

Clima urbano e poluição sonora: panorama da produção científica entre os temas (1977 a 2020)¹

Urban climate and noise pollution: overview of scientific production between the themes (1977 to 2020)

Clima urbano y contaminación acústica: panorama de la producción científica entre los temas (1977 a 2020)

Eixo temático: Arquitetura e Urbanismo, Conforto e qualidade ambiental

LIMA, Janaína Costa, UFAL, janacostalima@hotmail.com

SILVA, Jordana Teixeira da, UFAL, IFAL, jordana.teixeiraa@gmail.com

OLIVEIRA, Stella Rosane da Silva, UFAL, stellarosane@gmail.com

BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues, UFAL, rvictor@fau.ufal.br

Resumo: A expansão e o adensamento dos centros urbanos têm ocasionado mudanças na superfície terrestre e, conseqüentemente, no clima das cidades. Assim como, a morfologia urbana altera os elementos microclimáticos, também, intervém na qualidade acústica ambiental, podendo gerar a poluição sonora. Esta pesquisa tem como objetivo realizar um panorama da produção científica sobre clima urbano e poluição sonora, temáticas que são analisadas, frequentemente, em estudos isolados. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica em bases de dados científicos, com a coleta de artigos documentados entre 1977 e 2020, através da expressão de busca: "noise pollution" AND *climate* AND *urban*. Após o levantamento de artigos brutos, exclusão dos duplicados e identificação dos trabalhos alinhados ao tema, 9 artigos foram selecionados e analisados. Observou-se a escassez de estudos que apresentam cruzamento entre as temáticas consideradas. A relevância desta pesquisa está no fato de exaltar a importância de estudos que correlacionam os inúmeros aspectos ambientais urbanos, com uma visão mais integrada, buscando a promoção de cidades mais habitáveis e saudáveis.

Palavras-chaves: Poluição sonora. Clima urbano. Cidade.

Abstract: *The expansion and densification of urban centers have caused changes in the land surface and, consequently, in the climate of cities. As well, urban morphology alters microclimate elements, it also intervenes in environmental acoustic quality, which can generate noise pollution. This research aims to provide an overview of scientific production on urban climate and noise pollution, themes that are often analyzed in isolated studies. A bibliographic search was carried out in scientific databases, with the collection of documented articles between 1977 and 2020, using the search term: "noise pollution" AND climate AND urban. After surveying raw articles, excluding duplicates and identifying works in line with the theme,*

¹ LIMA, Janaína Costa, SILVA, Jordana Teixeira da, OLIVEIRA, Stella Rosane da Silva, BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues, Clima urbano e poluição sonora: panorama da produção científica entre os temas (1977 a 2020) In: CONGRESSO ARAGUAIENSE DE CIÊNCIAS EXATA, TECNOLÓGICA E SOCIAL APLICADA, 2020, Santana do Araguaia. **Anais...** Santana do Araguaia: II CONARA, 2020.

9 articles were selected and analyzed. There was a scarcity of studies showing a cross between the themes considered. The relevance of this research is the fact that it highlights the importance of studies that correlate the countless urban environmental aspects, with a more integrated view, seeking to promote more livable and healthy cities.

Keywords: *Noise pollution. Urban climate. City.*

Resumen: *La expansión y densificación de los centros urbanos ha provocado cambios en la superficie del suelo y, en consecuencia, en el clima de las ciudades. Además, la morfología urbana altera los elementos del microclima, también interviene en la calidad acústica ambiental, lo que puede generar contaminación acústica. Esta investigación tiene como objetivo proporcionar una visión general de la producción científica sobre el clima urbano y la contaminación acústica, temas que a menudo se analizan en estudios aislados. Se realizó una búsqueda bibliográfica en bases de datos científicas, con la colección de artículos documentados entre 1977 y 2020, utilizando el término de búsqueda: "contaminación acústica" AND clima AND urbano. Después de relevar artículos en bruto, excluir duplicados e identificar trabajos en línea con la temática, se seleccionaron y analizaron 9 artículos. Hubo una escasez de estudios que mostraran un cruce entre los temas considerados. La relevancia de esta investigación radica en que resalta la importancia de estudios que correlacionen los innumerables aspectos ambientales urbanos, con una mirada más integrada, buscando promover ciudades más habitables y saludables.*

Palabras clave: *Polución Sonora. Clima urbano. Ciudad.*

1 Introdução

Atualmente, mais da metade da população mundial vive em áreas urbanas e estima-se que, entre 2018 e 2050, haverá mais 2,5 bilhões de habitantes urbanos (UN, 2019). A urbanização é um processo em escala global de intervenção humana que modifica a paisagem social e ambiental em todos os continentes e é resultado da migração da população das áreas rurais e do crescimento demográfico urbano natural (WHO, 2020). A falta de planejamento estratégico e o crescimento rápido urbanos causam impactos ambientais e degradam a qualidade de vida dos moradores, tornando-se uma questão de saúde pública.

A poluição atmosférica e sonora são, respectivamente, as principais causadoras de doenças nos centros urbanos devido ao crescimento populacional e aumento do tráfego de veículos, principal fonte de ruído urbano. Os efeitos da exposição à poluição no ar, em curto ou longo prazo, na saúde variam desde o aumento de internações hospitalares e visitas de emergência ao aumento do risco de morte prematura. Em crianças e adultos, a poluição do ar pode levar à redução da função pulmonar, infecções respiratórias, agravamento da asma e também afetam a diabetes e o desenvolvimento neurológico (WHO, 2018). Os efeitos do ruído causados no homem envolvem: perda auditiva, estresse, distúrbio do sono, aborrecimento, zumbido, doenças cardiovasculares, derrame cerebral, tendência à depressão, entre outros (WHO, 2011).

