

## FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DE BAIRRO: ABORDAGEM COMPARATIVA

M. S. MARTINS<sup>1</sup>, R. M. L. KALIL, F. D. ROSA

Universidade de Passo Fundo

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6211-9539><sup>1</sup>

[argmarcelesalles@gmail.com](mailto:argmarcelesalles@gmail.com)<sup>1</sup>

Submitted June 29, 2020 - Accepted December 22, 2021

DOI: 10.15628/holos.2022.10618

### RESUMO

O objetivo do estudo foi identificar um conjunto de indicadores para subsidiar o desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade de bairros existentes. Ou seja, a investigação se delimitou a comparar seis ferramentas de avaliação de sustentabilidade - BREEAM Communities, CASBEE-UD, LEED-ND, Aqua Bairros e Loteamentos, 2030 Districts e Livability Index, utilizadas para avaliar a sustentabilidade em nível de vizinhança. Como essas ferramentas categorizam, medem e classificam seus indicadores de forma diferente foi necessário integrar seus processos para torná-los comparáveis. Por meio de uma estrutura

de comparação de dois níveis, as diferentes ferramentas de avaliação de sustentabilidade foram comparadas em geral, bem como em detalhes. Os resultados sinalizaram que fatores geográficos, demográficos, ambientais, socioeconômicos, além da natureza da comunidade local, representam um determinante nos tipos e números de indicadores utilizados nas ferramentas analisadas. O estudo destaca um conjunto de 115 indicadores distribuídos em vinte categorias e quatro dimensões da sustentabilidade (ambiental, econômico, social e institucional) que podem ser usados para promover comunidades sustentáveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bairro sustentável, Desenvolvimento urbano sustentável, Ferramentas de avaliação de sustentabilidade.

## NEIGHBOURHOOD SUSTAINABILITY ASSESSMENT: COMPARATIVE ANALYSIS

### ABSTRACT

This study aimed to identify a set of indicators to support the development of a sustainability assessment tool for existing neighbourhoods. In other words, the research was delimited to compare six sustainability assessment tools - BREEAM Communities, CASBEE-UD, LEED-ND, Aqua Neighbourhoods and Allotments, 2030 Districts, and Livability Index, used to assess sustainability at the neighborhood level. As these tools categorize, measure, and rate their indicators in different ways, it was necessary to integrate their processes to make them comparable. Through a two-level comparison framework, the diverse sustainability

assessment tools were compared as a whole and in detail. The results signaled that geographical, demographic, environmental, socio-economic factors, as well as the nature of the local community, represent a determinant in the types and numbers of indicators used in the tools analyzed. The study highlights a set of 115 indicators distributed in twenty categories and four sustainability dimensions (environmental, economic, social, and institutional), which can be used to promote sustainable communities.

**KEYWORDS:** Sustainable neighbourhood, Sustainable urban development, Sustainability assessment.

## 1 INTRODUÇÃO

Diante dos desafios socioecológicos enfrentados pelas cidades do século XXI relacionados às mudanças climáticas, à dependência dos combustíveis fósseis, à urbanização acelerada, à desigualdade social e espacial mencionados em escala global, seus impactos urbanos são sentidos nas condições de vida locais, principalmente urbanas (Happio, 2012; United Nations Human Settlements Programme, 2010; United Nations, 2016). As cidades não estão conseguindo enfrentar os desafios emergentes e existentes, como a expansão urbana, o congestionamento, a poluição do ar, a pobreza, as emissões de gases de efeito estufa, embora sejam canais cruciais do crescimento social e econômico. Além do modelo de urbanização em vigor não ser sustentável, de acordo com o relatório de progresso do UN-HABITAT II (United Nation, 2014). Dessa forma, o debate acerca da sustentabilidade urbana se torna pauta, bem como a falta de mecanismos de avaliação para quantificar a capacidade de desenvolvimento da sustentabilidade urbana, propondo medidas de melhoria direcionadas por meio do uso de informações aos tomadores de decisão.

Os esforços para medir a sustentabilidade urbana, a partir de indicadores, iniciaram na década de 1990, com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico [OECD] (1993). Esse início procurou atender a demanda pelo desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade ambiental, e juntamente com o disposto nos capítulos 8 e 40 da Agenda 21 conduziram o movimento pela construção de indicadores de desenvolvimento sustentável (United Nations, 1992). Com as discussões internacionais voltadas ao desenvolvimento sustentável, muitas abordagens para sua avaliação foram desenvolvidas (Fang et al., 2020). Becker (2005) menciona que os métodos de avaliação para aferir o progresso da sustentabilidade urbana são numerosos e se tornaram um pré-requisito para o desenvolvimento sustentável.

Os métodos de avaliação de sustentabilidade urbana são ferramentas cujos resultados devem ser utilizados com o objetivo de uma melhoria contínua em relação às condições socioeconômicas, ambientais e institucionais (Leite & Awad, 2012). Para tanto, são incorporados indicadores que permitam localizar a condição atual em relação às condições que prevaleceram no passado e desenvolver perspectivas relevantes para estruturar ações para o futuro (Wu & Wu, 2012).

Especificamente para o meio urbano, o Centro para os Assentamentos Humanos das Nações Unidas [UNCHS/Un-Habitat] desenvolveu um conjunto de indicadores denominados Indicadores Urbanos Globais, com o intuito de monitorar a performance e as tendências em 20 áreas-chave da Agenda Habitat (Siche et al., 2007). Recentemente, a crescente proposição de políticas públicas, para o alcance das metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), onde muitas cidades lutam para alcançar seus compromissos com a sustentabilidade, as informações e os indicadores intramunicipais (distritos e bairros) se tornaram cada vez mais relevantes, para o acompanhamento periódico da situação de segmentos populacionais específicos e grupos vulneráveis, corroborando com a avaliação nesta escala (United Nation, 2017).

Nesse sentido, as ferramentas de avaliação são percebidas como uma forma de contribuir com o processo, sendo estabelecidas na década de 1990 (Yoon & Park, 2015). Inicialmente com o objetivo voltado para a avaliação de edifícios, porém não conseguiram capturar de forma significativa a interação entre os edifícios e a infraestrutura do ambiente onde estão inseridos. Além de não integrarem “as múltiplas dimensões da sustentabilidade, em particular as dimensões sociais e econômicas” (Komeily & Srinivasan, 2015, p. 33). Em virtude de as ferramentas existentes de avaliação de edifícios não apresentarem uma avaliação satisfatória entre o ambiente construído e o meio, surgiu um movimento para considerar o limite espacial da avaliação de sustentabilidade, um nível intermediário. Dessa maneira, houve a introdução do bairro como escala de avaliação.

