XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA PARA ESCOLHA DE INDICADORES POTENCIAIS DE SUSTENTABILIDADE URBANA[1]

MARTINS, Marcele Salles (1); KALIL, Rosa Maria Locatelli (2)

(1) Universidade de Passo Fundo, arqmarcelesalles@gmail.com
(2) Universidade de Passo Fundo, kalil@upf.br

RESUMO

A medida que a urbanização avança alcançar a sustentabilidade do bairro se torna importante para atender aos padrões de bem estar e progredir no cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU. A partir de uma seleção de ferramentas de avaliação de sustentabilidade de bairro foram identificados indicadores para avaliar a sustentabilidade na escala urbana. Este artigo utilizou a análise fatorial exploratória para identificar um conjunto de indicadores potenciais para fornecer argumentos para o desenvolvimento de futuras propostas de ferramentas de avaliação de sustentabilidade urbana, voltadas para bairros existentes. O conjunto selecionado com sucessivas análises de componentes principais resultou na seleção de 13 indicadores contemplando as quatro dimensões da sustentabilidade. O sistema auxilia os profissionais e tomadores de decisão identificar a presença de medidas sustentáveis e as melhores escolhas no desenvolvimento do bairro, visando tornar as comunidades mais sustentáveis.

Palavras-chave: *sustentabilidade de bairro, desenvolvimento urbano sustentável, análise de componente principal, análise fatorial.*

ABSTRACT

As urbanization grows, neighborhood sustainability becomes important to fulfil welfare and progress standards towards the UN Agenda 2030's Sustainable Development Goals. From a selection of neighborhood sustainability assessment have been indicators identified to achieve sustainability at urban scale. This paper uses exploratory factor analysis to identify a set of potential indicators for to provide arguments for the development of future proposals for urban sustainability assessment tools, aimed at existing neighborhood. The set selected with successive principal components analysis resulted in the selection of 13 indicators considering the four dimensions of sustainability. The system helps professionals and decision makers to identify the presence of sustainable measures and the best choices in the neighborhood development, aiming at building more sustainable communities.

Keywords: *Sustainable neighborhood. Sustainable urban development. Principal Component Analysis, Factor* analysis.

[1] MARTINS, Marcele Salles; KALIL, Rosa Maria Locatelli. Análise fatorial exploratória para escolha de indicadores potenciais de sustentabilidade urbana. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

1 INTRODUÇÃO

A urbanização é uma grande preocupação devido aos seus efeitos negativos sobre o meio ambiente, tanto em nível mundial, quanto em nível local, em virtude do crescimento da concentração de população nas áreas urbanas nas últimas décadas (HAPPIO, 2012; UNITED NATIONS, 2016a, ZHANG, 2016). Por outro lado, tem vários impactos positivos, ou seja, progresso na conectividade de assentamentos humanos, auxiliando o aumento da produtividade e a criação de oportunidades, densidades populacionais mais altas geram custos per capita mais baixos de fornecimento de energia, assistência médica, infraestrutura e serviços (ICHIMURA, 2003; UNITED NATION, 2014). As taxas de urbanização tendem a continuar em crescimento pelos prognósticos divulgados pelo Programa das Nações Unidas para o Ambiente (UNEP, 2012) de que haverá um acréscimo de três bilhões de pessoas em um período de 80 anos.

Vivencia-se a realidade do crescente processo de esgotamento de recursos naturais e o desenvolvimento sustentável se torna um desafio importante para todos os países (KLOPP; PETRETTA, 2017). Assim, as cidades precisam desenvolver boas práticas para se tornarem mais sustentáveis, ao mesmo tempo necessitam atender aos objetivos do desenvolvimento sustentável, instituídos na agenda de desenvolvimento sustentável pós-2015.

Diante deste cenário urbano percebido na maioria das cidades dos países em desenvolvimento, alcançar a sustentabilidade no nível do bairro está se tornando importante (ARSLAN; DURAK; AYTAC, 2016). Existe uma necessidade de encontrar soluções efetivas para áreas urbanas novas e existentes para mitigar os impactos e acompanhar o desempenho das comunidades rumo à sustentabilidade urbana nas quatro dimensões: ambiental, social, econômica e institucional.