Além disso, cidades com alta densidade de edificações e rodovias, podem causar as chamadas ilhas de calor urbanas, fenômeno associado ao clima urbano com alteração das condições microclimáticas: aumento da temperatura, diminuição da umidade relativa, alteração na velocidade dos ventos, entre outros. A intensidade da ilha de calor possui forte relação com a morfologia urbana (ROMERO *et al.*, 2019), assim como, a acústica urbana, uma vez que, a densidade construtiva, perfis de ruas, áreas verdes e a posição e forma dos edifícios alteram a permeabilidade acústica (GUEDES; BERTOLI; ZANNIN, 2011).

Portanto, inserido neste contexto, este artigo tem como objetivo apresentar um panorama da produção científica que relacione as temáticas climatologia urbana e poluição sonora, áreas, em geral, estudadas separadamente. A partir desta pesquisa, foi possível relacionar o grau de relevância dos aspectos climáticos para as pesquisas em poluição sonora urbana.

2 Referencial teórico

Há diversos estudos sobre o clima urbano na comunidade científica, assim como, sobre poluição sonora, porém poucas pesquisas analisaram ambas as temáticas. O estudo integrado, que considere as referidas temáticas é fundamental para a promoção de cidades mais saudáveis. Jacobi (2003) defende que a construção de uma cidade saudável deve ser interdisciplinar, envolvendo estudos de conforto ambiental e a percepção da população, tendo como objetivo a manutenção da qualidade de vida para que os moradores possam vivenciar a natureza e aumentar a capacidade de mitigação do clima.

Algumas pesquisas relacionam a forma urbana e a saúde de seus habitantes. O modo como as pessoas se locomovem afeta a exposição ambiental e o estilo de vida, os quais estão interligados à mortalidade e ao aparecimento de enfermidades (NIEUWENHUIJSEN, 2018). Giles-Corti *et al.* (2016) elencam, em seu estudo sobre planejamento urbano e saúde, oito intervenções para construção de uma cidade saudável que envolvem mudanças no sistema público de transporte e modo de vida dos cidadãos, com o incentivo de caminhada, uso de bicicleta e transporte coletivo.

A forma urbana também promove alterações na propagação do ruído. Em estudo realizado na cidade de Aracaju/SE (Brasil), foi analisada uma área de edifícios residenciais localizados próximos às vias de fluxo intenso de veículos. Através de medições, simulações computacionais e predições acústicas, observou-se que em regiões mais densas, os edifícios se comportam como barreiras de ruído, gerando uma sombra acústica, mais silenciosa, no centro da quadra (GUEDES; BERTOLI; ZANNIN, 2011).

Cidades tropicais densas podem gerar estresse bioclimático pelo aumento da temperatura do ar, diminuição da umidade relativa e decréscimo da ventilação natural, elevando o consumo energético para condicionamento ambiental dos edifícios. Como observado em Prata *et al.* (2019), no qual a verticalização de um centro de serviços, ao norte da cidade de Fortaleza/CE (Brasil) reduziu a velocidade da ventilação natural nas habitações adjacentes.

É importante destacar a influência de áreas verdes no microclima urbano para minimização dos impactos da urbanização, através dos resultados da pesquisa de Souza *et al.* (2019). Os quais analisaram a temperatura e umidade relativa do ar de duas áreas verdes em Arapiraca/AL (Brasil) e constataram a redução de até 2,7°C e um aumento da umidade relativa do ar em locais com vegetação em relação a outros onde era ausente.

3 Metodologia

Para realização desta pesquisa, foram utilizados procedimentos técnicos da pesquisa bibliográfica e pesquisa-ação. Segundo Severino (2007), na pesquisa bibliográfica é formulada uma análise a partir de documentos científicos já publicados como livros, periódicos e artigos científicos. Já na pesquisa-ação, o pesquisador interfere na investigação ao realizar um diagnóstico ou análise de determinada busca. Metodologia similar foi adotada nos trabalhos elaborados por: Mota; Hirashima e Azevedo (2019) e Valmorbida *et al.* (2014).

Objetivando realizar um panorama da produção científica sobre poluição sonora e clima urbano,

foram adotadas as seguintes etapas metodológicas: (i) definição de critérios de busca na base de dados *Scopus* (*Elsevier*), *Web of Science* e *Scielo*; (ii) seleção de artigos brutos; (iii) filtragem dos artigos selecionados, (iv) análise e tabulação dos resultados por meio de gráficos e tabelas. A filtragem dos artigos selecionados foi subdividida em: (a) presença de artigos repetidos; (b) alinhamento dos títulos com o tema; (c) alinhamento dos resumos com o tema e (d) aderência da metodologia ao tema.

