
INDICADORES DE QUALIDADE

AMBIENTAL URBANA: UMA

REVISÃO SISTEMÁTICA

Aline Machado de Farias Rosa^a  | Gabriel Barros Gonçalves de Souza^a

^a Universidade Salvador (UNIFACS), Salvador, Brasil

RESUMO: os espaços urbanos, desprovidos de planejamento territorial, são expostos a riscos ambientais com efeitos negativos à saúde humana. Para que estas localidades tenham seus riscos reduzidos e o desenvolvimento sustentável seja incorporado, é necessário realizar o diagnóstico da Qualidade Ambiental Urbana. Essa análise é constituída pela integração de índices e indicadores que irão delimitar as condições urbanas locais, servindo como alicerce para órgãos competentes na aplicação de políticas adequadas à gestão urbana local. Sendo assim, este artigo teve como finalidade revisar sistematicamente o uso de índices e indicadores em estudos sobre a Qualidade Ambiental Urbana. A revisão sistemática foi conduzida nas plataformas de pesquisa Web of Science, Scopus e SciELO, buscando por artigos entre o ano de 1945 até dezembro de 2020, sem restrição geoespacial. Os estudos selecionados foram analisados quanto ao uso dos índices de Condições Ambientais, Acesso a Serviços Urbanos e Socioeconômico. Com os resultados obtidos pode-se aferir que o índice de Condições Ambientais foi o mais abordado mundialmente, enquanto o menos utilizado foi o Socioeconômico. Além disso, foi notada a desatenção dos estudos científicos quanto às condições de esgotamento sanitário, limpeza urbana e serviços de manutenção, contemplados no índice de Condições Urbanas.

Palavras-chave: Indicador socioeconômico. Indicador de Condições Ambientais. Indicador de Acesso a Serviços Urbanos.

Editora-Chefe: Sandra Catharinne Pantaleão Resende 

Recebido em: 25/03/2024. **Aprovado em:** 08/06/2024.

OPEN ACCESS



URBAN ENVIRONMENTAL QUALITY INDICATORS: A SYSTEMATIC REVIEW

ABSTRACT: urban spaces, devoid of territorial planning, are exposed to environmental risks with negative effects on human health. For these locations to have their risks reduced and sustainable development to be incorporated, it is necessary to carry out a diagnosis of Urban Environmental Quality. This analysis consists of the integration of indices and indicators that will delimit local urban conditions, serving as a foundation for competent bodies in the application of policies appropriate to local urban management. Therefore, this article aimed to systematically review the use of indices and indicators in studies on Urban Environmental Quality. The systematic review was conducted on the Web of Science, Scopus and SciELO search platforms, searching for articles between 1945 and December 2020, without geospatial restrictions. The selected studies were analyzed regarding the use of Environmental Conditions, Access to Urban Services and Socioeconomic indices. With the results obtained, it can be seen that the Environmental Conditions index was the most discussed worldwide, while the least used was the Socioeconomic one. Furthermore, the lack of attention in scientific studies regarding the conditions of sanitary sewage, urban cleaning and maintenance services, included in the Urban Conditions index, was noted.

Keywords: Socioeconomic indicator. Environmental Conditions Indicator. Indicator of Access to Urban Services.

INDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL URBANA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

RESUMEN: los espacios urbanos, desprovistos de planificación territorial, están expuestos a riesgos ambientales con efectos negativos sobre la salud humana. Para que estas localidades reduzcan sus riesgos y se incorpore un desarrollo sustentable es necesario realizar un diagnóstico de Calidad Ambiental Urbana. Este análisis consiste en la integración de índices e indicadores que delimitarán las condiciones urbanas locales, sirviendo de base a los órganos competentes en la aplicación de políticas adecuadas a la gestión urbana local. Por lo tanto, este artículo tuvo como objetivo revisar sistemáticamente el uso de índices e indicadores en estudios sobre Calidad Ambiental Urbana. La revisión sistemática se realizó en las plataformas de búsqueda Web of Science, Scopus y SciELO, buscando artículos entre 1945 y diciembre de 2020, sin restricciones geoespaciales. Los estudios seleccionados fueron analizados en cuanto al uso de Condiciones Ambientales, Acceso a Servicios Urbanos e índices Socioeconómicos. Con los resultados obtenidos se puede observar que el índice de Condiciones Ambientales fue el más discutido a nivel mundial, mientras que el menos utilizado fue el Socioeconómico. Además, se constató la falta de atención en los estudios científicos sobre las condiciones de los servicios de alcantarillado sanitario, limpieza y mantenimiento urbano, incluidos en el índice de Condiciones Urbanas.

Palabras llave: *Indicador socioeconómico. Indicador de Condiciones Ambientales. Indicador de Acceso a Servicios Urbanos.*

Grande parte das cidades na atualidade possuem uma quantidade demasiada de habitantes que são submetidos a uma má qualidade de vida, na qual tanto a estrutura urbana como os recursos ambientais locais sofrem uma grande pressão (SU *et al.*, 2010). Este cenário é concebido pela formação de aglomerações urbanas com o mínimo ou nenhum planejamento urbano, resultando no assentamento de moradias em zonas precárias, com infraestrutura deficiente e de difícil ou sem acesso aos serviços essenciais e equipamentos públicos, muitas vezes, em locais ambientalmente vulneráveis (Rolnik, 2006). De acordo com Liang e Weng (2010), essa ocupação desordenada gera problemáticas em diferentes escalas, proporcionando alterações locais que contribuem para as mudanças climáticas, escassez de recursos naturais, contaminação de solo e de recursos hídricos, que podem comprometer também a saúde humana. Essas problemáticas podem ser sanadas desde que seja realizada uma análise do seu cenário urbano, avaliando um propulsor na delimitação das condições do meio que é a Qualidade Ambiental Urbana (QAU) (Kamp *et al.*, 2003; Matsuoka, Kaplan, 2008).

A QAU, de acordo com Javanbakth *et al.* (2020), é um diagnóstico quantificável que mensura a aderência do meio ambiente às necessidades da vida urbana. Esta medida deve compreender todo o caráter dinâmico do meio, sendo multidisciplinar e capaz de se adequar tanto espacialmente quanto temporalmente (Nichol; Wong, 2006). Segundo Heink e Kowarik (2010), a compreensão das mudanças sazonais são de alta relevância para a elaboração do diagnóstico, como por exemplo a abordagem de fatores socioeconômicos por meio da renda familiar, renda percapita, escolaridade, percentual de famílias abaixo da linha da pobreza e tipo de ocupação, apresentados nos estudos de Faisal e Shaker (2017), Li e Weng (2007) e Azadeh *et al.* (2019), como em aspectos ambientais, por exemplo o percentual de áreas construída e cobertura verde, ilhas de calor e a qualidade do ar, utilizados nos estudos de Nichol e Wong (2009), Rahman *et al.* (2011) e Liang e Weng (2010).