Nesse sentido, as ferramentas de avaliação são percebidas como uma forma de contribuir com o processo e compartilhamento de critérios e objetivos de sustentabilidade quando são utilizadas entre os profissionais e se tornam um quadro de referência, auxiliando no procedimento de avaliação, tanto de projeto, quanto de bairros existentes. Dessa forma, as ferramentas de avaliação de sustentabilidade de bairro contribuem para aumentar a conscientização ambiental entre os profissionais envolvidos, além de orientar para as melhores práticas, se não a melhor prática no desenvolvimento de projetos urbanos (KOMEILY; SRINIVASAN, 2015).

A aplicação da avaliação da sustentabilidade em nível do bairro surgiu há cerca de uma década, impulsionada por três fatores principais. Primeiro, a Agenda 21, que pedia o envolvimento da comunidade das partes interessadas locais na visão da sustentabilidade (ADEWUMI *et al.,* 2019). Segundo a necessidade de ampliar a escala de avaliação da escala da construção para o nível da vizinhança (BERARDI, 2013). Terceiro, a posição estratégica e os papéis dos bairros como unidades de planejamento e blocos de construção das cidades e áreas urbanas (SHARIFI; MURAYAMA, 2014).

Na literatura internacional foram observados estudos desenvolvidos para avaliação de sustentabilidade para bairro, com a utilização de indicadores voltados à Itália (GHELLERE; DEVITOFRANCESCO; MERONI, 2017), Portugal (SANTOS; GONÇALVES; MEZZOMO, 2017), Índia (BAHADURE; KOTHARKAR, 2018), Líbia (ELGADI; ISMAIL, 2016), Reino Unido (TURCU, 2013) e Malásia (YIGITCANLAR; KAMRUZZAMAN; TERIMAN, 2015). No contexto brasileiro, embora alguns novos empreendimentos sejam planejados e

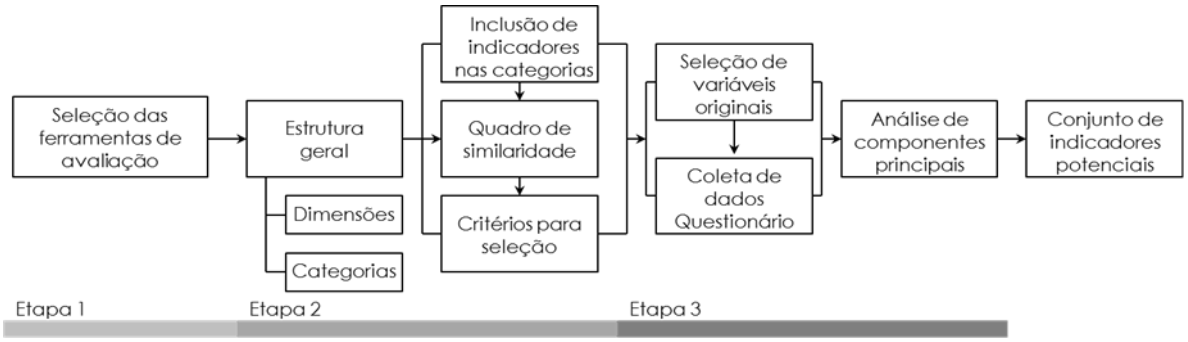
projetados com uma abordagem sustentável, alguns seguindo as orientações do LEED Neighborhood não se observam esforços para avaliar a sustentabilidade dos bairros existentes ou das grandes áreas urbanas, na literatura nacional foram identificados os estudos de Nunes *et al.,* 2016, Gonçalves e Kunen, 2016 e Mezzomo, Borges Junior e Gonçalves, 2018.

