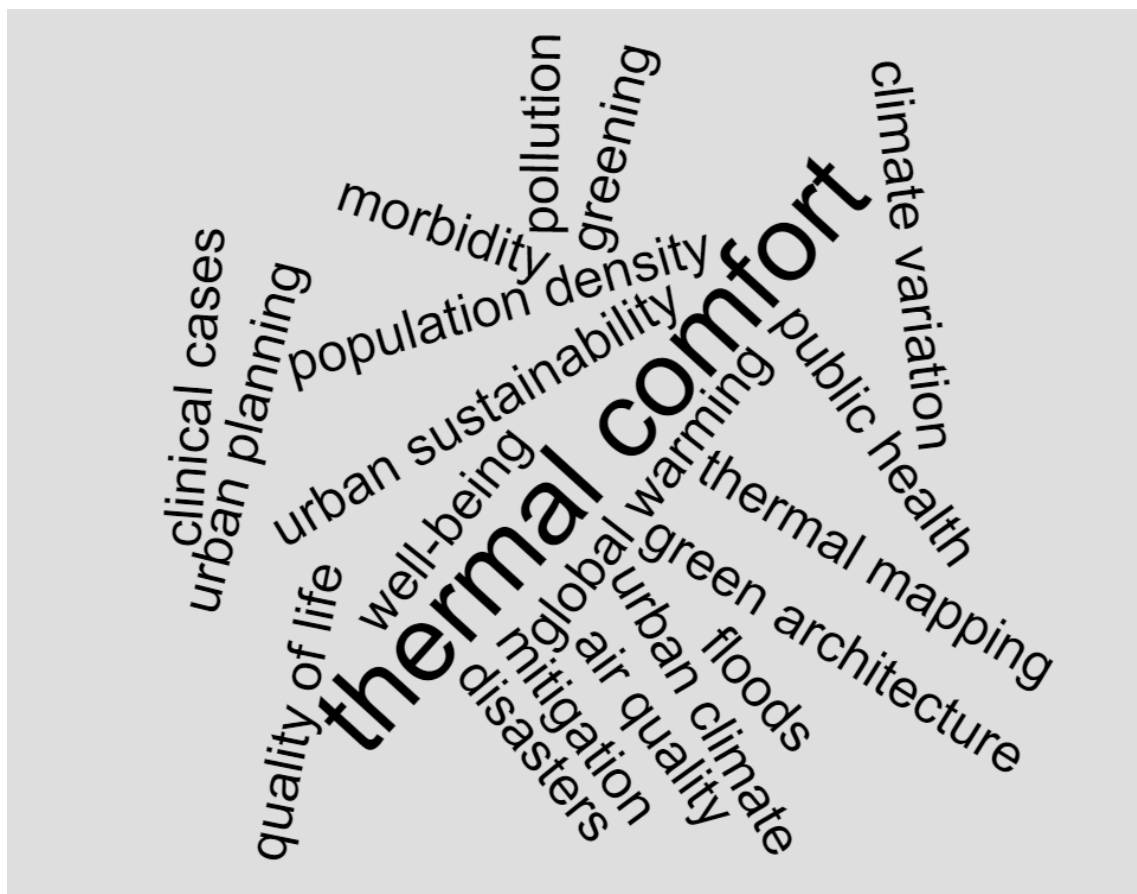
Figura 05. Representação gráfica de números de artigos publicados por base de busca: Springer, Web of Science e Scopus.



A análise da lista de nuvens de palavras (Figura 06), juntamente com seus respectivos pesos, oferece uma visão abrangente dos temas e focos predominantes no corpo de textos examinados. Termos como "Urban", "Heat", "Land", "Climate", e "Thermal" emergem como conceitos-chave com os pesos mais elevados, indicando uma forte ênfase em questões relacionadas ao ambiente urbano, mudanças climáticas, e análises térmicas. A presença de palavras como "Assessment", "Analysis", e "Modeling" sugere uma abordagem metodológica e analítica na pesquisa. Além disso, termos como "Green", "Changes", e "Spatiotemporal" refletem o interesse em questões ambientais e suas variações ao longo do espaço e tempo. A inclusão de palavras como "Health", "Human", e "Impact" destaca a preocupação com os efeitos dessas questões no bem-estar humano. A diversidade de termos, desde "Ecosystem" até "Policy" e "Social", indica uma abordagem multidisciplinar e holística na investigação desses temas, enfatizando a complexidade interconectada dos desafios e soluções abordados na literatura acadêmica relacionada.