As bases de dados foram acessadas por meio do Portal de Periódicos Capes. O levantamento de dados foi executado no mês de novembro e dezembro de 2020. A primeira estratégia de busca foi a consideração da expressão: "*noise pollution*" AND *climate*, tendo sido encontrado o total de 417 documentos na base *Scopus* (*Elsevier*). No entanto, observou-se que seria necessário especificar a escala a ser considerada, se do edifício ou urbana, por esta razão, a fim de refinar a busca, foi utilizada a seguinte expressão: "*noise pollution*" AND *climate* AND *urban*. Na *Scielo* não foi obtido nenhum documento, já nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, o total de artigos a serem revisados foram 176, que continham no título, nas palavras-chave e/ou no resumo as combinações de palavras-chave definidas.

Com o portfólio bibliográfico em mãos, foi possível selecionar os artigos brutos, com a finalidade de identificar o grau de correlação entre as temáticas: poluição sonora e clima urbano. Inicialmente, os artigos foram exportados para o gerenciador de referências *Mendeley* para exclusão dos documentos repetidos e início da filtragem. Após analisar as duplicatas, chegou-se ao número de 150 documentos a serem revisados. Posteriormente, os títulos dos artigos foram lidos para verificação da aderência, restando 65 alinhados aos temas. Foram eliminados 85 artigos nesta fase, pois não estavam aderidos ao tema e havia 26 duplicados. Leu-se o resumo dos artigos mantidos e, destes, apenas 9 artigos analisaram em sua metodologia aspectos climáticos e a acústica ambiental, atendendo ao tema proposto, os quais estão destacados no Quadro 1.

Quadro 1 – Seleção de artigos que correlacionam as temáticas: clima urbano e poluição sonora, a partir da busca "*noise pollution*" AND *climate* AND *urban*

| Autor | Ano | Título | Periódico ou Congresso |
|--|------------|---|---|
| Barbara, S. Caracausi, R. Cerami, S. Chisesi, R.M. | 2005 | <i>Monitoring the urban environment: Developing a mixed (fix and mobile) observatory on the urban quality control</i> | <i>12th International Congress on Sound and Vibration 2005, ICSV 2005</i> |
| Pathak V. Tripathi BD. Mishra VK. | 2007 | <i>Dynamics of traffic noise in a tropical city Varanasi and its abatement through vegetation</i> | <i>Environ Monit Assess</i> |
| Kamp, I. | 2010 | <i>Noise in relation to climate change. A first orientation; Geluid in relatie tot Klimaatverandering</i> | <i>Een eerste Verkenning</i> |
| Su, Y.X Huang, G.Q. Chen, X.Z. Chen, S.S. Li, Z.S. | 2011 | <i>Research progress in the eco-environmental effects of urban green spaces</i> | <i>Acta Ecolo</i> |
| Salomon, M. Brodner, B. Hornberg, C. | 2018 | <i>Environmental public health in urban areas</i> | <i>Public Health Forum</i> |
| De Carvalho, R.M. Szlafsztein, C.F. | 2019 | <i>Urban vegetation loss and ecosystem services: The influence on climate regulation and noise and air pollution</i> | <i>Environmental Pollution</i> |
| Kousis, I. | 2020 | <i>For the mitigation of urban heat island and</i> | <i>Environmental</i> |

| | | | |
|------------------------------------|------|--|---|
| Pisello, A.L. | | <i>urban noise island: Two simultaneous sides of urban discomfort</i> | <i>Research Letters</i> |
| Soydan, O., Benliay, A. | 2020 | <i>Noise pollutions depending on weather conditions in Antalya city</i> | <i>Fresenius Environmental Bulletin</i> |
| Baquero Larriva, M.T., Higuera, E. | 2020 | <i>Health risk for older adults in Madrid, by outdoor thermal and acoustic comfort</i> | <i>Urban Climate</i> |

Fonte: Autores (2020), baseados em dados extraídos de *Scopus (Elsevier)* e *Web of Science (2020)*.

Foram extraídos e produzidos gráficos relativos aos documentos encontrados, tais como: tipos de publicações, número de publicações por ano, número de documentos por autores, entre outros. Através da planilha no *Software Excel*, foram organizados os documentos científicos, para facilitar a leitura das informações mais relevantes, tais como: título, resumo, palavras-chave, metodologia e resultados. Feita a filtragem, foram consultados na íntegra os documentos científicos relevantes para o estudo, tendo em vista a correlação entre as temáticas climatologia urbana e poluição sonora.

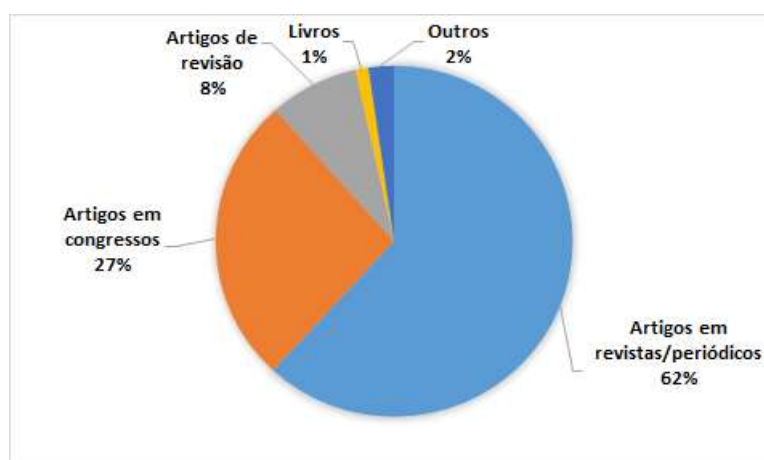
4 Resultados e Discussões

Após a busca pelos artigos brutos que envolvessem as palavras-chave de busca, foram elaborados gráficos e tabelas com os valores encontrados, expressos na subseção 4.1. Também, evidenciaram-se os trabalhos que atenderam à correlação entre os temas, e estudos que abordaram apenas um dos temas, atendendo parcialmente à busca, através da análise da metodologia, na subseção 4.2.