Diante destas constatações o objetivo deste estudo foi aplicar a análise fatorial exploratória utilizando sucessivas análises de componentes principais para identificar um conjunto de indicadores potenciais dentre 43 variáveis originais (indicadores iniciais) provenientes de uma revisão de ferramentas e estruturas de avaliação anteriormente desenvolvidas. Espera-se com esta proposta apresentar indicadores potenciais que representem parciomoniosamente o conjunto dos dados para mensurar as quatro dimensões da sustentabilidade (ambiental, social, econômica e institucional), com vistas a fornecer argumentos para o desenvolvimento de futuras propostas de ferramentas de avaliação de sustentabilidade urbana, voltada para bairros existentes.

2 METODOLOGIA

O procedimento metodológico foi realizado em três etapas, conforme Figura 1, com o objetivo de aplicar a análise fatorial exploratória para identificar um conjunto reduzido (indicadores potenciais) dentre 43 variáveis originais. A primeira etapa consistiu na seleção de ferramentas de avaliação de sustentabilidade identificadas a partir de revisão sistemática de literatura. Nessa etapa foram identificadas 39 ferramentas, das quais seis foram selecionadas para integrar o quadro inicial dos indicadores.

Figura 1 – Procedimento metodológico



A segunda etapa consistiu na proposição de uma estrutura geral com o objetivo de comparar os indicadores das diferentes ferramentas selecionadas. A estrutura proposta é composta por dois níveis: o primeiro contempla as quatro dimensões da sustentabilidade: ambiental, econômica, social e institucional, no segundo nível se inserem vinte categorias. Para a definição da categorização, os estudos de Ameen, Mourshed e Li, 2015; Berardi, 2013; Braulio-Gonzalo, Bovea e Ruá, 2015; Happio, 2012; Komeily e Srinivasan, 2015; Reith e Orova, 2015; Sharifi e Murayama, 2013; Yildiz et al., 2016, foram revisados. Para cada categoria foram definidos objetivos para auxiliar a inclusão dos indicadores na estrutura. Com análise de conteúdo dos indicadores observou-se que havia semelhanças na descrição dos indicadores, mesmo que a denominação apresentasse diferença, um novo quadro de similaridade foi incorporado.

A formação do conjunto de variáveis para a análise fatorial após a análise de similaridade passou por uma seleção, utilizando os seguintes critérios: a) ser viável de aplicação e cientificamente válido (BRAGANÇA; CONDE; ALVAREZ, 2017; MACLAREN, 1996); b) ser possível de medir ou avaliar qualitativamente (BELL; MORSE, 2003; BRAGANÇA; CONDE; ALVAREZ, 2017); c) ser comparável com outras estruturas (MACLAREN, 1996); d) refletir os cenários urbanos (TURCU, 2013). Esta seleção resultou em 43 indicadores iniciais.

Com a seleção dos 43 indicadores, denominados de variáveis originais (B1 a B43) foi confeccionado um questionário, com questões afirmativas uma cada para cada variável, com a inclusão de três frases invertidas (B2, B10 e B31) com a intenção de reduzir respostas tendenciosas (FIELD, 2009). O entrevistado determina o grau de concordância de cada questão baseada em escala de Likert de cinco pontos.

A próxima etapa integra a análise fatorial exploratória. Para uma solução fatorial ser satisfatória se torna necessário atender integralmente os requisitos para um conjunto parcimonioso de componentes, que indica que o índice de variância explicada do conjunto esteja acima de 60%, todas as comunalidades acima de 0,50 das variáveis que compõe a matriz fatorial, a maioria das cargas fatoriais apresentem valores ≥ 0,70, sejam isentos de cargas cruzadas.

3 RESULTADOS

As ferramentas selecionadas para a análise foram BREEAM Communities, CASBEE-UD, LEED-ND, Aqua Bairros e Loteamentos, baseada na ferramenta francesa démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) e no processo HQE™ - Aménagement adaptada para o contexto brasileiro, 2030 Districts e Livability Index identificadas para avaliar bairros existentes. Destas ferramentas foram incluídos 202 indicadores, após a análise de similaridade resultou em 119 indicadores, dos quais passaram pela análise dos critérios e permaneceram 43 indicadores, apresentados na Figura 2.