A elaboração do diagnóstico da qualidade de vida urbana possui como componente básico a utilização de indicadores (Zumaya; Motlak, 2019). Esses indicadores ambientais urbanos que são empregados na QAU, de acordo com Rosa (2008), se originaram de indicadores sociais definidos e almejados entre as décadas de 1930 e 1950, período no qual o crescimento econômico foi considerado sinônimo de desenvolvimento. Porém esta ideia foi desconstruída com a divulgação do diagnóstico previsto para os anos de 1960/70, realizado pela Organização das Nações Unidas (ONU). Ainda de acordo com Rosa (2008), nesta presciência foi estabelecida uma correlação entre o crescimento econômico, o agravamento das desigualdades sociais e a degradação do meio ambiente, desabilitando a associação do desenvolvimento com a economia e atribuindo-o a sustentabilidade, a qual sustenta o uso complementar e concordante dos indicadores ambientais, urbanos e sociais.

A definição de indicadores ambientais urbanos foi estabelecida em 1978 pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), delimitando também suas incumbências de disponibilizar dados quantitativos gerados para a formulação e implementação de políticas urbanas. Sendo assim, estes indicadores são instrumentos capazes de medir a qualidade do meio urbano, simplificar suas informações e transmiti-las aos interessados, estabelecendo uma conexão entre sua base teórica e o desenvolvimento de políticas locais (Zumaya; Motlak, 2019). Deve-se ressaltar que, de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), os indicadores não devem ser de uso exclusivo do Poder Público, ao transmitirem as condições do meio e a qualidade de vida tornam-se um instrumento de cidadania, sendo interesse de todos os cidadãos (Câmara, 2002).

A escolha de bons indicadores é fundamental para a eficácia da avaliação ambiental urbana. De acordo com o estudo realizado pelo Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA) (1997), um bom indicador deve possuir um caráter simplificador, quantitativo, comunicativo, pertinente perante as condições aplicadas e deve ser apresentado em um momento oportuno para que possa influenciar em decisões privadas e públicas. Segundo Rufino (2002), os indicadores podem ser obtidos por meio da formulação de índices, os quais baseiam-se na aplicação matemática de um conjunto de informações preestabelecidas e devem contemplar dados coerentes com os indicadores, possuir uma fácil usabilidade e não podem ser ambíguos, o resultado da aplicação eficaz dos índices é a medição do grau de sustentabilidade do meio urbano.

Um dos grandes desafios da avaliação qualidade ambiental urbana está na delimitação adequada dos indicadores que serão utilizados, devido à dificuldade de escolha dos parâmetros que irão compor este indicador, já que a ampla variedade desses parâmetros e a disponibilidade de dados referentes a eles devem ser levados em consideração (Braga *et al.*, 2004; Vieira, Studart, 2009). Outra dificuldade levantada por Marzal e Almeida (2000) é a de integrar simultaneamente diferentes conjuntos de indicadores e transformá-los em um único produto final, uma vez que para que seja medida a sustentabilidade urbana deve-se avaliar de forma conjunta os fatores ambientais, sociais e econômicos. Shao *et al.* (2019) também destacam a importância de uma abordagem que vá além dos fatores do ambiental natural, como o clima, a água e o solo, fazendo-se necessário considerar o meio natural urbano como um todo, o âmbito econômico, cultural e sustentável.

Desta forma, para que uma avaliação da qualidade ambiental urbana seja bem-sucedida é necessário delimitar seus objetivos de forma clara, tanto aos que são referentes à avaliação executada como os de cada indicador, além disso a escolha dos indicadores e de seus componentes, que serão utilizados na sua formulação, deve ser feita de forma cautelosa e complementar (Saldanha, 2007). A QAU pode ser aprimorada mediante o uso de técnicas de sensoriamento remoto por satélite, sendo este método considerado mais vantajoso do que outras coletas de dados mais convencionais, tendo em vista o seu alto nível de detalhamento e um baixo custo de execução (Liang; Weng, 2010). Esses instrumentos são caracterizados por possuírem uma análise multitemporal com dados de resolução múltipla, tornando possível delimitar índices como o uso e ocupação do solo, condições da água e vegetação em zonas urbanas e a temperatura da superfície do solo. Diante de sua eficácia e a capacidade de gerar informações claras essa metodologia é utilizada com frequência em estudos sobre o tema (Faisal; Shaker, 2017).

Mediante ao cenário apresentado, julga-se fundamental entender como diferentes indicadores têm sido utilizados na delimitação da QAU. Assim, questiona-se: quais são os índices e indicadores de qualidade ambiental e urbana mais utilizados no mundo? qual a frequência em que os instrumentos de sensoriamento remoto por satélite são utilizados na avaliação QAU? Com base nessas questões, este estudo teve como finalidade revisar sistematicamente o uso dos índices e indicadores de qualidade ambiental urbana no mundo, delimitando quais são as variações mais utilizadas e suas abordagens.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A revisão sistemática foi o método aplicado ao presente estudo. De acordo com Souza *et al.* (2010), esta é uma abordagem qualitativa utilizada para condensar e integrar

o conhecimento gerado por diferentes referências bibliográficas. Dentre elas os artigos científicos são os mais empregados nesta metodologia.

A aplicação da revisão sistemática baseou-se na utilização das plataformas Web of Science, Scopus e SciELO. Em acordo com os critérios adotados por Souza e Vianna (2019), a SciELO foi incluída por conter artigos majoritariamente latino-americanos em um contexto mais regional, enquanto a Web of Science foi utilizada por ser uma base de dados internacional que contém periódicos de alta relevância e o banco de dados da Scopus, introduzido em 2004 pela Elsevier Science, foi também utilizado na pesquisa por se adequar como alternativa complementar à Web of Science. Através destas plataformas foi realizada uma busca por artigos compreendidos entre o ano de 1945 até dezembro de 2020. Essa busca ocorreu em dezembro de 2020 (sendo atualizada em janeiro de 2021), por meio da utilização da seguinte combinação de palavras-chaves conectadas pelos indicadores booleanos AND e OR: “urban environmental quality” AND “indicators” OR “index” OR “indices” OR “indexes”. A utilização do asterisco foi empregada para garantir a maior precisão da pesquisa e as aspas para que os termos retornassem do mesmo modo como foram inseridos. Em função da maior restrição de resultados possíveis na SciELO, foram utilizadas como palavras-chave “qualidade ambiental urbana” OR “urban environmental quality”.

O critério de inclusão dos artigos científicos foi a aplicação e/ou análise de índices e indicadores de qualidade urbana ambiental. Desse modo, não foram contemplados artigos que tratam apenas da avaliação da qualidade atmosférica, terrestre e/ou aquática, bem como artigos que se referem apenas a impactos ocasionados pela interação urbana-ambiental e artigos constituídos por abordagens apenas conceituais sobre a qualidade urbana ambiental. Os artigos que atenderam ao critério de elegibilidade foram analisados e tiveram as seguintes informações extraídas: i) ano, ii) país do estudo, iii) indicador de acesso a áreas verdes, iv) indicador de degradação ambiental, v) indicador de renda familiar, vi) escolaridade, vii) esgotamento sanitário, viii) limpeza urbana, ix) drenagem de águas pluviais, x) manutenção urbana, xi) saúde populacional, xii) ferramenta de sensoriamento remoto, xiii) índice/método de integração. Para viabilizar a análise dos padrões observados, as informações registradas foram agrupadas de acordo com o tipo de indicador, sendo: indicador de condições ambientais (itens iii e iv), indicador socioeconômico (v e vi) e indicador de acesso a serviços urbanos (do item vii ao xi). Todas estas informações coletadas foram agrupadas e discutidas mediante a análise dos resultados adquiridos.