O sistema europeu Haute Qualité Environnementale et Economique Rehabilitation [HQE2R] foi o precursor no desenvolvimento de sistema de certificação para distrito urbano sustentável, desenvolvido entre 2001 e 2004, seguido do EarthCraft Communities (ECC) desenvolvido em Atlanta (Estados Unidos) e lançado em 2003 (Wangel et al., 2016). No período de 2006-2009 foi lançado o sistema japonês CASBEE-UD seguido, posteriormente, do LEED-ND e do BREEAM Communities (Komeily & Srinivasan, 2015; Sharifi & Murayama, 2014). O sistema alemão DGNB-UD teve lançamento em 2011 e uma versão piloto do australiano Green Start Communities no ano de 2012 (Wangel et al., 2016). Dentre as ferramentas globais de avaliação já mencionadas foram identificadas duas ferramentas voltadas para avaliar bairros existentes, 2030 Districts e Livability Index.

A utilização dessas ferramentas de avaliação em áreas urbanas pode ter impactos significativos na sustentabilidade global, porém há discussões da sua eficácia para o mundo em desenvolvimento (Ameen & Mourshed, 2019). No entanto, essas práticas se aplicam ao desenvolvimento de novos bairros (Rohe, 2009) e, podem apresentar dificuldades ao ser aplicadas em bairros existentes (Lützkendorf & Balouktsi, 2017). Embora haja esforços para medir a sustentabilidade urbana (Berman & Orttung, 2020; Fang et al., 2020; Hassan & Kotval-k, 2019; Shirazi & Keivani, 2021), há uma falta de medidas para bairros existentes. A proposta deste artigo é identificar um conjunto de indicadores dentre seis ferramentas de avaliação de sustentabilidade - BREEAM Communities, CASBEE-UD, LEED-ND, Aqua Bairros e Loteamentos, 2030 Districts e Livability Index que possam subsidiar o desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação de bairros existentes.

## 2 VISÃO GERAL DAS FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE

Um bairro é um elemento fundamental de uma cidade e um bom ponto de partida para criar uma comunidade verdadeiramente sustentável (Sharifi & Murayama, 2013). Reconhecendo a importância dos bairros como parte componente no atendimento aos critérios de sustentabilidade (Choguill, 2008), em alguns países do mundo, foram tomadas iniciativas para abrir caminho para a construção de bairros sustentáveis e várias ferramentas foram desenvolvidas para avaliar o desempenho de sustentabilidade dos planos e seu sucesso na via de alcançar a sustentabilidade (Sharifi & Murayama, 2013).

As ferramentas de avaliação de sustentabilidade de bairro avaliam o desempenho de sustentabilidade de um determinado bairro de acordo com um conjunto de critérios e temas, com vistas a avaliar sua posição em direção ao caminho da sustentabilidade (Sharifi & Murayama, 2013; Yildiz et al., 2016). Atualmente, existem várias ferramentas de avaliação de sustentabilidade em todo o mundo e, muitas pesquisas realizadas anteriormente compararam as ferramentas de avaliação com diferentes objetivos, dentre eles: estudos comparativos destinados a explorar os critérios utilizados para avaliação, verificar semelhanças e diferenças, especificidade dos indicadores de cada sistema, desempenho frente à cobertura de sustentabilidade nos pilares ambiental, social e econômico.

Para fins desse estudo, primeiro um grande número de ferramentas foram identificadas a partir de uma revisão sistemática da literatura. O objetivo era verificar as ferramentas que freqüentemente aparecem na literatura; e, na medida do possível, ter ferramentas de diferentes partes do mundo. No entanto, delimitou-se o escopo desse estudo, apenas nas ferramentas que estão totalmente desenvolvidas, manuais acessíveis (disponíveis publicamente), mais citadas em estudos anteriores, contemplassem avaliação de bairro existente e, também, utilizadas no contexto brasileiro. Dentre as ferramentas globais existentes, três se destacaram nos critérios e seleção, são elas: BREEAM Communities, CASBEE-UD, LEED-ND. No contexto brasileiro foi identificada a ferramenta Aqua Bairros e Loteamentos baseada na ferramenta francesa démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) e no processo HQE™ - Aménagement. Ainda integram esse estudo as ferramentas identificadas para avaliar bairros existentes: 2030 Districts e Livability Index.

As ferramentas de avaliação de sustentabilidade de bairro foram desenvolvidas em intervalos próximos entre 2007 (CASBEE-UD) e 2015 (Livability Index), com um período mínimo de três anos para as primeiras atualizações (BREEAM Communities e Livability Index), exceto Acqua Bairros e Loteamentos e 2030 Districts que não atualizaram seus indicadores. Das ferramentas selecionadas, os Estados Unidos lideram as proposições de sistemas de avaliação, geralmente desenvolvidas por uma organização independente de terceiros (Reith & Orova, 2015). O Quadro 1 apresenta o objetivo das ferramentas selecionadas, sua estrutura e classificação.

**Quadro 1: Visão geral das ferramentas de avaliação de sustentabilidade**

Ferramenta	Objetivo	Estrutura	Classificação
BREEAM Communities	Apoiar a mitigação dos impactos ambientais do ambiente construído; fornecer benefícios sociais e econômicos; permitir que os desenvolvedores sejam reconhecidos; e estimular a demanda por desenvolvimento sustentável	6 categorias (5 + 1) 41 questões (40 + 1) 28 questões obrigatórias	Excepcional ≥ 85 Excelente ≥ 70 Muito bom ≥ 55 Bom ≥ 45 Classificado ≥ 30 Não classificado < 30
CASBE E-UD	Avaliar projetos de desenvolvimento urbano onde existam várias construções arquitetônicas e outras	3 categorias 9 critérios intermediários	Excelente ≥ 3.0 Muito Bom ≥ 1.5 < 3.0 Bom ≥ 1.0 < 1.5

	áreas para diversos fins, como estradas, praças públicas e espaços verdes	43 itens menores (18 itens pequenos e 25 itens menores)	Ligeiramente Insatisfatório $\geq 0,5 < 1.0$ Insatisfatório $< 0.5$
LEED-ND	Estabelecer um padrão nacional de liderança para avaliar e recompensar as práticas ambientais de desenvolvimento ambiental do bairro no âmbito da estrutura do Sistema de Classificação de Edifícios Verdes LEED®	5 categorias 59 questões 12 questões obrigatórias	Certificação $\geq 40$ pontos Prata $\geq 50$ pontos Ouro $\geq 60$ pontos Platina $\geq 80$ pontos
Aqua Bairros e Loteamentos	Realizar a certificação de empreendimentos integrados a seus territórios, com controle dos impactos sob o meio ambiente, considerando seu ciclo de vida, com vistas a favorecer o desenvolvimento econômico e social, promovendo qualidade de vida	17 temas 33 subcategorias 71 indicadores	Bom 8/17 Superior 5/17 Excelente 4/17
2030 Districts	Reduzir em 50% o consumo de energia, de água e emissões de CO2 para edifícios e infraestrutura existentes e novos desenvolvimentos até 2030	3 categorias	Redução de 50% nas categorias até 2030
Livability Index	Medir a habitabilidade da comunidade	7 categorias 28 atributos 60 indicadores	Escala de 0 a 100

Fonte: Elaboração própria, baseado em Architecture 2030 (2016); Building Research Establishment [BRE] (2013); 2030 Districts (2015, 2016); Fundação Carlos Alberto Vanzolini [FCAV] (2011); Institute for Building Environment and Energy Conservation [IBEC] (2014); U.S. Green Building Council [USGBC] (2014, 2019).