Os respondentes formam um grupo composto por especialistas e sociedade civil. Dos 218 participantes, 61% são do sexo feminino e 31% do masculino, com média de idade, 38 anos. Outra questão analisada no questionário abordava se o respondente possuía ou não conhecimento na área de planejamento urbano, urbanismo e/ou sustentabilidade, 16,5% responderam não ter conhecimento sobre a temática, sendo 64% membros da sociedade civil. Já 83,5% afirmaram ter conhecimento, dos quais 33% não atuam na área de sustentabilidade e 67% atuam, com média de 10 anos de experiência. Os respondentes não atuantes somam mais de 60% membros da sociedade civil e em torno de 17% técnicos de serviços públicos. Os atuantes são arquitetos urbanistas, pesquisadores, professores universitários, engenheiros ambientais, civis, sanitaristas, economistas, biólogos, advogados e administradores. Com esta apuração percebe-se que houve multidisciplinaridade de profissionais e membros da sociedade civil que participaram, corroborando com a diversidade de opiniões para contribuir com comunidades mais sustentáveis.

Figura 2 – Estrutura com a apresentação dos 43 indicadores

Ambiental			Econômico	Social		Institucional
Água	Edifício sustentável	Energia	Emprego	Cultura e Patrimônio	Comunidade	Inovação
• Redução do consumo (B21) • Regularidade abastecimento(B33)	• Edifício verde(B30) • Reuso do edifício(32)	• Produção de energia renovável(B13) • Redução do uso de energia(B18)	• Oportunidade de emprego(B31)	• Preservação patrimônio(B23) • Acesso à bilbioteca (B40)	• Centro comunitário (B29) • Educação ambiental(B9)	• Cidadania digital (B43)
Forma Urbana	Infraestrutura Urbana	Meio Ambiente e Biodiversidade	Economia e Negócios	Espaço Urbano	Habitação	Governança
• Uso misto (B10) • Desenvolvimento compacto (B17) • Ocupação em áreas irregulares(B34)	• Drenagem urbana(B7) • Rede de ciclismo(B16) • Passeio público acessível(B24) • Rua segura(B14) • Infraestrutura verde(B4) • Acesso a internet(B6) • Saneamento básico(B36)	• Conservação dos recursos naturais(B42) • Produção local de alimentos(B28)	• Acesso a lojas e feiras(B39) • Habitação subsidiada(B11)	• Acesso a espaço verde (B3)	• Diversidade de tipologias habitacionais(B2)	• Polos de integração(B26) • Representação das associações de moradores nos conselhos municipais(B12) • Educação continuada para formação de mão-de-obra(B5)
Materiais	Poluição	Resíduos		Mobilidade Urbana	Segurança	Serviços
• Materiais de baixo impacto (B25)	• Redução das emissões (B20) • Poluição sonora(B37) • Poluição da água(B15)	• Resíduos sólidos urbanos(B22) • Descarte irregular em via pública(B38)		• Acesso ao transporte público(B41) • Bicicletário compartilhado(B8) • Redução de área de estacionamento (B27)	• Prevenção do crime(B35)	• Acesso a educação(B19) • Acesso a saúde(B1)

3.1 Análise Fatorial Exploratória

Com o objetivo de identificar os indicadores potenciais a partir do conjunto inicial das 43 variáveis apresentadas na Figura 2, a análise inicia examinando os dados. Os testes de normalidade Shapiro-Wilks e de Kolmogorov-Smirnov comparam escores de uma amostra a uma distribuição normal, modelo de mesma média e variância dos valores encontrados na amostra (FIELD, 2009). Para o conjunto de dados os testes são significativos ($p < 0,05$), ou seja, a distribuição é diferente de uma distribuição normal, muito provavelmente em virtude da utilização da escala Likert. Diante desta constatação, realizaram-se análises dos escores Z assimetria e Z curtose com a maioria das variáveis apresentado valores significativos em $p < 0,001$. Nesse caso, os desvios de normalidade não foram extremos nas variáveis originais, considerando a colocação de Hair *et al.* (2009) que o impacto da normalidade diminui quando a amostra supera 200 casos, para seguir com a análise fatorial, as variáveis foram utilizadas em sua forma original.