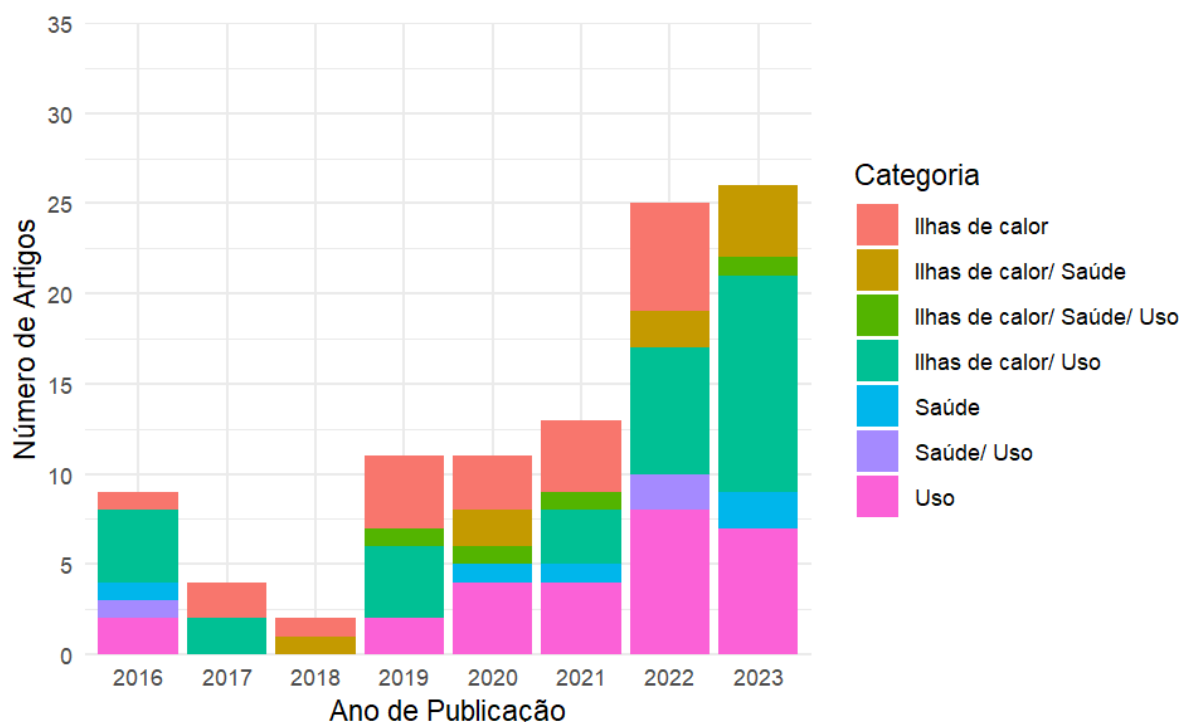
Figura 06. Representação gráfica da nuvem de palavras contidas no título de 197 artigos.



Observou-se que baseado nas categorias pré-definidas, nos temas principais, os assuntos mais abordados para o tópico Ilha de calor foram: variação climática, aquecimento global, clima urbano e conforto térmico. No tópico de Saúde foram: qualidade do ar, casos clínicos e bem-estar. E no tópico Uso e Ocupação do solo foram: planejamento urbano, arborização, alagamentos, desastres, mitigação e sustentabilidade urbana. Nos trabalhos que abordavam mais de um tópico principal, foram observados outros assuntos, tais como: arquitetura verde, mapeamento térmico, conforto térmico, qualidade de vida, densidade populacional, poluição, morbidade e saúde pública. Notavelmente, em 2022 e 2023, ocorreu um aumento expressivo, com "Ilhas de calor", "Ilhas de calor/ Saúde/ Uso" e "Ilhas de calor/ Uso" liderando as categorias (Figura 07).



Figura 07. Representação gráfica da distribuição das categorias ao longo dos anos.



5. Conclusões

Diante do exposto, conclui-se que das bases de dados escolhidas, a que possui maior engajamento sobre o tema clima urbano e saúde, se trata da Springer, seguida pela Web of Science e por último da Scopus. Além disso, nota-se que houve uma tendência de aumento nas pesquisas acerca do tema ao longo dos anos, o que demonstra maior interesse por parte dos pesquisadores. Ainda, assuntos como ilha de calor, saúde e uso e ocupação do solo se destacaram nos artigos selecionados e estiveram intimamente relacionados entre si. Especialmente ilha de calor com uso e ocupação do solo, considerando que estes interferem direta e indiretamente na saúde e qualidade de vida da população urbana, seria essencial que se tivesse mais estudos integrando os assuntos.