Nota-se que o objetivo principal de cada sistema é semelhante em uma visão mais ampla de criar um ambiente construído sustentável que minimize o impacto ecológico (Tam et al., 2018). Cada ferramenta possui um formato de estruturação, organizadas por categorias, subcategorias/questões/critérios, por último a distribuição dos indicadores.

Cada ferramenta de avaliação de sustentabilidade consiste em uma lista de critérios ou indicadores associados a aspectos de desenvolvimento urbano que precisam ser avaliados. Portanto, ocorrem variações no número de categorias entre as ferramentas; por exemplo, BREEAM Communities e LEED-ND contêm cinco categorias, sendo que a primeira conta uma sexta categoria de inovação que fornece reconhecimento adicional a um desenvolvimento que inova no desempenho além dos níveis já recompensados nas questões, enquanto Acqua Bairros e Loteamentos possuem 17 temas principais divididos em 33 subcategorias.

As classificações das ferramentas demonstradas no Quadro 1 indicam que nas comunidades BREEAM e CASBEE os critérios são iguais (Happio, 2012). No LEED-ND os critérios são avaliados de forma diferente, alguns deles valem dez pontos, e outros apenas um ponto. Em

Acqua Bairros e Loteamentos o empreendimento é avaliado pelo desempenho numa escala de três níveis. A ferramenta 2030 Districts avalia em percentuais os índices de redução nas categorias. O Livability Index trabalha com uma escala de 0 a 100 para pontuar as categorias e as comunidades podem receber pontos adicionais em sua pontuação de categoria para cada política pública em vigor. As três últimas ferramentas não possuem pré-requisitos para avaliar um empreendimento.

Os sistemas BREEAM Communities e LEED-ND apresentam critérios obrigatórios, de acordo com Reith e Orova (2015) essa medida pode representar uma restrição ao projeto de desenvolvimento; mas por outro lado, pode proporcionar o alcance de um nível mínimo de sustentabilidade, garantindo uma aplicação diversificada de soluções sustentáveis. No entanto, a ampla aplicação dessas ferramentas é questionada e tópicos relacionados são regularmente discutidos (Fang et al., 2020).

### 3 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos com o intuito de identificar um conjunto de indicadores para subsidiar o desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação de sustentabilidade de bairros existentes seguiu as etapas apresentadas na Figura 1. A primeira etapa foi destinada a seleção das ferramentas de avaliação de sustentabilidade, a partir de uma revisão sistemática da literatura. A revisão permitiu identificar 37 ferramentas, das quais seis foram selecionadas para a realização desse estudo. As ferramentas selecionadas 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. Após a etapa de seleção, as ferramentas passaram por uma análise de conteúdo, permitindo um aprofundamento de cada uma. Nessa análise de conteúdo se verificou a necessidade de desenvolvimento de uma estrutura própria para comparar os indicadores das ferramentas, tendo em vista a falta de padronização.

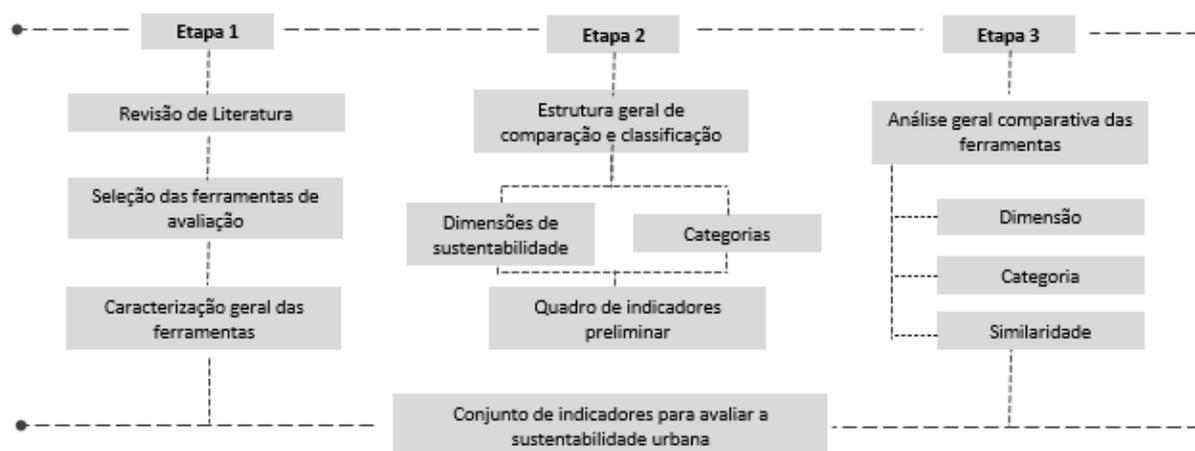


Figura 1: Etapa metodológica para identificar um conjunto de indicadores de sustentabilidade urbana

A segunda etapa se destinou ao desenvolvimento da estrutura geral. A estrutura foi projetada com a intenção de comparar os quadros de indicadores das ferramentas selecionadas. Uma vez que critérios e indicadores fazem parte de qualquer estrutura de avaliação de sustentabilidade.

A estrutura geral estabelecida contempla dois níveis, o primeiro nível aborda as quatro dimensões da sustentabilidade, ambiental, econômica, social e institucional e o segundo nível vinte categorias. As categorias foram propostas após uma análise pormenorizada de estudos anteriores (Ameen et al., 2015; Berardi, 2013; Braulio-Gonzalo et al., 2015; Happio, 2012; Komeily & Srinivasan, 2015; Sharifi & Murayama, 2013; Reith & Orova, 2015; Yildiz et al., 2016). Para cada categoria foram definidos objetivos, que guiaram a inclusão dos indicadores das ferramentas selecionadas. Para a distribuição dos indicadores das ferramentas nas respectivas categorias foi utilizada a análise de conteúdo (Bardin, 2011). A segunda etapa finaliza com um quadro preliminar com todos os indicadores das ferramentas incluídos.