A correlação entre as variáveis foi verificada a partir do coeficiente de correlação. A inspeção inicial da matriz revelou que 62,5% das variáveis são significantes no nível 0,01, resultados que fornecem uma base adequada para seguir com o exame empírico de adequação para a análise fatorial. As variáveis que apresentaram menores intervalos de correlações foram: B2, B3, B10 com apenas uma correlação cada, B4 e B34 com duas, B17 três e B42 com quatro correlações. Após a verificação das correlações a variável B16 (rede de ciclismo) não obteve nenhuma correlação

com as demais variáveis, portanto, para seguir com a análise esta variável foi excluída.

Na matriz de correlação com as eliminações das variáveis B2, B3, B4 e B10, 79% das correlações foram estatisticamente significantes. O teste de Bartlett para esse conjunto de 42 variáveis mostra que as correlações são significantes ($p < 0,001$). O teste de KMO está no nível excelente com 0,876. Os valores de adequação da amostra para cada variável identificaram 5,3% com valores entre ≥ 0,70 e < 0,80, mediano e 94,7% com valores ≥ 0,80, admirável. Dessa forma, o conjunto de 42 variáveis atendeu os requisitos para a análise fatorial.

3.2 Análise de componentes principais

O método escolhido para a extração foi análise de componentes principais, pois o objetivo é a redução de variáveis. Para verificar uma solução que apresente melhor desempenho para a determinação de um conjunto satisfatório foram executadas quatro soluções. A Tabela 1 apresenta a síntese dos resultados, bem como o critério de eliminação das variáveis.

Tabela 1 - Síntese dos resultados das soluções das análises de componentes principais

Solução	Quant variáveis	KMO	Comp. extraídos	% variância total explicada	Critério de exclusão das variáveis
1	12	0,732	3	52,360	Todas as cargas cruzadas
2	14	0,783	5	66,332	Menor comunalidade abaixo de 0,50
3	16	0,779	5	58,750	Todas as cargas cruzadas com extração de 5 comp.
4	13	0,772	5	69,385	Menor comunalidade abaixo de 0,50 com extração de 5 comp.

Para todos os resultados o teste de Bartlett foi significativo ($p < 0,0001$). Na solução 1 e 2 a extração dos componentes não sofreu intervenção. Na primeira solução foram eliminadas todas as cargas cruzadas observadas em cada rodada. A variância explicada total resultou 52,36% e o conjunto de indicadores finalizou com algumas variáveis com comunalidades abaixo de 0,50, não atendendo as premissas para uma boa solução. Na segunda solução foram estabelecidos como critério de exclusão das variáveis, as que apresentavam comunalidades abaixo de 0,50. Dessa forma, a segunda solução comparada com a primeira obteve melhor desempenho, resultando em 14 indicadores com variância total explicada de 66,332%, cargas fatorias acima de 0,60 e comunalidades acima de 0,50.

Na terceira e quarta solução optou-se por extrair cinco componentes. A terceira solução resultou em 16 indicadores extraídos, variância total explicada de 58,750%, comunalidades abaixo de 0,50 e cargas fatoriais baixas (0,40). Essa solução não atendeu as premissas estabelecidas em nenhum dos itens analisados. Já a quarta solução apresentou todas as cargas fatoriais acima de 0,65, comunaliades acima de 0,53, uma variância total explicada de 69,385% e 13 indicadores.

Com o padrão simplificado de cargas fatoriais (maioria com cargas significantes acima de ≥0,65), todas comunalidades acima de 50%, e o nível geral de variância explicada com o melhor desempenho perante as demais soluções geradas (Tabela

2), a solução com treze variáveis e cinco fatores é aceita para seguir o próximo estágio da análise fatorial.