RESULTADOS

Foram encontrados na pesquisa um total de 152 artigos, sendo 68 deles oriundos da plataforma Web of Science, 21 artigos da SciELO e os outros 63 provenientes da Scopus. Dentre os estudos levantados, foram encontrados 19 artigos publicados repetidamente em duas dessas plataformas e 3 foram contemplados pelos três bancos de dados, de forma a compor um total de 127 artigos. Após a triagem, 54 artigos atenderam aos critérios e foram incluídos na revisão sistemática (Quadro 1).

Quadro 1: Estudos incluídos na revisão sistemática e os índices e indicadores utilizados

Autores	Revista	Índices									
		Acesso a Serviços Urbanos					Socioeconômico		Condições Ambientais		Sensoriamento Remoto
		Saúde Populacional	Manutenção Urbana	Drenagem de Águas Pluviais	Limpeza Urbana	Esgotamento Sanitário	Escolaridade	Renda Familiar	Degradação Ambiental	Acesso a Áreas Verdes	
Krishnan e Firoz (2020)	Journal of Urban Management						x	x		x	x
Moura e Fonseca (2020)	Sustainability							x		x	x
Javanbakth <i>et al.</i> (2020)	Ecological Indicators						x	x	x	x	
Sruthi Krishnan e Mohammed (2020)	Journal of Urban Management	x			x		x		x	x	
Liang <i>et al.</i> (2020)	Complexity		x		x	x	x	x	x	x	x
Santos e Nuccci (2019)	Revista de Geografia e Ordenamento do Território									x	x
Liberti <i>et al.</i> (2019)	Revista de Geografia e Ordenamento do Território								x	x	
Paecke e Melgarejo (2019)	INVI									x	
Mensah <i>et al.</i> (2019)	Environmental Management				x	x		x			
Qigan <i>et al.</i> (2019)	International Journal of Environmental Research and Public Health			x	x	x			x	x	x
Zumaya e Motlak (2019)	International Conference on Sustainable Engineering Techniques	x	x	x	x	x			x	x	x
Azadeh <i>et al.</i> (2019)	Journal of Urban and Environmental Engineerg	x	x		x	x		x	x	x	x
Lacerda Adão e Pollete (2018)	O Espaço Geogragico em Análise			x					x	x	
Ramborger <i>et al.</i> (2018)	Geograficando	x			x				x	x	x
Musse <i>et al.</i> (2018)	International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation				x	x				x	x
Infanti <i>et al.</i> (2018)	International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy)		x						x	x	x

Continua...

Autores	Revista	Índices										
		Acesso a Serviços Urbanos					Socioeconômico		Condições Ambientais		Sensoriamento Remoto	
		Saúde Populacional	Manutenção Urbana	Drenagem de Águas Pluviais	Limpeza Urbana	Esgotamento Sanitário	Escolaridade	Renda Familiar	Degradação Ambiental	Acesso a Áreas Verdes		
Yong <i>et al.</i> (2017)	Ecological Indicators	x							x	x	x	
Kamil e Ahmed (2017)	Sensors	x						x	x		x	x
Liu <i>et al.</i> (2017)	Ecological Indicators	x						x	x		x	
Faisal e Shaker (2017)	Sensors				x	x				x	x	
Silva <i>et al.</i> (2017)	Desenvolvimento e Meio Ambiente	x	x	x	x	x			x		x	
Kamil e Ahmed (2017)	Sustainability	x						x	x		x	x
Bertini <i>et al.</i> (2016)	Brazilian Journal of Biology										x	x
Bertini <i>et al.</i> (2016)	Brazilian Journal of Biology									x	x	
Cassela <i>et al.</i> (2016)	International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences									x	x	
Zeev <i>et al.</i> (2015)	Environmental Pollution				x	x				x	x	x
Yanxu <i>et al.</i> (2015)	Remote Sensing									x	x	
Silva (2015)	Habitat International	x								x		x
Stossel <i>et al.</i> (2015)	Environmental Pollution	x	x		x	x	x	x	x	x	x	
Hernandez-Guerrero (2015)	Revista de Geografia Norte Grande			x	x	x				x	x	
Venckauskaite <i>et al.</i> (2014)	International Conference Environmental Engineering								x			x
Fengling <i>et al.</i> (2014)	Fresenius Environmental Bulletin				x						x	x
Sharifianpur e Fayadi (2014)	Journal of Environmental Studies	x				x	x	x	x	x	x	
De Deus <i>et al.</i> (2013)	Human and Ecological Risk Assessment				x	x	x	x			x	x
Marconcini <i>et al.</i> (2013)	International Symposium on Geoscience and Remote Sensing	x								x	x	x
Romero <i>et al.</i> (2012)	Ecological Indicators			x					x	x	x	x
Seifollahi e Faryadi (2012)	International Journal of Environmental Research	x				x			x	x		

Continua...

Autores	Revista	Índices									
		Acesso a Serviços Urbanos					Socioeconômico		Condições Ambientais		Sensoriamento Remoto
		Saúde Populacional	Manutenção Urbana	Drenagem de Águas Pluviais	Limpeza Urbana	Esgotamento Sanitário	Escolaridade	Renda Familiar	Degradação Ambiental	Acesso a Áreas Verdes	
Liang e Weng (2011)	Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing	x					x	x	x	x	
Lee <i>et al.</i> (2011)	Korean Journal of Remote Sensing	x							x	x	
Dias <i>et al.</i> (2011)	Sociedade e Natureza	x	x		x	x		x	x	x	x
Seifollahi e Faryadi (2011)	International Journal of Environmental Research	x	x		x	x			x	x	
Rodrigues <i>et al.</i> (2010)	Revista de Geografia Norte Grande								x	x	
Zhang Furen <i>et al.</i> (2010)	International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering	x			x	x			x	x	x
Zhang e Shi (2010)	Key Engineering Materials	x			x	x			x	x	x
Morello <i>et al.</i> (2010)	ECAADE 2010: Futures Cities		x							x	x
Botero e Álvarez (2010)	Investigación y Desarrollo	x		x					x	x	
Carvalho e Fidélis (2009)	Sociedade e Natureza		x		x	x				x	x
Wan <i>et al.</i> (2009)	Acta Ecologica Sinica	x	x	x		x			x	x	
Nichol e Wong (2009)	Environmental and Planning B-Planning & Design	x							x	x	x
Moraes e Abiko (2008)	Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Municipal Engineer	x	x	x	x	x		x			x
Li e Weng (2007)	International Journal of Remote Sensing	x					x	x	x	x	
Levent e Nijkamp (2006)	Studies in Regional Science				x	x			x		
Zoran e Zoran (2004)	Proceedings of The Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers				x				x	x	
Sarrmento <i>et al.</i> (2000)	Advances in Architecture Series	x	x	x	x	x		x	x	x	

Fonte: organizado pelos autores (2023).