A terceira etapa contemplou a análise geral comparativa das ferramentas. A análise comparativa foi dividida em três fases: a primeira refere-se à análise dos indicadores nas dimensões de sustentabilidade. A segunda fase à análise dos indicadores nas categorias e a terceira integra a análise de similaridade. Para determinar quais os aspectos são mais e menos discutidos nas ferramentas analisadas, e para compará-los, o número de indicadores em cada categoria foi determinado. A partir do número total efetuou-se uma análise geral quantitativa, considerando as dimensões e as categorias. Na sequência os indicadores foram organizados por similaridade, com o objetivo de agrupar os indicadores que possuíam significados semelhantes e reduzir o número encontrado.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Estrutura geral de comparação e classificação

Com a descoberta de que cada ferramenta utiliza um sistema de classificação diferente e uma nomenclatura distinta, se desenvolveu uma estrutura geral de comparação para inclusão dos indicadores das ferramentas selecionadas. A partir das análises de estudos anteriores percebeu-se que cada estudo determinou uma nova categorização para realizar comparações, para citar alguns: Happio (2012), Sharifi e Murayama (2013), Berardi (2013) desenvolveram sete categorias para comparar as ferramentas de avaliação, Reith e Orova (2015) usaram nove categorias principais para sua comparação, Yildiz et al. (2016) identificaram seis categorias. Dos resultados desses estudos concluímos que seria necessário contemplar quatro dimensões da sustentabilidade, bem como ampliar o número de categorias, para que os indicadores fossem distribuídos de forma mais clara.

A Figura 2 apresenta a estrutura geral para comparação proposta para essa análise comparativa. Essa estrutura possui no primeiro nível as quatro dimensões da sustentabilidade: ambiental, econômico, social e institucional, no segundo nível as vinte categorias distribuídas dentre as dimensões.

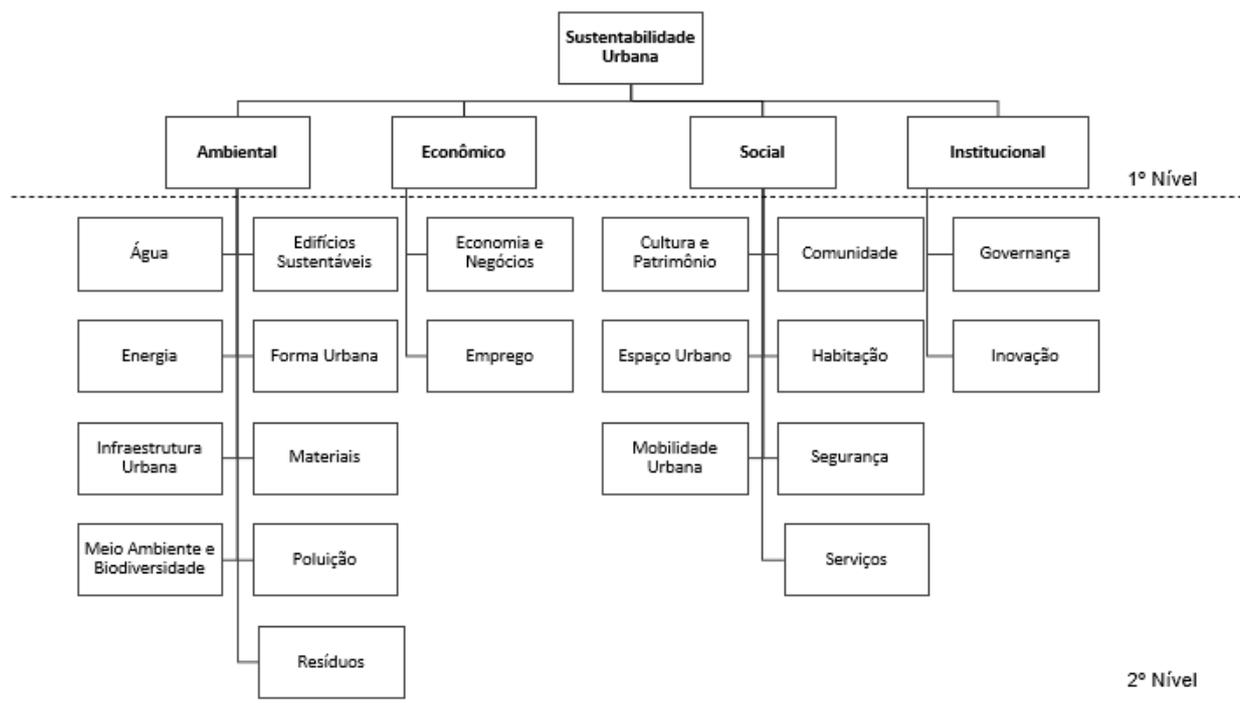


Figura 2: Estrutura geral de dois níveis para comparação de indicadores de sustentabilidade urbana

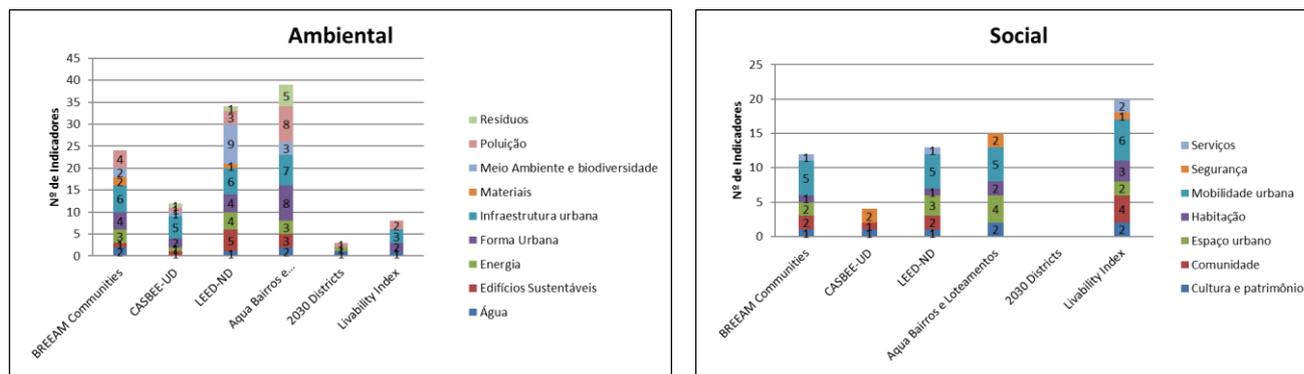
#### 4.2 Análise comparativa geral das ferramentas

Esta seção analisa os indicadores das seis ferramentas selecionadas por dimensão e categorias. A definição de cada indicador foi observada para a disposição no quadro, sendo identificados 231 indicadores. Alguns foram excluídos da análise por não estarem em consonância com o objetivo desse estudo, do total inicial 29 foram excluídos, considerando para fins da análise um total de 202 indicadores.