4.1 Aspectos gerais da busca

Conforme mencionado, foram encontrados 150 documentos científicos na base de dados *Scopus (Elsevier)* e *Web of Science*, com a estratégia de busca: "*noise pollution*" AND *climate* AND *urban*. Nas duas bases, observa-se a predominância da publicação de artigos em revistas/periódicos, seguido da publicação de artigos em congressos, e em terceiro lugar, artigos de revisão, conforme observados nos dois gráficos, apresentados a seguir.

Figura 1 – Principais tipos de publicações a partir da busca "*noise pollution*" AND *climate* AND *urban*



Fonte: Autores (2020), baseados em dados extraídos de (a) *Scopus (Elsevier)* e (b) *Web of Science (2020)*.

Após o refinamento dos dados pelas palavras-chaves e agrupamento da produção científica por áreas comuns, foi possível encontrar resultados apresentados no Quadro 2. Na base *Scopus* (*Elsevier*), a maior parte das referências encontradas estão inseridas na área de Ciência Ambiental, o que corresponde a 28,0% do total, enquanto a área de Física e Astronomia correspondem a 17,0% e Engenharia, por sua vez, a 15,0%.

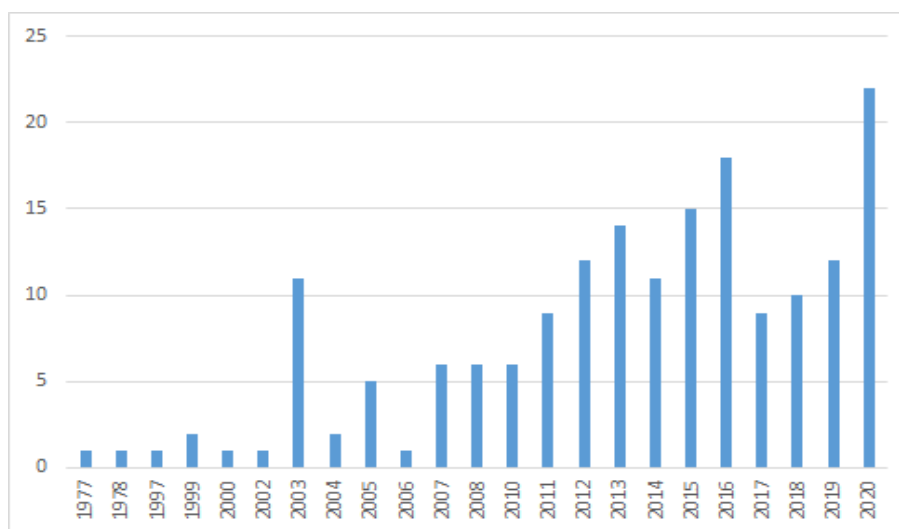
Quadro 2 – Principais áreas abordadas nas publicações a partir da busca "noise pollution" AND climate AND urban

| ÁREAS | PERCENTUAL |
|------------------------------|------------|
| Ciência ambiental | 28,0% |
| Física e Astronomia | 17,0% |
| Engenharia | 15,0% |
| Ciências sociais | 10,0% |
| Medicina | 8,0% |
| Energia | 5,0% |
| Tecnologias e outros tópicos | 2,0% |
| Acústica | 2,0% |
| Outras | 13,0% |

Fonte: Autores (2020), baseados em dados extraídos de *Scopus* (*Elsevier*) e *Web of Science* (2020).

As publicações encontradas datam de 1977 até o ano 2020, conforme pode ser observado na Figura 2. O maior número de publicações enquadra-se no ano de 2020, com 22 documentos científicos. Observa-se um aumento considerável no número de produções a partir de 2011.

Figura 2 – Número de publicações por ano a partir da busca "noise pollution" AND climate AND urban

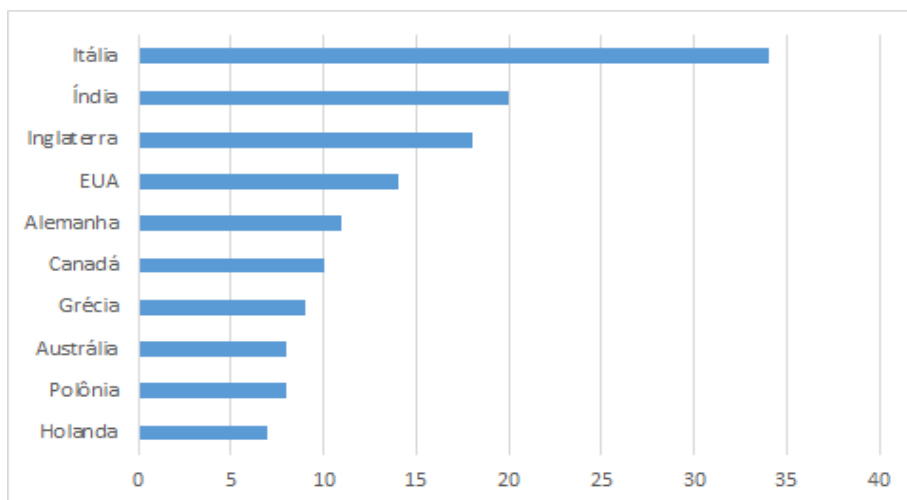


Fonte: Autores (2020), baseados em dados extraídos de *Scopus* (*Elsevier*) e *Web of Science* (2020).