Portanto, se faz necessário mais estudos que abordem sobre saúde e qualidade de vida e sua relação com ilha de calor e uso e ocupação do solo. Assim como, criação de medidas voltadas para o planejamento urbano, aumento nas áreas verdes, como a infraestrutura verde para mitigação dos distúrbios no clima urbano e que estes sejam abordados como questões de saúde pública. Dessa forma, é importante o estudo da sustentabilidade aliada aos centros urbanos, para promoção da qualidade de vida da população.

6. Agradecimentos

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



7. Referências bibliográficas

ALEIXO, N. C. R.; SANT' ANNA NETO, J. L. CLIMA E SAÚDE: DIÁLOGOS GEOGRÁFICOS/ Climate and Health: Geographic Dialogues. **REVISTA GEONORTE**, [S. l.], v. 8, n. 30, p. 78–103, 2017. DOI: 10.21170/geonorte.2017. V. 8.N.30.78.103. Disponível em: [//periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/4070](http://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/4070). Acesso em: 16 jul. 2024.

BALLESTER, Joan et al. Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022. **Nature medicine**, v. 29, n. 7, p. 1857-1866, 2023.

BRIZOLA, J.; FANTIN, N. Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. **Revista de Educação do Vale do Arinos-RELVA**, v. 3, n. 2, 2016.

CARVALHO, B. M. *et al.* Doenças transmitidas por vetores no Brasil: mudanças climáticas e cenários futuros de aquecimento global. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 11, n. 3, p. 361-404, dez. 2020.

DEMUZERE, M. et al. Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. **Journal of environmental management**, v. 146, p. 107-115, 2014.

DÍAZ, Carlota García; ZAMBRANA-VASQUEZ, David; BARTOLOMÉ, Carmen. Construindo cidades resilientes: Uma revisão abrangente de indicadores de adaptação às mudanças climáticas para o design urbano. **Energies**, v. 17, n. 8, p. 1959, 2024.

DONATO, H.; DONATO, M. Etapas na condução de uma revisão sistemática. **Acta Médica Portuguesa**, [S.L.], v. 32, n. 3, p. 227-235, mar. 2019.

DUARTE, T. E. P. et al. O papel da cobertura vegetal nos ambientes urbanos e sua influência na qualidade de vida nas cidades. **Desenvolvimento em questão**, v. 15, n. 40, p. 175-203, 2017.

EVERS, H. et al. Soluções baseadas na natureza para adaptação em cidades: o que são e por que implementá-las. **Programa de Cidades, WRI Brasil**, v. 2, 2022.

IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2015. Brasília: **IBGE/PNAD 2015** (2021). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9127-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios.html?=&t=microdados>.

IRITANI, D. R. et al. Análise sobre os conceitos e práticas de Gestão por Processos: revisão sistemática e bibliometria. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 22, n. 1, p. 164-180, mar. 2015.

JACOBI, P. R. São Paulo metrópole insustentável: como superar esta realidade? **Cadernos Metrópole**, v. 15, n. 29, p. 219-239, 2013.



JERRETT, Michael et al. Climate change and public health in California: A structured review of exposures, vulnerable populations, and adaptation measures. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 121, n. 32, p. e2310081121, 2024.

KEMERICH, P. D. da C.; RITTER, L. G.; BORBA, W. F. de. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. **Revista Monografias Ambientais**, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 3718–3722, 2014. DOI: 10.5902/2236130814411. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/14411>. Acesso em: 16 jul. 2024.

KEPHART, Josiah L. et al. City-level impact of extreme temperatures and mortality in Latin America. **Nature medicine**, v. 28, n. 8, p. 1700-1705, 2022.

ONU. **Relatório Anual das Nações Unidas no Brasil**, 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/225756-relat%C3%B3rio-anual-das-na%C3%A7%C3%B5es-unidas-no-brasil-2022>.

PIZZORNI, Maria; INNOCENTI, Alberto; TOLLIN, Nicola. Secas e inundações em um clima em mudança e implicações para o planejamento urbano multirrisco: Uma revisão. **City and Environment Interactions**, p. 100169, 2024.

RIBEIRO, W. C. Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil. **Parcerias estratégicas**, v. 27, p. 297-321, 2008.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. Edusp, 2005.

UNHABITAT, World Cities Report, 2022. Disponível em: <https://unhabitat.org/wcr/>.

VIEIRA, R. M. S. P., et al. Integrated Evaluation of Socio-Environmental Data and Hydrological Risk for Adapting Urban to Extreme Climate Events in Salvador, Brazil. 2024.

WANG, Yongyang et al. Resilience and dynamism: Innovative modeling of ecological group dynamics in urban landscapes. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 108, p. 107613, 2024.