Inicialmente, a comparação dos indicadores se relacionou com as dimensões. Embora abordar a sustentabilidade seja o objetivo comum das ferramentas estudadas, existem diferenças na forma como elas a seguem. Após todos os indicadores serem dispostos na estrutura geral, um quantitativo por dimensão foi totalizado. Os resultados indicaram que as ferramentas analisadas enfatizam três dimensões de sustentabilidade inter-relacionadas e interconectadas: ambiental, social e econômico, porém com maior ênfase na dimensão ambiental, corroborando com os achados de Reith e Orova (2015). A dimensão institucional é pouco explorada nas ferramentas, possuindo os menores percentuais de indicadores inseridos, ao contrário do exposto por Sharifi e Murayama (2013) de que as ferramentas não abordavam a sustentabilidade institucional, mas chamam a atenção para a importância de incluir essa dimensão nas ferramentas de avaliação.

As ferramentas específicas para avaliar bairros existentes 2030 Districts e Livability Index demonstraram algumas particularidades nessa análise. O 2030 Districts possui três critérios no seu escopo, todos com o foco na dimensão ambiental. Já Livability Index é uma ferramenta voltada ao bem-estar da comunidade, refletindo os maiores percentuais no pilar social (62,5%), seguido do econômico (12,5%).

De um modo geral, os indicadores das ferramentas de avaliação selecionadas se concentram nas dimensões ambiental e social ilustradas na Figura 3.



**Figura 3: Número de indicadores nas categorias das dimensões ambiental e social das ferramentas analisadas**

Os resultados apresentados na Figura 3 sugerem que as ferramentas possuem abordagens diferentes para a inclusão de indicadores. Considerando essas diferenças, o foco da análise se concentra nas categorias que se destacaram nas ferramentas analisadas com maior número de indicadores. A categoria Infraestrutura urbana possui destaque na ferramenta Breeam Communities com indicadores ligados à captação da água da chuva, avaliação e gestão dos riscos de inundação, infraestrutura verde, rede viária e de ciclismo e serviços de utilidade pública (relacionado à rede de telecomunicações). Com falta de indicadores na categoria Inovação e Segurança e, baixo número em Edifícios sustentáveis, Economia e Negócios, Emprego, Cultura e patrimônio, Habitação, Serviços e Governança. Um resultado semelhante foi observado na estrutura de Happio (2012), onde as categorias Infraestrutura e Transporte foram mais enfatizadas.

A CASBEE-UD, do mesmo modo como a ferramenta anterior, concentra o maior número na categoria Infraestrutura, onde contempla indicadores para recursos hídricos, vegetação, tráfego, segurança no trânsito e sistema de informação (ligado à rede de telecomunicações). Não contempla indicadores nas seguintes categorias: Água, Materiais, Espaço urbano, Habitação, Mobilidade urbana, Serviços, Governança e Inovação.

De acordo com a Figura 4, a ferramenta LEED-ND possui maior número de indicadores na categoria Meio Ambiente e Biodiversidade, onde aborda indicadores relacionados a projeto e gestão da conservação do habitat ou áreas úmidas e corpos d'água, conservação de espécies e comunidades ecológicas, produção local de alimentos, conservação de terras agrícolas, proteção de encostas íngremes, dentre outros. Só não possui indicadores nas categorias Governança e Segurança.

A ferramenta Acqua Bairros e Loteamentos é a ferramenta com maior número de indicadores, sendo a maioria incluída nas categorias Forma urbana e Poluição. Na categoria Forma urbana possui indicadores relacionados à densidade construída e populacional, taxa de ocupação e coeficiente de aproveitamento do solo, relações entre espaço construído e espaço aberto, questões de valorização da paisagem e acesso a qualidade das vistas. Não contempla indicadores nas categorias Materiais, Comunidade, Serviços e Inovação.

A ferramenta 2030 Districts é a única das ferramentas analisadas que possui o menor número de indicadores e concentrados na dimensão ambiental, possuindo indicador nas categorias: Água, Energia e Poluição. O Livability Index possui maior número de indicadores na categoria Mobilidade Urbana, seguido da categoria Comunidade. Não possui indicadores nas categorias relacionadas à dimensão institucional e nas categorias Edifícios sustentáveis, Energia, Materiais, Meio Ambiente e Biodiversidade e Resíduos.

Os resultados sugerem que existe uma falta de equilíbrio entre diferentes dimensões de sustentabilidade e, em geral, a dimensão ambiental domina outras dimensões menos tangíveis. Embora os aspectos ambientais sejam essenciais para alcançar a equidade intergeracional, outros aspectos e seu papel essencial no cumprimento da equidade intrageracional não devem ser ignorados (Sharifi & Murayama, 2013).

A segunda fase da análise comparativa das ferramentas, contempla a análise dos indicadores das ferramentas analisadas nas vinte categorias da estrutura geral, os totais estão apresentados na Figura 4.