O periódico que obteve o maior número de artigos contemplados foi Ecological Indicators, representando aproximadamente 7,4% dos estudos selecionadas, com 4 publicações do periódico.

Os 54 artigos seleccionados tiveram suas publicações realizadas entres os anos de 2000 e 2020 (Figura 3). A elaboração desses artigos foi realizada em longos intervalos de tempo até o ano de 2006, em seguida essas publicações passaram a ocorrer anualmente. Além disso, a partir de 2009 houve um aumento na propagação desses estudos, a qual tende a continuar em ascensão.

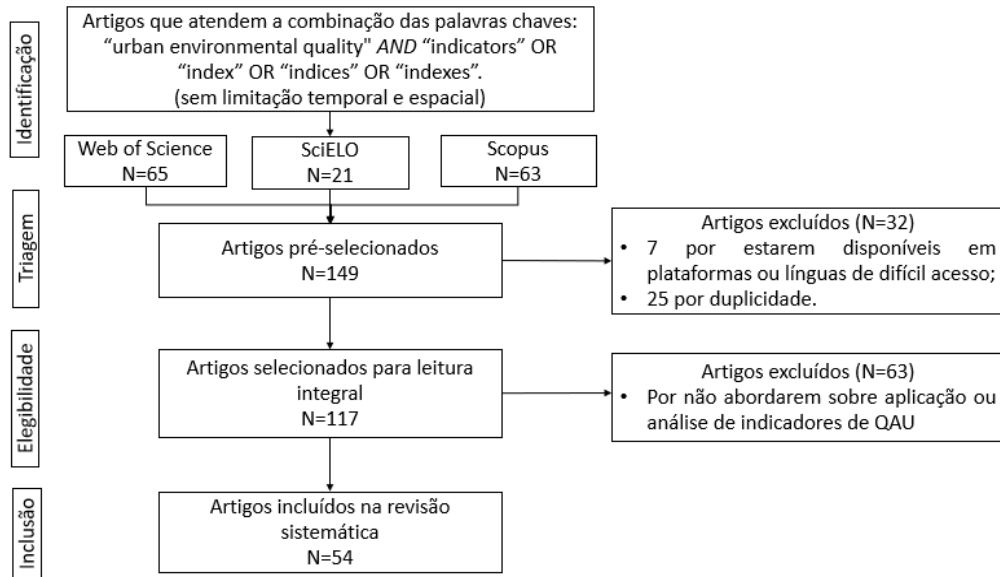


Figura 1: Fluxograma da pesquisa e triagem dos artigos obtidos na Web of Science, SciELO e Scopus
Fonte: organizado pelos autores (2023).



Figura 2: Variação temporal no quantitativo de artigos publicados que foram analisados na presente revisão sistemática
Fonte: organizado pelos autores (2023).

Os artigos analisados apresentaram uma ampla distribuição espacial, com exceção dos continentes da Oceania e África que não apresentaram estudos dentro dos critérios de seleção (Figura 3). Vale ressaltar que os continentes asiático e americano tiveram um grande desempenho no número de publicações. Dentre os países com maior número de artigos, destacaram-se o Brasil e a China com percentual equivalente a 22,2% e 20,4%, respectivamente.

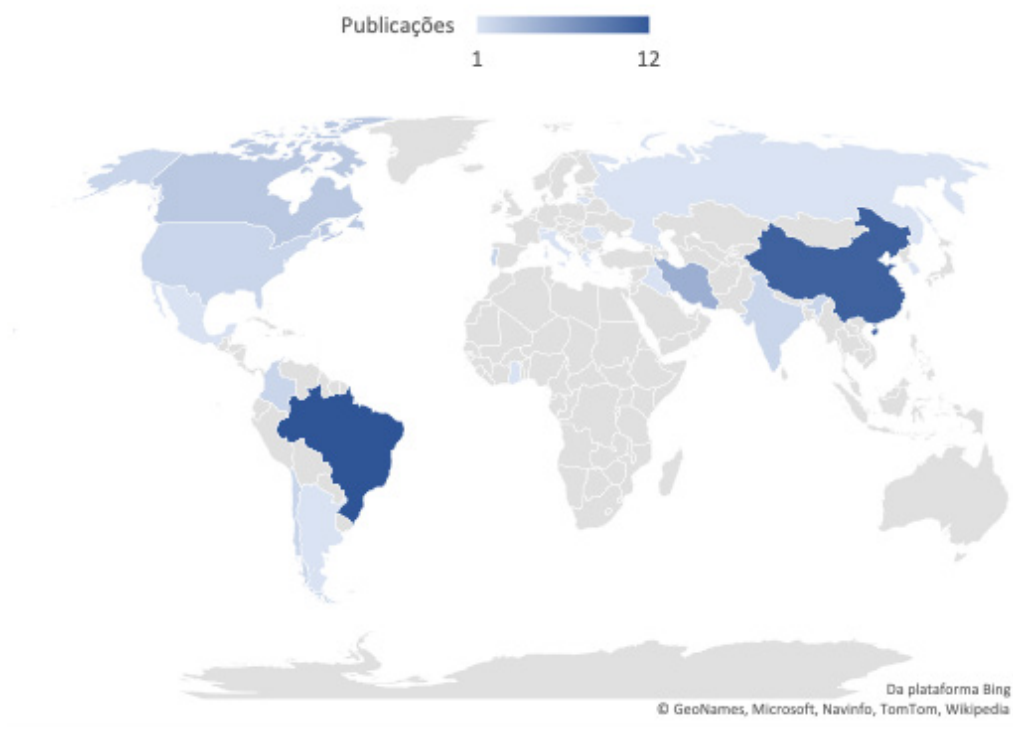


Figura 3: Distribuição Espacial das Publicações

Fonte: organizado pelos autores (2023).

INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL URBANA

Os estudos contemplados nesta pesquisa foram classificados de acordo com os tipos de abordagem de QAU, ou seja, foram delimitados de acordo com os índices mais contemplados pelos estudos selecionados: Acesso a Serviços Urbanos, Condições Ambientais e Socioeconômico (Figura 4). Estes índices foram contemplados em conjunto em apenas 16 estudos, representado 29,63%. O índice de Condições Ambientais foi o mais abordado, sendo disposto em 51 dos 54 artigos analisados (94,44%), enquanto o Socioeconômico foi o menos utilizado, sendo contido em 23 publicações (42,59%). Já o índice de Acesso a Serviços Urbanos foi contemplado por 41 estudos (75,93%).