Quanto aos resultados encontrados nas duas bases de dados consultadas, no que diz respeito ao país de publicação dos documentos científicos, o país que detém maior número de publicações se refere à Itália, seguido da Índia, e em terceiro lugar, o Reino Unido (Figura 3). O Brasil ocupa a 12ª colocação em publicação, considerando os termos poluição sonora e climatologia urbana. Embora os autores dos artigos tenham uma tendência de publicarem em revistas nacionais pela natureza inerente ao tema, é importante salientar que a indicação do país utilizada neste gráfico é referente ao país de origem do periódico.

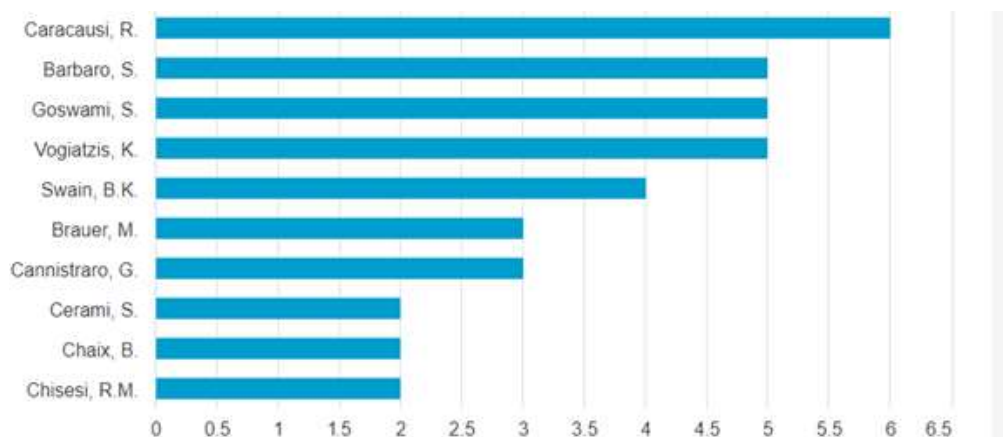
Em relação aos pesquisadores com maior quantidade de produção de documentos científicos na área, destacam-se Rosario Caracausi (CARACAUSI, R.), e Salvatore Barbaro (BARBARO, S.), ambos da *Università degli Studi di Palermo*, Itália, inclusive com algumas publicações em parceria (Figura 4). Como pode ser observado na Figura 4, a *Università degli Studi di Palermo*, Itália ocupa o primeiro lugar no ranking de publicações na área.

Figura 3 – Publicações por países a partir da busca "noise pollution" AND climate AND urban

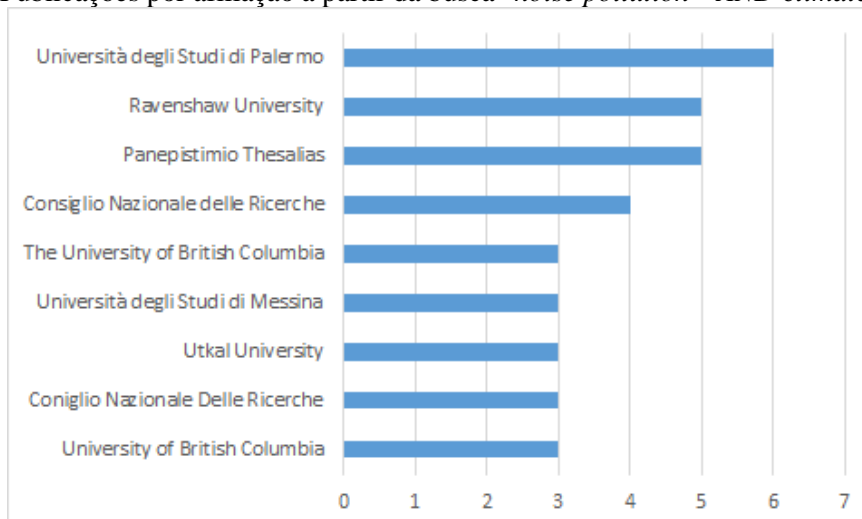


Fonte: Autores (2020), baseados em dados extraídos de *Scopus (Elsevier)* e *Web of Science* (2020).

Figura 4 – Publicações por autores a partir da busca "noise pollution" AND climate AND urban



Fonte: Autores (2020), baseados em dados extraídos de *Scopus (Elsevier)* e *Web of Science* (2020).

Figura 5 – Publicações por afiliação a partir da busca "*noise pollution*" AND *climate* AND *urban*

Fonte: Autores (2020), baseados em dados extraídos de *Scopus* (Elsevier) e *Web of Science* (2020).

A plataforma *Scopus* (Elsevier) forneceu as palavras-chave mais presentes nos documentos encontrados, que foram: *Noise pollution* (Poluição sonora), *Acoustic noise* (Ruído), *Climate change* (Mudanças climáticas), *Urban area* (Área urbana), *Environmental Noise* (Ruído ambiental), *Urban Planning* (Planejamento urbano), *Air pollution* (Poluição do ar), *Human* (Humano), *Traffic noise* (Ruído de tráfego) e *Noise Climate* (Clima Ruidoso).