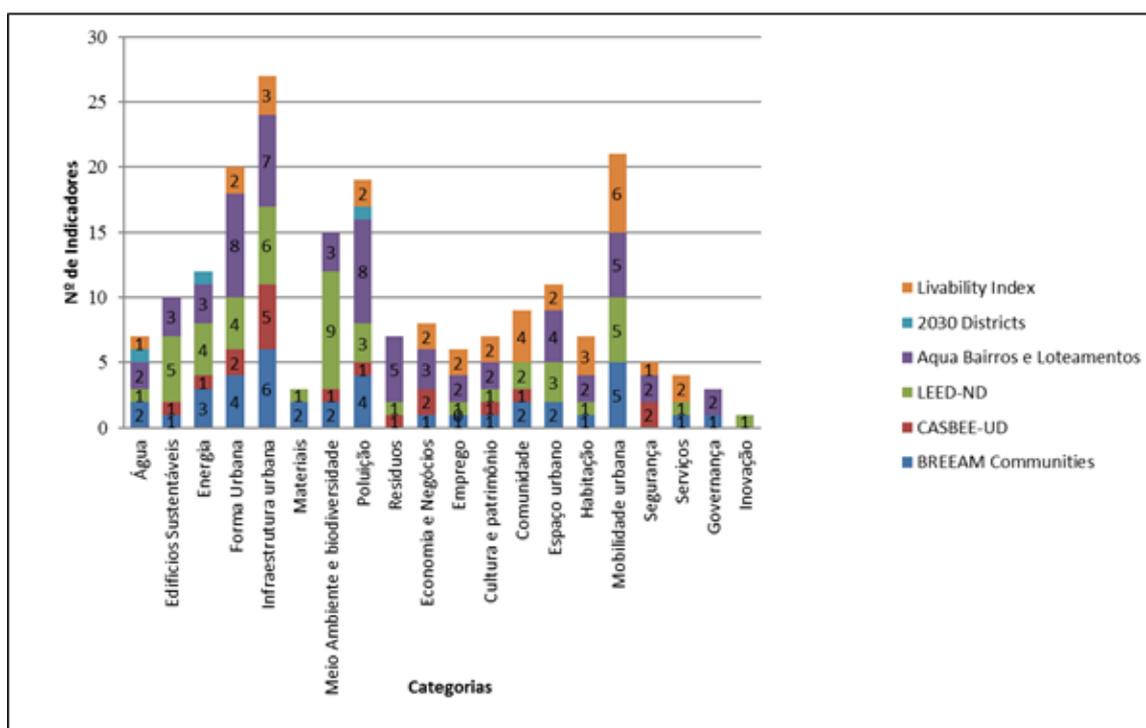


Figura 4: Número de indicadores de cada ferramenta incluídos nas 20 categorias

Conforme observado na Figura 4, todas as ferramentas incluíram indicadores na categoria Poluição, com destaque para a ferramenta Acqua Bairros e Loteamentos com maior número de indicadores, pois engloba poluição da água, solo, ar, luz e ruído. A categoria Mobilidade Urbana possui 10,4% dos indicadores distribuídos pelas ferramentas, exceto em CASBEE-UD e 2030 Districts. O esforço das ferramentas que possuem indicadores na categoria Mobilidade Urbana se refere a mitigar o impacto do uso do transporte particular, promover formas mais sustentáveis de deslocamentos, como transporte público, caminhadas e o uso da bicicleta.

A Energia outro tema que é comum nas ferramentas, exceto em Livability Index, demonstrando a preocupação com as mudanças climáticas e a inclusão de mecanismos e utilização de fontes de energias renováveis nos desenvolvimentos urbanos de bairro. A categoria Materiais não apresenta expressividade entre as ferramentas, em BREEAM Communities está vinculada à utilização de materiais de baixo impacto. A categoria Resíduos se destaca na ferramenta Acqua Bairros e Loteamentos, com ênfase para resíduos não perigosos, um problema enfrentado pelo Brasil no gerenciamento dos resíduos.

As categorias ligadas à área econômica somam 7% do total dos indicadores analisados, a ferramenta Acqua Bairros e Loteamentos inclui maior número de indicadores voltados para o desenvolvimento local, incentivo de geração de renda a partir dos resíduos e de indicadores ligados ao lazer e ao turismo.

A categoria Comunidade apresenta expressividade na ferramenta Livability Index estando ligada ao envolvimento da população, não sendo contemplada em Acqua Bairros e Loteamentos e 2030 Districts. A categoria Espaço Urbano não é contemplada em CASBEE-UD e 2030 Districts, possui maior número de indicadores em Acqua Bairros e Loteamentos. A categoria Habitação está presente na ferramenta Livability Index e Acqua Bairros e Loteamentos, onde enfatizam dispor várias tipologias habitacionais, vindo ao encontro dos princípios fundamentais para se obter bairros sustentáveis (United Nations Human Settlements Programme, 2014).

Na categoria Segurança, as ferramentas que contemplam indicadores, abordam a questão da prevenção do crime (CASBEE-UD, Acqua Bairros e Loteamentos e Livability Index). A categoria Serviços inclui 2% do total dos indicadores e está relacionada ao acesso à escola e saúde. A categoria Inovação é a categoria com menor expressividade, apenas incluída em LEED-ND.

A última fase da análise comparativa se destina a análise de similaridade. Com a realização da análise comparativa dos 202 indicadores observou-se que apesar de apresentarem denominações diferentes, possuíam significados similares. Por exemplo, na categoria Segurança, o item “prevenção de desastres” na ferramenta CASBEE-UD possui similaridade com o indicador “parcela da população exposta” da ferramenta Acqua Bairros e Loteamentos que se refere à “prevenção dos riscos naturais”.

Outro exemplo de similaridade, na ferramenta CASBEE-UD o item “recursos hídricos” se relaciona ao sistema hidráulico (aproveitamento da água da chuva e água tratada) e ao sistema de esgoto. No sistema de esgoto considera a redução da quantidade de descarga de águas residuais e da chuva, com a indicação de lagoa de retenção para armazenamento temporário e promoção da permeabilidade do solo. Considerando esta descrição do item as ferramentas Breeam Communities, LEED-ND e Acqua Bairros e Loteamentos possuem itens e indicadores abordando essas questões das águas pluviais, inundações e tratamento de efluentes sendo consideradas similares.

A comparação dos indicadores por similaridade resultou em uma redução de 41% no total dos indicadores. A maior redução foi na dimensão social, com um percentual de 50% na análise similar dos indicadores, demonstrando uma compatibilidade entre as ferramentas em abordar as mesmas questões neste tópico. As categorias ligadas à dimensão institucional não sofreram aglutinação na análise de similaridade, pois as ferramentas que incluem indicadores nessa área

apresentam visões diferentes. Em síntese os indicadores que foram agrupados por similaridade não apresentam mudanças significativas no quadro, pois a estratégia utilizada foi manter o significado principal do indicador para que não fossem substituídas suas definições.

### 4.3 Conjunto de indicadores de sustentabilidade urbana

O conjunto de indicadores de sustentabilidade urbana resultantes da análise comparativa e de similaridade é apresentado no Quadro 2. No total foram compilados 115 indicadores que podem ser considerados inicialmente no desenvolvimento de ferramentas de avaliação de sustentabilidade urbana na escala de bairro.