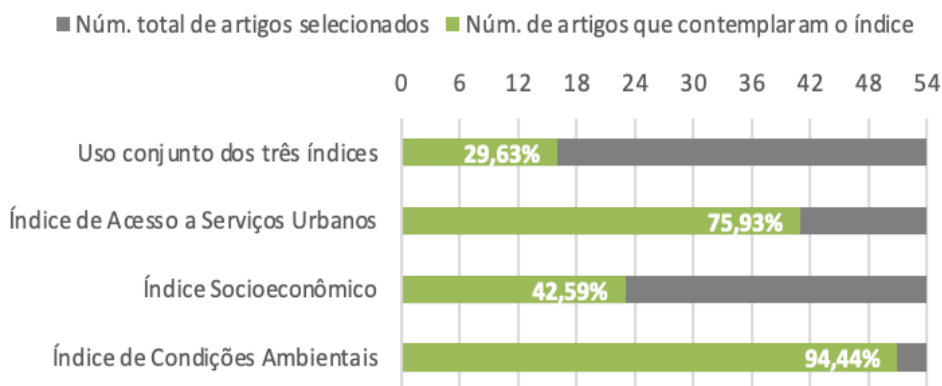


Figura 4: Número absoluto e percentual de estudos que utilizaram cada índice

Fonte: organizado pelos autores (2023).

O índice de Acesso a Serviços Urbanos (Figura 5) foi composto pelas indicadores de Saúde Populacional, Manutenção Urbana, Drenagem de Águas Pluviais, Limpeza Urbana e Esgotamento Sanitário. Destes, o indicador de Saúde Populacional foi o mais empregado, sendo abordado por 25 artigos (61%), enquanto o menos utilizada foi o de Drenagens Pluviais, com 24% (10 artigos). Os indicadores de Manutenção Urbana, Limpeza Urbana e Esgotamento Sanitário foram contemplados por 32%, 59% e 56% dos artigos, respectivamente.

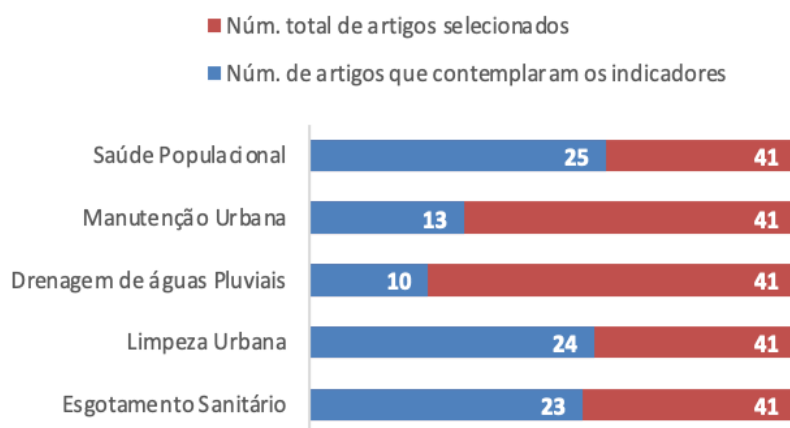


Figura 5: Número absoluto de estudos que utilizaram os diferentes indicadores do índice de Acesso a Serviços Urbanos

Fonte: organizado pelos autores (2023).

O índice Socioeconômico (Figura 6) foi composto pelos indicadores mais citados pelos estudos, os quais foram a Renda Familiar e a Escolaridade. A Renda Familiar foi utilizada por 21 dos 23 artigos que contemplaram este índice, representando 91%, enquanto a Escolaridade foi abordada por 12 estudos, equivalendo a 52%.

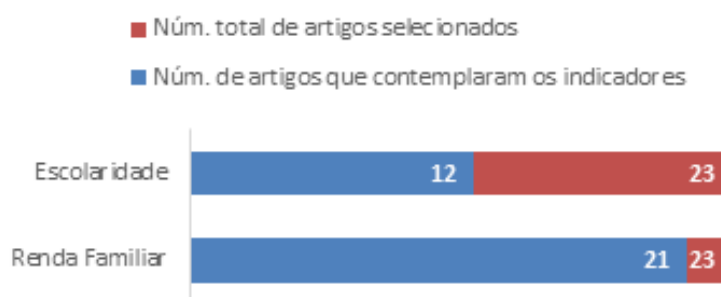


Figura 6: Número absoluto de estudos que utilizaram os diferentes indicadores do índice Socioeconômico

Fonte: elaboração própria.

A composição do índice de Condições Ambientais baseou-se no uso dos indicadores de Degradação Ambiental e Acesso a Áreas Verdes, os quais foram mencionadas por 36 e 47 artigos, equivalendo a 71% e 92% respectivamente. Vale ressaltar que as zonas que possuem o predomínio de vegetação arbórea são consideradas áreas verdes, englobando parques, jardins e praças públicas (Lima, 1994).

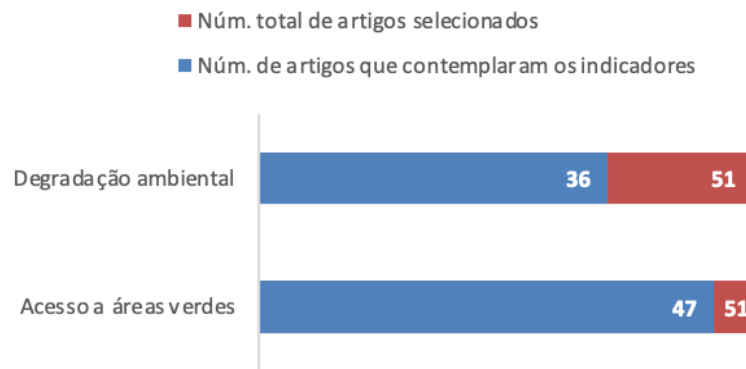


Figura 7: Número absoluto de estudos que utilizaram os diferentes indicadores do índice de Condições Ambientais

Fonte: organizado pelos autores (2023).

A utilização de um método de integração, responsável por unir as informações delimitadas em cada índice, foi realizada por 72% dos artigos selecionados. Cerca de 62% dos estudos utilizaram o Índice de Qualidade Ambiental Urbana (IQUA) para compilar seus resultados. O emprego das ferramentas de sensoriamento remoto também foi observado, sendo que cerca de 52% dos estudos selecionados fizeram uso destes instrumentos para auxiliar na delimitação dos índices. As ferramentas mais utilizadas pelas pesquisas publicadas foram Landsat e Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

DISCUSSÃO

Esta revisão sistemática, apesar de buscar inicialmente por estudos publicados a partir do ano de 1945, apenas em 2000 foi detectada a primeira publicação. Segundo Souza e Vianna (2019), a escassez de estudos no período prévio pode ser explicada pelas limitações no banco de dados das plataformas Web of Science, Scopus e SciELO. Além disso, a escassez de estudos no período anterior aos anos 2000 coincide com o crescimento da população que reside em áreas urbanas, o qual em 1975 era equivalente a 37% da população mundial e em 1997 passa a ser equivalente a 47% (Bird, 1997; Brasil, 2000; Silva, 2008). Destaca-se também que a temática urbana passou a ser mais abordada na década de 2000 com a adoção dos Objetivos do Desenvolvimento do Milênio estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), cuja finalidade foi de estabelecer metas internacionais ligadas a melhoria de qualidade de vida e sustentabilidade.