Tabela 2 – Matriz de cargas fatoriais rotacionadas: Solução 4

Variáveis	**Componente**					**Comunalidades**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	
B39 Acesso a lojas e feiras	0,801					0,685
B41 Acesso ao transporte	0,792					0,659
B40 Acesso à biblioteca	0,762					0,647
B23 Preservação patrimônio	0,724					0,612
B43 Cidadania digital	0,666					0,536
B19 Acesso a educação		0,795				0,728
B18 Redução uso energia		0,736				0,690
B36 Saneamento básico		0,730				0,639
B10 Bairro uso misto			0,822			0,732
B2 Diversidade de tipologias habitacionais			0,821			0,719
B3 Acesso a espaço verde				0,855		0,776
B4 Infraestrutura verde				0,759		0,696
B7 Drenagem urbana					0,918	0,898
						Total
Autovalor*	3,029	1,913	1,532	1,413	1,133	9,020
Traço (%)	23,29	14,71	11,78	10,86	8,71	69,38
a Cronbach	0,829	0,787	0,656	0,693	0,463	0,869

*Soma dos quadrados

O primeiro componente representa 23,29% da variância total das variáveis e estão positivamente correlacionadas com este componente, podendo ser identificadas como inerente a características econômicas (B39 – acesso a lojas e feiras); mobilidade urbana (B41 – acesso ao transporte público), educacionais (B40 – acesso à biblioteca; B43 – cidadania digital) e patrimoniais (B23 – Preservação do patrimônio).

O segundo componente indica que 14,71% da variabilidade total dos dados originais estão representadas por este componente. As variáveis são: B19 - acesso a educação, B18 – redução do uso de energia e B36 – saneamento básico, ligados à infraestrutura urbana e educação. Em relação ao terceiro componente, as variáveis são: B10 – bairro de uso misto e B2 – diversidade de tipologias habitacionais. Como apresentado na Table 2, o terceiro componente representa 11,78% da variância total das variáveis, e pode ser denominado como Diversidade de usos e habitação.

O quarto componente está associado às seguintes variáveis: B3 – acesso a espaços verdes; B4 – infraestrutura verde. Essas duas variáveis representam 10,86% da variância total do conjunto de variáveis extraídas e pode ser denominado como Espaços verdes. Por fim, o quinto componente representa 8,71% da variabilidade total das variávis, está relacionado a B7 – drenagem urbana.

Para analisar a confiabilidade e validade das variáveis da pesquisa foi utilizado o método Alfa de Cronbach. De acordo com esse método, desde que o coeficiente dos dados seja superior a 0,7, o questionário tem uma confiabilidade favorável e, consequentemente, a consistência interna das questões do questionário pode ser confiável. Os resultados gerais estão apresentados na Tabela 2. O coeficiente Alfa de Cronbach de todas as questões foi de 0,869.

4 CONCLUSÕES

A avaliação da sustentabilidade urbana é uma questão complexa. Com o intuito de contribuir com a sustentabilidade das comunidades, este artigo apresenta indicadores potenciais extraídos da análise de componentes principais.

Com o quadro finalizado e a identificação de 43 indicadores iniciais, a análise fatorial exploratória foi aplicada com o objetivo de identificar um conjunto menor de indicadores que representasse o conjunto de dados. Dessa forma, foram realizadas sucessivas análises de componentes principais, gerando quatro soluções fatoriais. Dentre as soluções, a quarta apresentou os melhores resultados de variância total explicada para o conjunto, cargas fatoriais satisfatórias, variáveis com comunalidades acima de 0,50. Do conjunto original de 43 variáveis foram extraídos 13 indicadores potenciais que explicam 69,38% do conjunto total.

Os indicadores extraídos atendem às quatro dimensões da sustentabilidade, com maior ênfase para a dimensão ambiental, seguida da social, institucional e econômica. Esse resultado se encontra em consonância com as estruturas e ferramentas de avaliação analisadas, porém incorpora indicadores na dimensão institucional e na inclusão de uma diversidade de respondentes, como membros da sociedade civil, além de técnicos e especialistas.

O quadro de indicadores potenciais para avaliação de sustentabilidade de bairro visa auxiliar gestores e funcionários públicos, profissionais desenvolvedores, arquitetos urbanistas, associações de bairro a escolha das melhores alternativas para manter o equilíbrio entre as dimensões da sustentabilidade e proporcionar uma melhor qualidade de vida à população, com vistas ao cumprimento do conceito de desenvolvimento sustentável às futuras gerações.