4.2 Correlações entre as temáticas: clima urbano e poluição sonora

Dentre as publicações científicas consultadas, o trabalho de Kousis e Pisello (2020) apresenta uma abordagem simultânea das duas temáticas no contexto urbano, ou seja, da climatologia urbana, com o enfoque nas ilhas de calor urbanas e poluição sonora, que eles chamam de ilha de ruído urbano. Os referidos autores consideram que as ações antrópicas na cidade são capazes de interferir no bem-estar das pessoas, a exemplo do aquecimento agressivo ocasionado pelas ilhas de calor urbana, além do desconforto gerado pela poluição sonora, impactando na vida social e nas condições de saúde dos centros urbanos. Trata-se de um artigo de revisão, que busca preencher a lacuna existente no campo de estudo, que estuda, frequentemente, as temáticas em separado, ou seja, entre a análise apenas termofísica sobre a mitigação de ilhas de calor e a análise apenas acústica da poluição sonora urbana. Kousis e Pisello (2020) defendem o uso de superfícies adaptativas e multifuncionais, incluindo pavimentos urbanos e envolventes de construção, a fim de mitigar as ilhas de calor e de ruído. O propósito final dos autores é promover investigação e inovação para cidades mais habitáveis por meio de uma visão mais holística.

Outro trabalho em que há a correlação entre os temas se enquadra o estudo de Kamp (2010), no qual o autor presume que a mudança climática acarreta em medidas adaptativas que podem influenciar a exposição a diferentes tipos de ruído e percepções relacionadas e a saúde e bem-estar. O autor expõe que a influência das medidas de adaptação na exposição ao ruído dificilmente foi estudada até agora e o ruído não é considerado nos processos de tomada de decisão em torno destas medidas. Neste relatório, é feito um primeiro inventário com base na literatura e uma pesquisa adicional estudando a influência dos sistemas de ventilação e turbinas eólicas no incômodo, distúrbios do sono e sintomas físicos não específicos. O autor também levanta a dificuldade em realizar a pesquisa com base nas evidências existentes, sendo difícil

discernir os impactos desses diferentes componentes sobre a saúde e determinar os efeitos em longo prazo desses efeitos, principalmente agudos.

Baquero e Higuera (2020) analisaram a percepção do conforto térmico e acústico em idosos em espaços públicos na cidade de Madrid (Espanha). As análises objetivas, por meio de medição dos níveis de pressão sonora, Temperatura Equivalente Fisiológica (PET) e Índice Térmico Universal (UTCI), e subjetivas, com aplicação de 413 questionários, foram comparadas. Os resultados mostraram que apesar dos usuários considerarem o ambiente como confortável, os índices ultrapassaram os limites recomendados pela OMS, alertando ao risco significativo para a saúde com a exposição à poluição sonora e temperaturas extremas diárias. Já o estudo de Soydan e Benliay (2020) relaciona a poluição sonora da cidade de Antalya (Turquia) com valores de previsão da velocidade do vento, por meio de *software* de rede neural artificial. Foram medidos os níveis acústicos do distrito central, elaborados 12 mapas de ruído, para os períodos diurno e noturno, além de tabelas de estimativa de vento e ruído. Como resultado, constataram-se áreas com poluição sonora e foram elaboradas recomendações para mitigar o problema.

Correlacionando as duas temáticas e abordando a influência das áreas verdes urbanas na regulação do clima e dos níveis de poluição sonora, vale ressaltar o trabalho de De Carvalho e Szlafsztein (2019), que buscou identificar a perda de vegetação urbana e relacioná-la com a prestação de serviços ecossistêmicos de redução da qualidade do ar, redução da poluição do ar e regulação do clima. Este trabalho teve como objeto de estudo a cidade de Belém, Pará, Brasil, com a coleta de dados relativos à distribuição espacial e temporal da cobertura vegetal de 1986 a 2009 na cidade. Os dados sobre poluição do ar, poluição sonora e temperatura foram terceirizados em trabalhos anteriores. Constatou-se a perda de cobertura vegetal nas áreas urbanizadas foi expressiva ao longo dos anos em estudo, verificando assim, que com o aumento da degradação de áreas naturais no ambiente urbano, a provisão de serviços ecossistêmicos diminuiu, o que consequentemente prejudicou a regulação do clima e a poluição do ar e sonora.