**Quadro 2: Conjunto de indicadores de sustentabilidade urbana resultante de análise comparativa de seis ferramentas de avaliação de sustentabilidade**

Ambiental						
Água	Edifícios sustentáveis	Energia	Forma urbana	Infraestrutura urbana	Materiais	Poluição
Qualidade da água potável Redução do uso da água Regularidade e no abastecimento	Edifícios ecológicos Edifícios certificados Otimizar desempenho energético Adesão das habitações ao uso de energia renovável e sistema de aproveitamento da água da chuva Redução do uso de água no interior Reuso do edifício	Estratégia energética Adaptação a mudança climática Parcela de energia renovável no consumo de energia total Sistema energético Superfície de painéis solares térmicos ou fotovoltaicos Orientação solar Redução da ilha de calor Central distrital de água gelada e aquecimento Consumo de recursos energéticos não-renováveis	Bairro compacto Microclima Necessidades e prioridades demográficas Bairro de uso misto Paisagem Relação espaço construído / espaço aberto Taxa de ocupação e coeficiente de aproveitamento do solo Assegurar à vizinhança o direito ao sol e à qualidade das vistas Insolação Abertura do céu, profundidade da vista Limitar os incômodos do	Avaliação e gestão de risco de inundações Gerenciamento de águas servidas Infraestrutura verde Acesso à internet Ruas seguras Vias para pedestres Segurança no trânsito Deslocamentos interbairros Rede de ciclismo Eficiência energética da infraestrutura	Materiais de baixo impacto Eficiência de recursos Reciclagem e reutilização da infraestrutura	Redução das emissões de carbono de transporte Redução da poluição luminosa Poluição da água Poluição sonora Qualidade do ar – poluição industrial local Remediação de áreas contaminadas Poluição do solo Redução de desconforto olfativo Gás de efeito estufa Exposição a fontes eletromagnéticas

			vento			Poluição atmosférica
			<b>Econômico</b>		<b>Institucional</b>	
<b>Meio ambiente e biodiversidade</b>		<b>Resíduos</b>	<b>Economia e Negócios</b>	<b>Emprego</b>	<b>Governança</b>	<b>Inovação</b>
Biodiversidade Valorização ecológica Restauração do habitat ou áreas úmidas e corpos d'água Conservação de espécies e comunidades ecológicas Conservação de zonas úmidas e corpos d'água Conservação de terras agrícolas Produção local de alimentos Reduzir distúrbios no terreno Proteção de encostas íngremes Assegurar o equilíbrio aterros/cortes e escavações		Gerenciamento de resíduos sólidos Qualidade de resíduos domésticos produzidos Resíduos perigosos Resíduos não perigosos e não inerentes e grau de valorização Resíduos não perigosos e inerentes e grau de valorização Resíduo não perigoso e inerte específico de atividade de construção	Desenvolvimento econômico local Indicadores ligados ao lazer e ao turismo Parcela que pode ganhar valor econômico (resíduos) Acesso a mercearias e feiras ecológicas Disponibilidade e de habitação subsidiada	Oportunidades de emprego Proximidade entre residência e trabalho Igualdade de oportunidade – desigualdade de renda	Gestão comunitária de instalações Existência de pólos comuns (educação, lazer, cultura, esporte, saúde, comércio e serviços Utilização comum de energia (redes de aquecimento)	Inovação
<b>Social</b>						
<b>Cultura e patrimônio</b>	<b>Comunidade</b>	<b>Espaço urbano</b>	<b>Habitação</b>	<b>Mobilidade urbana</b>	<b>Segurança</b>	
Respeito ao patrimônio existente Local vernacular Engajamento social - instituições culturais, artísticas, entretenimento Acesso à bibliotecas	Comunidade conectada e aberta Divulgação e envolvimento da comunidade e comunidades multigeracionais - diversidade etária Taxa de votação do	Acesso a instalações de lazer Acesso a parques Projeto inclusivo Flexibilidade dos espaços e dos assentamentos Desenvolver uma conectividade ecológica	Oferta de diferentes tipologias residenciais Acessibilidade à habitação Qualidade da vizinhança – taxa de vacância	Gerenciamento da demanda de transporte Instalações de transporte público Instalação para bicicleta Redução da área de projeção para estacionamento Disponibilidade de transporte coletivo sem uso de combustível fóssil Oferta de transporte coletivo Proximidade do destino - acesso ao emprego por transporte e por automóvel Freqüência do serviço de transporte local Projeto acessível para o sistema - estações e veículos	Prevenção de desastre Prevenção do crime  <b>Serviços</b> Escolas de bairro Acesso a cuidados de saúde	

	engajamento cívico Engajamento social - Índice de desenvolvimento social			acessíveis Caminhadas Congestionamento	
--	---	--	--	--	--

Fonte: Elaboração própria, baseado em Architecture 2030 (2016); Building Research Establishment [BRE] (2013); 2030 Districts (2015, 2016); Fundação Carlos Alberto Vanzolini [FCAV] (2011); Institute for Building Environment and Energy Conservation [IBEC] (2014); U.S. Green Building Council [USGBC] (2014, 2019).

Na formação do conjunto de indicadores de sustentabilidade urbana apresentados no Quadro 2 foram considerados os objetivos delineados na estrutura geral e a conceituação denominada em cada ferramenta para o indicador. Na sequência, se apresentam as abordagens consideradas no conjunto de indicadores descritos por categoria. Na categoria Água, os indicadores se referem à redução e qualidade da água potável, controle de perdas. Nos edifícios sustentáveis tratam majoritariamente da certificação dos edifícios com suas ferramentas no nível de ambiente construído e mecanismos para redução de energia e água, reaproveitamento de água da chuva e desempenho energético.

Os indicadores incluídos na categoria energia estão voltados a sistemas de energia renovável, estratégias para adaptação a mudanças climáticas. Na categoria forma urbana alguns indicadores são destinados ao desenho urbano, outros as estratégias de implantação dos edifícios para assegurar o conforto térmico / lumínico dos usuários. A categoria infraestrutura urbana contempla indicadores na rede viária, pluvial, telecomunicações, elétrica e rede verde. Na categoria materiais os indicadores estão voltados para materiais de baixo impacto e eficiência de recursos.

Na categoria do meio ambiente e biodiversidade os indicadores incluídos se destinam a conservação, principalmente das áreas úmidas, corpos d'água, encostas íngremes, produção de alimentos e manejo adequado do terreno na implantação dos empreendimentos. Na categoria poluição os indicadores avaliam todos os níveis de poluição sonora, luminosa, solo, ar e água. Na última categoria da dimensão ambiental, resíduos, avaliam o gerenciamento dos resíduos sólidos, perigosos e não perigosos. A dimensão ambiental finaliza com 70 indicadores, permanecendo com o maior número perante as demais dimensões, em virtude de derivar das ferramentas.

Na dimensão econômica são 8 indicadores divididos em duas categorias: economia e negócios que incluem indicadores voltados para acesso a lojas e mercados, possibilidades de geração de renda a nível local e disposição de habitação subsidiada. Na segunda categoria da dimensão: emprego, os indicadores avaliam as oportunidades de emprego ofertadas na vizinhança.