A publicação dos estudos se tornou mais constante a partir do ano de 2006. De acordo com Pereira Jr. (2002), este aumento na concepção dos estudos pode ser percebido como uma resposta de apoio ao que foi levantado pela Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável em 2002. Tal evento ocorreu na África do Sul e teve como foco principal discutir e delimitar metas sobre a pobreza, desigualdades, mudanças climáticas, o uso dos recursos naturais e a escassez de condições sanitárias mínimas assentadas em algumas regiões do planeta, dando destaque a qualidade de vida e ao desenvolvimento sustentável. Ressalta-se também que as publicações estão em ascensão, representada pela linha tendência traçada na Figura 1. A predisposição ao aumento de estudos sobre a temática é reconfortante perante a previsão concebida pela Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Sustentável (ONU HABITAT III, 2016) a qual estipula uma duplicação da população urbana e um aumento de desigualdades, degradação ambiental e pobreza para o ano de 2050.

Em relação à distribuição espacial das publicações, não foram encontradas publicações apenas a África e Oceania. Este padrão coincide com a afirmação realizada pela UN-Habitat (2016), em que estes são os continentes que possuem o menor percentual de população na zona urbana, o que justifica a falta de interesse pela temática. Em contrapartida, o Brasil e a China obtiveram o maior número de estudos publicados. De acordo com a UN-Habitat (2016), a Ásia e a América do Sul possuem uma ocupação urbana elevada e tendem a aumentar consideravelmente principalmente em seus países de maior extensão territorial, o que justifica a maior aplicação de estudos avaliativos da qualidade urbana nestas localidades. Vale ressaltar que o Brasil foi citado apenas por um artigo dentre os obtidos através da plataforma da Scielo, não havendo influência significativa perante o número de estudos publicados no país e selecionados para a presente revisão.

INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL URBANA

Dentre os artigos selecionados apenas 29,63% deles fizeram uso conjunto dos três índices (Acesso à Serviços Urbanos, Condições Ambientais e Socioeconômico). Apesar do uso complementar destes índices ser fundamental para a análise urbana, a dificuldade de conciliá-los é eminente. A Nova Agenda Urbana (ONU HABITAT III, 2016) vê a abordagem harmônica da infraestrutura urbana, educação, dos serviços essenciais, saúde e dos recursos naturais como um desafio, salientando sua importância principalmente sob o contexto atual, em que a concentração populacional, as atividades econômicas e os impactos ambientais se instalam cada vez mais sobre o meio urbano e carecem dessa análise complementar para garantir a implementação de uma gestão sustentável.

Dentre os índices encontrados, o que trata das Condições Ambientais foi o mais utilizado pelos estudos, sendo contemplado por 94,44% dos artigos. O uso mais frequente deste índice é reflexo da preocupação com a saúde ecossistêmica, a qual é indagada principalmente pela percepção de sua influência direta sob o bem-estar do homem. Segundo Santos (2009) a preocupação com o meio ambiente só se iniciou após a Segunda Guerra Mundial mediante a ocorrência de testes nucleares, da industrialização e do consumismo, os quais originaram acidentes ambientais passíveis ao comprometimento da saúde humana, despertando uma consciência ambiental e intensificando a frequência de debates sobre a temática. Essa preocupação com o meio ambiente também foi refletida no percentual de aplicação dos indicadores de Degradação Ambiental e de Acesso a Áreas Verdes, sendo ambos foram utilizados por mais de 70% dos estudos que apresentaram o índice de Condições Ambientais, evidenciando a relação direta entre a saúde do meio urbano e a ambiental.

Em relação ao índice de Acesso a Serviços Urbanos, este foi utilizado por 75,93% dos estudos. Dentre os indicadores que o compõe, a Saúde Ocupacional foi a mais aplicada, demonstrando a importância da logística e acessibilidade do local perante hospitais e postos de atendimento. Já o indicador de Drenagem de Águas Pluviais foi o menos utilizado, empregado apenas em 24% dos estudos. Este baixo percentual de adesão precisa ser alterado, uma vez que é necessário considerar os impactos que a falta do sistema de drenagem pode causar. Segundo Silva (2008), o quadro caótico caracterizado por inundações e enchentes é frequente em centros urbanos por possuírem solos impermeabilizados e dificuldades de drenagem. É importante ressaltar que estes alagamentos podem colocar em risco a saúde humana além de proporcionar perdas

materiais. O segundo indicador menos abordado foi a Manutenção Urbana, aplicada a apenas 32% dos artigos. De acordo com Abiko (2011), a manutenção dos serviços urbanos possui uma relação direta com a avaliação ambiental urbana, onde a ausência dessa manutenção indica uma falta de planejamento de execução da gestão urbana, classificando como regiões lastimáveis as que possuem uma carência dessa manutenção. Em relação aos indicadores de Esgotamento Sanitário e Limpeza Urbana, ambos tiveram sua importância subestimada, uma vez que foram contempladas por menos de 60% dos estudos. Estes serviços são considerados primordiais para a zona urbana uma vez que garante o mínimo de dignidade e qualidade de vida para a população. De acordo com Monte-Mór (1994), a escassez de serviços relacionados ao saneamento básico, como a limpeza urbana, abastecimento de água e tratamento de esgotos e resíduos sólidos, fazem parte da realidade dos centros urbanos de países em desenvolvimento, os quais são responsáveis pela proliferação de doenças e impactos ambientais. Além disso, vale ressaltar que de acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008 (IBGE, 2019), o saneamento básico é considerado um direito humano e merece ser tratado como tal.

O índice Socioeconômico, apesar de ter sido abordado por quase metade dos artigos analisados, foi o menos utilizado. A adesão deste índice é fundamental para a compreensão do meio urbano e para identificação da melhor forma de geri-lo, uma vez que o fenômeno social é refletido no espaço a partir da formação de agrupamentos sociais. Estes grupos são construídos de acordo com as características em comum de seus componentes e proporcionam interações com o meio, baseadas nos interesses visados, os quais podem ser convergentes ou divergentes a depender da conveniência de cada agrupamento social (Saquet, 2013). Dentre os indicadores utilizadas para medir este índice, a Renda Familiar foi a mais contemplada pelos estudos, seguida pela Escolaridade. Ambas os indicadores são utilizados para compreender o perfil populacional e, assim, identificar a sua interação com o meio. De acordo com Song et al. (2016), locais que possuem uma acelerada expansão urbana acompanhada de um grande adensamento demográfico, são caracterizados pela ocupação de famílias carentes em zonas informais, tendendo a apresentar diversas problemáticas relacionadas a poluição da água, ar e solo, impermeabilização do solo, dentre outros. Em contrapartida, os mesmos autores afirmam que locais formados por habitantes com renda elevada tendem a serem benéficos para as condições ambientais da cidade. Essas premissas demonstram o que está por trás das características urbanas analisadas, as quais necessitam ser compreendidas para que a gestão aplicada ao meio seja eficaz.