Alguns trabalhos abordaram parcialmente a temática desta pesquisa avaliando somente a poluição sonora, no qual o termo “*climate*”, foi abordado no contexto de clima acústico (*acoustic climate*), como a pesquisa de Baistrocchi e Rocco (2003). A qual avaliou um parque de estacionamento como fonte de ruído para seu entorno urbano através de medições dos níveis de pressão sonora, a fim de determinar a qualidade acústica ambiental do local. O trabalho de Cannistraro, Costanzo, Giaconia, Piccolo (2003) analisou o clima acústico da área urbana da cidade Villa San Giovanni (Itália) com 14 locais de medição, coletando dados de fluxos de veículos, e sugeriram ações para adequação do planejamento urbano. Outro termo recorrente com significado similar também surgiu nos artigos, “*noise climate*”, traduzido como clima ruidoso, nos trabalhos: Barbaro, Caracausi, Chaix (2003), Barbaro, Caracausi, Chisesi (2003), Ravindran e Sriram (2004). Os 2 (dois) primeiros avaliaram a poluição sonora em cidades da Itália, produzida, principalmente, pelo tráfego de veículos, por meio de medições acústicas, tendo como base a lei italiana sobre ruído ambiental nº 447/95 que estabelece dois procedimentos para avaliação acústica, e o último analisou a acústica urbana em Kanchipuram (Índia). Além disso, Barbaro, Caracausi, Chaix (2003) também examinaram a percepção dos usuários sobre o grau de incômodo do ruído rodoviário em paradas de ônibus, já Barbaro, Caracausi, Chisesi (2003), estudaram o clima ruidoso na área portuária de Palermo (Itália). Outros trabalhos se enquadram parcialmente na análise, os artigos de Pathak, Tripathi, Mishra (2008) e Su *et al* (2011). Aquele trabalhou com o monitoramento do nível de ruído e sua redução com diferentes larguras e alturas de faixa de vegetação expondo que áreas sem vegetação estavam altamente poluídas em comparação com a área de categoria com vegetação com menor flutuação de carga de tráfego. Foram testadas para estudo de redução de ruído em diferentes

frequências. A significância da faixa de vegetação na redução do ruído foi estabelecida com modelos de regressão múltipla. Já, Su *et al* (2011) realizaram um levantamento de trabalhos similares que confirmam a importância na vegetação demonstrando que os espaços verdes urbanos podiam absorver dióxido de carbono, liberarem oxigênio, baixar a temperatura do ar, aumentar a umidade do ar, reduzir a concentração de poeira e o nível de ruído, enquanto podiam proteger a biodiversidade e reduzir a poluição do ar através da fotossíntese, absorção, função tampão, transpiração e evapotranspiração da vegetação. Com base nas diferenças dos métodos e conteúdos de pesquisa existentes, o estudo resumiu e avaliou sistematicamente as pesquisas sobre 6 (seis) efeitos eco-ambientais de espaços verdes urbanos. As dificuldades, deficiências e direções-chave do estudo atual foram indicadas para referências a futuras pesquisas aliadas.

Com um enfoque direcionado para a importância da saúde pública ambiental nos centros urbanos, sendo um trabalho mais abrangente, destaca-se o trabalho de Salomon, Brodner e Hornberg (2018). O trabalho destaca que a poluição atmosférica e sonora, a formação de ilhas de calor em função dos elementos construídos, a ausência de áreas verdes para atividades de lazer e recreação impactam negativamente na saúde das pessoas, de modo que se faz necessário mudanças da mobilidade urbana, a fim de diminuir a dependência do tráfego rodoviário. Tendo em vista a importância de estudos e análises mais globais do ambiente urbano, que possam considerar seus inúmeros aspectos, a correlação entre as temáticas discutidas no presente trabalho pode direcionar ao ocorrido nas *smart cities* (cidades inteligentes), cidades nas quais o monitoramento ambiental é uma das premissas. Nesse contexto, Barbara *et al.* (2005) evidenciaram a importância da criação de mapas de ruído, de ilhas de calor, ilhas de umidade para monitoramento de uma cidade inteligente, na China.

5 Conclusões

Tendo em vista o panorama da produção científica entre as temáticas, climatologia urbana e poluição sonora, entre os anos 1977 a 2020, considerando as bases de dados *Scopus (Elsevier)* e *Web of Science*, foi possível observar a escassez de trabalhos científicos que apresentam conexão entre as temáticas abordadas. A partir da amostragem de artigos científicos analisados, verificou-se a tendência de que os trabalhos mais recentes, publicados em meados dos anos 2000 até o dias atuais, há uma tentativa maior de cruzamento entre as temáticas, de maneira que, quanto mais antigo, mais os trabalhos tendem a estudar de maneira mais isolada uma das áreas. De uma maneira geral, foram observados trabalhos que correlacionam ilhas de calor e poluição sonora, mudanças climáticas e ruído urbano, percepção do conforto térmico e acústico em espaços públicos, influência das áreas verdes urbanas na regulação do clima e dos níveis de poluição sonora, entre outros.

Como proposta para trabalhos futuros, podem ser realizados trabalhos com buscas em outras bases de dados científicos, bem como com mais expressões de busca. Além disso, outros trabalhos podem ser desenvolvidos que estudem as *smart cities*, visto que é um campo de estudo amplo e crescente, que visa a análise integrada e mais holística dos parâmetros ambientais. Apesar da expressividade de produção acadêmica desenvolvida nas áreas de estudo, em separado, através do presente trabalho, evidenciou-se a falta ou pouca relação entre esses nichos de estudo, o que pode se configurar como uma lacuna no âmbito do conforto ambiental urbano. Por fim, é necessário desenvolver pesquisas mais integradas, que possam considerar os inúmeros aspectos envolvidos no ambiente urbano, com a finalidade de construção de diretrizes e instrumentos projetuais e tomada de decisão no planejamento de cidades mais habitáveis e saudáveis.