REFERÊNCIAS

ADEWUMI, A.; ONYANGO, V.; MOYO, D.; ALWAER, H. A review of selected neighbourhood sustainability assessment frameworks using the Bellagio STAMP. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, v. 37, n. 1, p. 108-118, 2019. DOI:10.1108/IJBPA-07-2018-0055.

AMEEN, R. F. M.; MOURSHED, M.; LI, H. A critical review of environmental assessment tools for sustainable urban design. **Environmental Impact Assessment Review**, n. 55, p. 110–125, 2015. DOI:10.1016/j.eiar.2015.07.006.

ARSLAN, T. V.; DURAK, S.; AYTAC, D. O. Attaining SDG11: can sustainability assessment tools be used for improved transformation of neighbourhoods in historic city centers? **Natural Resources Forum**, n. 40, p. 180–202, 2016. DOI: 10.1111/1477-8947.12115.

BAHADURE, S.; KOTHARKAR, R. Framework for measuring sustainability of neighbourhoods in Nagpur, India. **Building and Environment**, n. 127, p. 86-97, 2018. DOI: 10.1016/j.buildenv.2017.10.034.

BELL, S.; MORSE, S. **Measuring sustainability**: learning by doing. London: Earthscan. 2003.

BERARDI, U. Sustainability assessment of urban communities through rating systems. **Environment, Development and Sustainabitity**, n. 15, p. 1573-1591, 2013. DOI: 10.1007/s10668-013-9462-0.

BRAGANÇA, L.; CONDE, K. M.; ALVAREZ, C. E. de. Proposta de indicadores de avaliação de sustentabilidade urbana para países Latino-americanos. II ENCONTRO NACIONAL SOBRE REABILITAÇÃO URBANA E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, pp. 85-94, 978-989-96543-9-6, **Anais** [...]. 2017. Disponível em: http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/49966. Acesso em: 05 abril 2019.

BRAULIO-GONZALO, M.; BOVEA, M. D.; RUÁ, M. J. Sustainability on the urban scale: proposal of a structure of indicators for the Spanish context. **Environmental Impact Assessment Review**, n. 53, p. 16–30, 2015. DOI: 10.1016/j.eiar.2015.03.002.

DAWODU, A.; AKINWOLEMIWA, B.; CHESHMEHZANGI, A. A conceptual re-visualization of sustainability pathways for the development of Neighborhood Sustainability Assessment Tools (NSATs). **Sustainable Cities and Society**, v. 28, p. 398-410, 2016. DOI:10.1016/j.scs.2016.11.001.

ELGADI, A. A.; ISMAIL, L. H. A review of sustainable neighborhood indicator for urban development in Libya. **ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences**. v. 11, n.4, p. 2607-2613, 2016.

FIELD, A. **Descobrindo a estatística usando o SPSS**. Tradução: Lorí Viali. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GHELLERE, M.; DEVITOFRANCESCO, A.; MERONI, I. Urban sustainability assessment of neighborhoods in Lombardy. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE – FUTURE BUILDINGS & DISTRICTS – ENERGY EFFICIENCY FROM NANO TO URBAN SCALE, CISBAT, 2017, Lausanne, Switzerland. **Proceedings** […]. Lausanne, Switzerland, 2017. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.07.310.

GONÇALVES, M. A.; KUNEN, A. Análise de indicadores de sustentabilidade no espaço urbano: aplicação em loteamentos da cidade de Francisco Beltrão-PR. *In*: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN URBANISMO, 8, 2016, Barcelona-Balneário Camboriú. **Anais** [...]. Barcelona: DUOT, 2016. Disponível em: https://upcommons.upc.edu/handle/2117/101712. Acesso em: 20 jan. 2018.

HAPPIO, A. Towards sustainable urban communities. **Environmental Impact Assessment Review**, n. 32, p. 165–169, 2012.

ICHIMURA, M. Urbanization, Urban Environment and Land Use: Challenges and Opportunities. In: ASIA-PACIFIC FORUM FOR ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT EXPERT MEETING. **Proceedings** […]. Guilin, 23 January 2003.