Dentre todos os 54 artigos contemplados nesta revisão sistemática 72% deles fizeram o uso de um índice ou método de integração dos dados. A aplicação dessa metodologia proporciona uma análise complementar entre as diferentes abordagens dos índices utilizados, servindo de grande auxílio para a delimitação de políticas voltadas à infraestrutura urbana. De acordo Ribeiro e Mendes (2015), estas metodologias são instrumentos eficazes no reconhecimento das demandas urbanas, utilizados como prioridades na delimitação de investimentos públicos, destacando o método de IQAU como um instrumento complexo e efetivo, capaz de combinar análises realizadas em diversas escalas sobre a paisagem urbana, envolvendo os elementos antrópicos e naturais. A utilização deste método abordado por Ribeiro e Mendes coincide com o resultado obtido por esta revisão sistemática, na qual 62% dos estudos fizeram uso do IQAU, o que indica sua capacidade eficaz em integrar os índices abordados nas análises.

Por fim, a aplicação de ferramentas de sensoriamento remoto foi realizada por mais da metade dos artigos, o que demonstra que as imagens de satélite são de grande

auxílio para a avaliação da qualidade ambiental urbana. Em destaque, as imagens do satélite Landsat e o SIG foram os recursos mais abordados pelos artigos, de modo que estes foram aplicados para delimitar principalmente os usos do solo, a cobertura e a temperatura atmosférica. Esses resultados coincidem com as declarações dispostas também por Ribeiro e Mendes (2015), que afirma que a utilização do sensoriamento remoto oferece informações mais detalhadas ao planejamento urbano e, com os recentes avanços da geotecnologia, recursos ainda mais inovadores estão sendo utilizados, possibilitando acesso a uma rica base de dados com resultados de alta qualidade aplicáveis, na maioria das vezes, para extensão espacial, tipo de uso do solo, cobertura do solo e redes de transporte, sendo o Sistema de Informação Geográfica (SIG) uma das ferramentas utilizadas com frequência em estudos urbanos devido ao seu baixo custo e fácil operação.

CONCLUSÃO

A utilização da revisão sistemática como método para identificar o emprego dos índices de qualidade urbana ambiental foi de grande importância. Essa revisão possibilitou a obtenção de resultados claros e práticos, permitindo a realização de uma análise objetiva e individual dos índices ambientais, urbanos e sociais.

Os artigos contemplados na revisão sistemática foram publicados inicialmente no ano 2000, entretanto em quantidades reduzidas quando comparados aos anos mais atuais (até dezembro de 2020). Esse crescimento e a ascensão prevista na linha tendência demonstram que o aumento eminente da desigualdade e degradação do meio urbano estão ganhando cada vez a atenção do meio científico. Todos os artigos contemplados são oriundos de continentes que possuem um alto percentual de população na zona urbana, sendo o Brasil e a China os locais que obtiveram um maior número de publicações, países estes caracterizados por serem populosos e possuírem territórios extensos.

A abordagem do índice de Condições Ambientais foi a mais contemplada pelos artigos selecionados, evidenciando que a necessidade de implantação de uma gestão urbana sustentável é perceptível e defendida. O alto percentual de uso dos indicadores de Degradação Ambiental e de Acesso a Áreas Verdes evidenciaram que há uma preocupação voltada à saúde ambiental. Em relação aos índices urbanos, o indicador de Saúde Ocupacional foi o mais utilizado pelos estudos, enquanto a de Drenagem de Águas Pluviais foi a menos abordada, seguido pela métrica de Serviços e Manutenção. Esta baixa proporção mostra a displicência perante a verificação do cumprimento de execução dos planos de gestão urbana ambiental. Adicionalmente, outros indicadores relevantes que tiveram um percentual abaixo do esperado foram Esgotamento Sanitário e Limpeza Urbana. Apesar de serem contempladas por mais da metade dos artigos, estas métricas não receberam a devida importância. Por fim o índice Socioeconômico foi o menos aderido aos estudos, demonstrando uma deficiência perante a análise ambiental urbana, uma vez que o fenômeno social reage diretamente às condições do meio.

Em linhas gerais, a aplicação do índice ou método de integração dos dados demonstrou uma grande relevância e aplicabilidade dentre os estudos selecionados, destacando-se a IQAU como um método eficiente, capaz de agrupar as diferentes abordagens dos indicadores. A utilização de ferramentas de sensoriamento nos estudos contemplados também se destacou, utilizada por uma elevada frequência pelos artigos, demonstra que esta metodologia além de gerar dados atualizados e precisos, é eficaz e pode ser de fácil acesso, dentre as ferramentas, a maioria dos estudos fizeram uso do SIG e das imagens Landsat em suas pesquisas.

Os resultados obtidos nesta revisão sistemática confirmam a prerrogativa da utilização recorrente e eficaz dos índices, indicadores e de técnicas de sensoriamento remoto em avaliações de qualidade ambiental urbana. Demonstrando, adicionalmente, os índices que são mais utilizados nos estudos, assim como os que necessitam ser aprofundados.

REFERÊNCIAS

- ABIKO, A. *Serviços Públicos Urbanos*. Texto Técnico Escola Politécnica da USP Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo: EPUSP, 2011.
- AZADEH, S. R.; MOHAMMADI, J., DOOST, H. T. N. The Relationship Between Urban Environmental Quality and Mental Health (Depression Scale): Evidence from Iran. *Journal of Urban and Environmental Engineering*, v. 13, n 2, p. 285-293, 2019.
- BIRD. Banco Mundial. Assessing the Environmental Impact of Urban Development. *Environmental Assessment Sourcebook Update*, Washington D.C., v. 19, n. 2, p. 153-167, 1997.
- BRAGA, T. M.; FREITAS, A. P.; DUARTE, G. S. SOUSA, J. C. Índices de Sustentabilidade Municipal: o Desafio de Mensurar. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p.11-33, 2004.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Hídricos; Consórcio Parceria 21. *Cidades Sustentáveis: Subsídios à Elaboração da Agenda 21 Brasileira*. Brasília, DF: MMA, p. 1-140, 2000. Disponível em: <http://www.smeduquedecaxias.rj.gov.br/nead/Biblioteca/Forma%C3%A7%C3%A3o%20Continuada/Educa%C3%A7%C3%A3o%20Ambiental/Agenda%201/cidades.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2022.
- CÂMARA, J. B. D. (org). *GEO BRASIL 2002: perspectivas do meio ambiente no Brasil*. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente PNUMA. Brasília Edições IBAMA, 2002.
- FAISAL, K.; SHAKER, A. Improving the Accuracy of Urban Environmental Quality Assessment Using Geographically-Weighted Regression Techniques. *Sensors*, v. 17, n. 528, p. 1-25, 2017.
- HEINK, U.; KOWARIK, I. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. *Ecological Indicators*, v. 10, n. 3, p. 584-593, 2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019). *Panorama Brasileiro*. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>. Acesso em: 15 ago. 2020.
- JAVANBAKTH, M. et al. Spatial-temporal analysis of urban environmental quality of Tehran, Iran. *Ecological Indicators*, v. 120, p. 1-12, 2020.
- LI, G.; WENG, Q. Measuring the Quality of Life in City of Indianapolis by Integration of Remote Sensing and Census Data. *International Journal of Remote Sensing*, v. 28, n. 2, p. 249-267, 2007.
- LIANG, B.; WENG, Q. Assessing Urban Environmental Quality Change of Indianapolis, United States, by the Remote Sensing and GIS Integration. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, v. 4, n. 1, p. 43-55, 2010.
- LIMA, A. M. L. P. et al. Problemas de Utilização na Conceituação de Termos como Espaços Livres, Áreas Verdes e Correlatos. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1994, São Luiz. *Anais...* São Luiz, Maranhão, 1994. p. 539-553.
- MARZAL, K.; ALMEIDA, J. Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas: estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v.17, n.1, p.41-59, 2000.
- MATSUOKA, R. H.; KAPLAN, R. People Needs in the Urban Landscape: Analysis of Landscape and Urban Planning Contributions. *Landscape and Urban Planning*, v. 84, p. 7-19, 2008.