Referências

- BAISTROCCHI, C.; ROCCO, L. Acoustic impact of car parks. **Acta Acustica (Stuttgart)**, v. 89, 2003.
- BAQUERO LARRIVA, M.T.; HIGUERAS, E. Health risk for older adults in Madrid, by outdoor thermal and acoustic comfort. **Urban Climate**, v. 34, 2020. Disponível em: [10.1016/j.uclim.2020.100724](https://doi.org/10.1016/j.uclim.2020.100724)
- BARBARA, S. *et al.* Monitoring the urban environment: Developing a mixed (fix and mobile) observatory on the urban quality control. In: 2005, **12th International Congress on Sound and Vibration 2005**, ICSV 2005. [S. l.: s. n.] p. 3369–3377.
- BARBARO, S.; CARACAUSI, R.; CHAIX, B. Evaluation of the noise climate produced by a means of public transport and analysis of customer response in palermo (Italy). **Proceedings of the Tenth International Congress on Sound and Vibration**, p. 2695-2702, 2003.
- BARBARO, S.; CARACAUSI, R.; CHISESI, R.M. Noise climate in the seaport area of palermo (Italy). **Proceedings of the Tenth International Congress on Sound and Vibration**, p. 2735-2742, 2003.
- CANNISTRARO, G.; COSTANZO, S.; GIACONIA, C.; PICCOLO, A. Analysis of the acoustic climate along main streets in Villa San Giovanni. **Computational and Experimental Methods**, v. 9, p. 11-21, 2003. ISBN: 1853129755.
- DE CARVALHO, R. M.; SZLAFSZTEIN, C. F. Urban vegetation loss and ecosystem services: The influence on climate regulation and noise and air pollution. **Environmental Pollution**, [S. l.], v. 245, p. 844–852, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.114>
- GILES-CORTI, B. *et al.* City planning and population health: a global challenge. **The Lancet** **388** (10062), 2912–2924. 2016. IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa de informações básicas municipais: Perfil dos Municípios Brasileiros 2013. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Perfil_Municipios/2013/munic2013.pdf. Acesso em: 10 fev. 2016.
- GUEDES, I. C. M.; BERTOLI, S. R.; ZANNIN, P. H. T. Influence of urban shapes on environmental noise: A case study in Aracaju — Brazil, **Sci Total Environ** (2011), doi:10.1016/j.scitotenv.2011.10.018
- JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, março/ 2003 p. 189-205. 2003
- KAMP, I. **Noise in relation to climate change. A first orientation; Geluid in relatie tot Klimaatverandering**. Een eerste Verkenning. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven (Netherlands). 2010.
- KOUSIS, I.; PISELLO, A. L. For the mitigation of urban heat island and urban noise island: Two simultaneous sides of urban discomfort. **Environmental Research Letters**, [S. l.], v. 15, n. 10, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abaa0d>.
- MOTA, L. C. C.; HIRASHIMA, S. Q. da S.; AZEVEDO, R. C. Elaboração e análise de portfólio bibliográfico sobre mapeamento sonoro urbano utilizando o PROKNOW-C. **XV ENCAC - XI ELACAC**. João Pessoa: ENCAC, 2019. 18 a 21 set. 2019.
- NIEUWENHUIJSEN, M.J., Influence of urban and transport planning and the city environment on cardiovascular disease. **Nat. Rev. Cardiol.** 15 (7), 432–438. 2018.

- PATHAK, V, Tripathi BD, Mishra VK. Dynamics of traffic noise in a tropical city Varanasi and its abatement through vegetation. **Environ Monit Assess**. 2008 Nov;146(1-3):67-75. doi: 10.1007/s10661-007-0060-1. Epub 2007 Dec 18. PMID: 18085417.
- PRATA, S. L. et al. A influência da mudança em padrões de ocupação do solo sobre as condições ambientais urbanas: O caso do poço da draga, em Fortaleza-CE. **XV ENCAC - XI ELACAC**. João Pessoa: ENCAC, 2019. 18 a 21 set. 2019.
- RAVINDRAN, J.; SRIRAM, G. Ambient Noise level at Kanchipuram, Tamil Nadu. **Pollution Research**, v. 23, n. 4, p. 597-600, 2004.
- ROMERO, M. A. B. *et al.* **Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas**. 1. ed. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2019.
- SALOMON, M.; BRODNER, B.; HORNBERG, C. Environmental public health in urban areas | Umweltbezogener Gesundheitsschutz im städtischen Lebensraum. **Public Health Forum**, [S. l.], v. 26, n. 3, p. 247–251, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1515/pubhef-2018-0078>
- SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.
- SOUZA, I. F. *et al.* A influência das áreas verdes no microclima urbano: Estudo de caso em espaços públicos de Arapiraca-AL. **XV ENCAC - XI ELACAC**. João Pessoa: ENCAC, 2019. 18 a 21 set. 2019.
- SOYDAN, O.; BENLIAY, A. Noise pollutions depending on weather conditions in Antalya city. **Fresenius Environmental Bulletin**, v. 29, n. 6, p. 4282-4301, 2020.
- SU, Y. X. *et al.* 2011. Research progress in the eco-environmental effects of urban green spaces. **Acta Ecolo**. Sin. 31 (23), 7287–7300.
- UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). **World Population Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420)**. New York: United Nations.
- VALMORBIDA, S. M. I. *et al.* Mapeamento das publicações do tema gestão pública com foco nos resultados. **RIC - Revista de Informação Contábil**, [s/l], 2014.
- WHO (2011). **Burden of disease from environmental noise** - Quantification of healthy life years lost in Europe, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.
- WHO (2018). **Environmental Noise Guidelines for the European Region**, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.
- WHO (2020). World Health Organization. **Climate change and human health** - Urbanization and health. 2020. [s.l.]: WHO, 2020. Disponível em: WHO | Urbanization and health. Acesso em: 14 dez. 2020.