KLOPP, J. M.; PETRETTA, D. L. The urban sustainable development goal: Indicators, complexity and the politics of measuring cities. **Cities**, n. 63, p. 92-97, 2017. DOI: 10.1016/j.cities.2016.12.019.

KOMEILY, A.; SRINIVASAN, R. S. A need for balanced approach to neighborhood sustainability assessments: a critical review and analysis. **Sustainable Cities and Society**, n. 18, p. 32-43, 2015. DOI: 10.1016/j.scs.2015.05.004.

MACLAREN, V. W. Urban Sustainability Reporting. **Journal of the American Planning Association**, v. 62, n. 2, p. 184-202, 1996. DOI: 10.1080/01944369608975684.

MEZZOMO, M. D. M.; BORGES JUNIOR, M., A.; GONÇALVES, A., J., J. Sustentabilidade de Bairros: uma análise em Campo Mourão-PR, Brasil. **Geo UERJ**, n. 32, p. e30480. 2018. DOI: 10.12957/geouerj.2018.30480.

NUNES, M. F. de O.; MAYORGA, C. T.; GULLO, M. C. R.; PEDONE, C. E. M. Indicadores de sustentabilidade urbana: aplicação em bairros de Caxias do Sul. **Arquitetura Revista**, v.12, n. 1, p. 87-100, jan./jun. 2016. doi: 10.4013/arq.2016.121.08.

REITH, A.; OROVA, M. Do green neighbourhood ratings cover sustainability? **Ecological Indicators**. v. 48, p. 660-672, Jan-2015. DOI: 10.1016/j.ecolind.2014.09.005.

SANTOS, G. P. de O.; GONÇALVES, A.; MEZZOMO, M. M. Sustainability indicators applied to neighbourhood scale. *In*: RESPONSIBLE MANAGEMENT EDUCATION RESEARCH CONFERENCE, 4., 2017, Curitiba. **Anais** […]. Curitiba, 2017.

SHARIFI, A.; MURAYAMA, A. A critical review of seven selected neighborhood sustainability assessment tools. **Environmental Impact Assessment Review**. n. 38, p. 73-87, 2013. DOI: 10.1016/j.eiar.2012.06.006.

SHARIFI, A.; MURAYAMA, A. Neighbourhood sustainability assessment in action: cross-evaluation of three assessment systems and their cases from the US, the UK, and Japan. **Building and Environment**, n. 72, p. 243–258, 2014. DOI: 10.1016/j.buildenv.2013.11.006.

TURCU, C. Re-thinking sustainability indicators: local perspectives of urban sustainability. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 56, n. 5, p. 695–719, 2013. DOI:10.1080/09640568.2012.698984.

UNEP. **Sustainable, Resource Efficient Cities – Making it happen**! Nairóbi: United Nations Environment Programme, 2012.

UNITED NATIONS. **Progress to date in the implementation of the outcomes of the second United Nations Conference on Human Settlements (Habitat II) and identification of new and emerging challenges on sustainable urban development**. New York: 2014. Disponível em: https://digitallibrary.un.org/record/1290360#record-files-collapse-header. Acesso em: 27 jul 2019.

UNITED NATIONS. **Resolution 71/256 - New Urban Agenda**. 2016. Disponível em: https://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/71/256. Acesso em: 8 dez 2017.

YIGITCANLAR, T.; KAMRUZZAMAN, Md.; TERIMAN, S. Neighborhood Sustainability Assessment: evaluating residential development sustainability in a developing country context. **Sustainability**, n. 7, p. 2570-2602, 2015. DOI:10.3390/su7032570.

YILDIZ, S.; YILMAZ, M.; KIVRAK, S.; GÜLTEKIN, A. B. Neighbourhood sustainability assessment tools and a comparative analysis of five different assessment tools. **Planlama**, v. 26, n. 2, p. 93–100, 2016. DOI: 10.14744/planlama.2016.05914.

ZHANG, X. Q. The trends, promises and challenges of urbanisation in the world. **Habitat International**, v. 54, part 3, p. 241-252, 2016. DOI: 10.1016/j.habitatint.2015.11.018.