- MONTE-MÓR, R. L. de. Urbanização extensiva e lógicas de povoamento: um olhar ambiental. In: SANTOS, M. et al. *Território, globalização e fragmentação*. São Paulo: Hucitec, 1994.
- IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada. *Referencial Básico para a construção de um sistema de indicadores urbanos*. Brasília: Ipea, 1997.
- ONU. Nações Unidas Brasil. Nova Agenda Urbana. Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Sustentável (ONU HABITAT III), 2016. Disponível em: <http://www.habitat3.org/>. Acesso em: 02 ago. 2020.
- ONU. Nações Unidas Brasil. *Urbanization and Development: Emerging Futures*. Nairobi: United Nations (UN-Habitat) World Cities Report Human Settlements Programme, 2016. Disponível em: http://wcr.unhabitat.org/?wcr_process_download=1&download_id=117118. Acesso em: 05 ago. 2020.
- NICHOL, J. E.; WONG, M. S. Assessing Urban Environmental Quality with Multiple Parameters. *Urban Remote Sensing*, p. 253-269, 2006.
- NICHOL, J. E.; WONG, M. S. Mapping Urban Environmental Quality Using Satellite Data and Multiple Parameters. *Environment and Planning B: Planning and Design*, v. 36, p. 170-185, 2009.
- PEREIRA Jr., J. S. *Cúpula mundial sobre desenvolvimento sustentável, realizada em Johannesburgo, África do Sul*. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/estudos-e-notas-tecnicas/publicacoes-da-consultoria-legislativa/arquivos-pdf/pdf/copy_of_208366.pdf. Acesso em: 18 dez. 2020.
- SHAO, Q. et al. Developing A Sustainable Urban-Environmental Quality Evaluation System in China Based on A Hybrid Model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 16, n. 1434, p. 1-25, 2019.
- RAHMAN, A.; FAZAL, S.; BHASKARAN, S. Urbanization and Quality of Urban Environment Using Remote Sensing and GIS Techniques in east Delhi-India. *Journal of Geographic Information System*, v. 3, p. 61-83, 2011.
- RIBEIRO, B. M. G.; MENDES, C. A. B. Índice de Qualidade Ambiental Urbano: uma proposta metodológica aplicada a áreas urbanas de ocupação irregular. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBS, 2015, João Pessoa. *Anais XVII*. João Pessoa, Paraíba, v. 1, p. 6550-6557, 2015.
- ROLNIK, R. *A construção de uma Política Fundiária e de Planejamento Urbano para o País – Avanços e Desafios*. Políticas Sociais – Acompanhamento e Análise, Brasília, Rio de Janeiro, n. 12, p. 199-210, 2006.
- ROSA, S. *Indicadores de sustentabilidade urbana aplicados em conjuntos habitacionais em Catalão / Goiás*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- RUFINO, R. C. *Avaliação da qualidade ambiental do município de Tubarão (SC) através do uso de indicadores ambientais*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal da Santa Catarina, 2005.
- SANTOS, R. A. S. *Indicadores de Sustentabilidade Ambiental Urbana – ISAUUFBA/SEI: potencialidades e limitações a partir de sua aplicação para a cidade de Salvador (BA)*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.
- SAQUET, M. A. As diferentes abordagens do território e a apreensão do movimento e da (i)materialidade. *Geosul*, Florianópolis, v. 22, n. 43, p. 55-76, 2007.
- SILVA, L. S.; TRAVASSOS, L. Problemas ambientais urbanos: desafios para elaboração de políticas integradas. *Cadernos Metrópole*, 19. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2008. p. 27-47.
- SONG, X. et al. Change in Environmental Benefits of Urban Land Use and Its Drivers in Chinese Cities, 2000–2010. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 13, n. 535, p. 1-21, 2016.
- SOUZA, G. B. G., VIANNA, M. Fish-based indices for assessing ecological quality and biotic integrity in transitional waters: A systematic review. *Ecological Indicators*, 2019.
- SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, Rachel. Revisão integrativa: o que é e como fazer. *Einstein*, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.

SU, M., FATH, B. D., YANG, Z. Urban ecosystem health assessment: a review. *Science of The Total Environment*, v. 12, n. 408, p. 2425–2434, 2010.

KAMP, I. V. et al. Urban environmental quality and human well-being: towards a conceptual framework and demarcation of concepts; a literature study. *Landscape and Urban Planning*, v. 65, p. 5-18, 2003.

VIEIRA, P. M. S.; STUDART, T. M. C. Proposta Metodológica para o Desenvolvimento de um Índice de Sustentabilidade Hidro - Ambiental de Áreas Serranas no Semiárido Brasileiro - Estudo de Caso: Maciço de Baturité, Ceará. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 14, n. 4, p. 125-136, 2009.

ZUMAYA, J. Q., MOTLAK, J. B. The Role of Environmental Indicators in Improving the Quality of Urban Life in the City of Baghdad–A Comparative Study. In: 2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE ENGINEERING TECHNIQUES. Iraque: Bagdá, 2019.

CONFLITO DE INTERESSES

Declaramos não haver conflito de interesses.

FINANCIAMENTO

Declaramos não haver financiamento.

SOBRE OS AUTORES

Aline Machado De Farias Rosa. Mestre em Desenvolvimento Urbano e Regional pela Universidade de Salvador (Unifacs). Especialista em Energias Renováveis pela Unifacs. Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Unifacs.

Gabriel Barros Gonçalves De Souza. Doutor em Ecologia (UFRJ). Professor no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Urbano (PPDRU). Líder do Grupo de Serviços Ecológicos e Sistemas Socioecológicos (GP-SESS) da Unifacs.