A dimensão social conta com 33 indicadores distribuídos em sete categorias. Na categoria patrimônio e cultura os indicadores avaliam o respeito ao patrimônio existente, acesso aos locais culturais e de entretenimento e bibliotecas. A comunidade trata de avaliar o engajamento da

comunidade nas ações de vizinhança. O espaço urbano traz indicadores que avaliam os espaços flexíveis e inclusivos, de lazer e parques.

A categoria habitação avalia a disponibilidade de diversidade de habitações na vizinhança, bem como sua taxa de imóveis desocupados. A mobilidade urbana inclui indicadores voltados às instalações de bicicletas, transporte coletivo, redução das áreas de estacionamento. A categoria segurança prevê indicadores nas questões de criminalidade e desastres. E a categoria de serviços inclui indicadores para o acesso à educação e saúde. A dimensão institucional inclui quatro indicadores, em duas categorias, governança e inovação, onde prevê avaliação nas ações de gestão comunitária e provisão de espaços integrados entre bairros, além de avaliar a inovação.

Esse estudo se propôs a identificar um conjunto de indicadores de sustentabilidade urbana partindo da análise comparativa de seis ferramentas de avaliação. Dentre os principais resultados ressalta-se: as ferramentas de avaliação apesar de possuir objetivos semelhantes de abordar a sustentabilidade, existem diferenças significativas na forma como essas ferramentas perseguem esse objetivo. Esse grande grau de divergência pode ser explicado pelas diferenças correspondentes em como, onde e por que eles foram desenvolvidos e aplicados em planos de desenvolvimento de vizinhança. No entanto, as ferramentas são semelhantes, pois tipicamente são compostas por uma lista de indicadores, que em algumas ferramentas servem para orientar o desenvolvimento de novos empreendimentos urbanos. E, em outras servem para monitorar o desempenho da comunidade ao longo dos anos, impulsionando a proposição de políticas públicas para melhorar os índices, como em Livability Index.

Outra constatação das diferenças percebidas nas ferramentas, as estruturas foram concebidas para o desenvolvimento urbano de seu país de origem ou região específica (Ameen et al., 2015; Ameen e Mourshed, 2019), mesmo LEED-ND e Breeam Communities que já possuem resultados de implementação em diferentes contextos. É possível argumentar que cada contexto urbano é único, e se faz necessário entender o contexto local para medir o nível de sustentabilidade com precisão (Berman & Orttung, 2020).

## 5 CONCLUSÕES

Esse artigo apresentou uma análise comparativa de seis ferramentas de avaliação de sustentabilidade a nível internacional e nacional. A análise comparativa dos indicadores visa selecionar diferentes práticas que utilizaram diferentes tipos de critérios e indicadores que podem levar ao compartilhamento de conhecimento entre muitas práticas para desenvolver novos planos e políticas públicas de sustentabilidade urbana.

Os resultados indicaram diferenças entre as prioridades dos indicadores nas diferentes ferramentas de avaliação, sinalizaram que fatores geográficos, demográficos, ambientais, socioeconômicos, além da natureza da comunidade local, representam um determinante nos tipos e números dos indicadores. Referente a cobertura de sustentabilidade nas dimensões de sustentabilidade ambiental, social e econômica nota-se que as ferramentas enfatizam a dimensão ambiental perante as demais, e a dimensão institucional possui menor ênfase.

Com o delineamento das análises em etapas foi possível identificar um conjunto abrangente de indicadores. Análises pormenorizadas de conteúdo permitiram a seleção de indicadores relevantes, além de verificar a importância relativa dos indicadores ambientais e sociais nos campos de pesquisa e desenvolvimento de sustentabilidade.

O conjunto de indicadores de sustentabilidade urbana resultante nesse artigo a partir das análises apresentadas forma uma base de dados inicial para fomentar discussões sobre a sustentabilidade urbana e o desenvolvimento de bairros sustentáveis entre os profissionais desenvolvedores, técnicos, gestores públicos, associações de bairro, principalmente para o contexto brasileiro. Ao mesmo tempo em que fomenta o debate entre a comunidade para indicar uma lista de indicadores locais. A combinação desse conjunto de indicadores pode alcançar um quadro local de avaliação de sustentabilidade contribuindo com um ambiente mais saudável e sustentável.

## 6 REFERÊNCIAS

- Ameen, R. F. M., Mourshed, M., & Li, H. (2015). A critical review of environmental assessment tools for sustainable urban design. *Environmental Impact Assessment Review*, 55, 110-125.
- Ameen, R. F. M., & Mourshed, M. (2019). Urban Sustainability Assessment Framework Development: the Ranking and Weighting of Sustainability Indicators Using Analytic Hierarchy Process. *Sustainable Cities and Society*. 44, 356-366.
- Architecture 2030. (2016). About us. <http://architecture2030.org/about/>.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Becker, J. (2005). Measuring progress towards sustainable development. An: Ecological framework for selecting indicators. *Local Environment*, 10 (1), 87-101.
- Berardi, U. (2013). Sustainability assessment of urban communities through rating systems. *Environment, Development and Sustainability*, 15, 1573-1591.
- Berman, M., & Orttung, R. W. (2020). Measuring Progress toward Urban Sustainability: Do Global Measures Work for Arctic Cities? *Sustainability*, 12(9), 3708.
- Braulio-Gonzalo, M., Bovea, M. D., & Ruá, M. J. (2015). Sustainability on the urban scale: proposal of a structure of indicators for the Spanish context. *Environmental Impact Assessment Review*, 53, 16-30.
- Building Research Establishment [BRE]. (2015). Green guide to specification. <https://www.bre.co.uk/greenguide/podpage.jsp?id=2126>.
- Choguill, C. L. (2008). Developing sustainable neighbourhoods. *Habitat International*, 32(1), 41-48.

- Dawodu, A., Akinwolemiwa, B., & Cheshmehzangi, A. (2017). A conceptual re-visualization of sustainability pathways for the development of Neighborhood Sustainability Assessment Tools (NSATs). *Sustainable Cities and Society*, 28, 398-410.
- Fang, X., Shi, X., & Gao, W. (2020). Measuring urban sustainability from the quality of the built environment and pressure on the natural environment in China: A case study of the Shandong Peninsula region. *Journal of Cleaner Production*, 125145.
- Fundação Carlos Alberto Vanzolini [FCAV]. (2011). Referencial Técnico de Certificação, Processo Aqua Bairros e Loteamentos. Parte I, Guia Prático. Version 0. Brazilian.
- Gil, J., & Duarte, J. P. (2013). Tools for evaluating the sustainability of urban design: a review. *Urban Design and Planning*, 166 (6), 311-325.
- Happio, A. (2012). Towards sustainable urban communities. *Environmental Impact Assessment Review*, 32, 165-169.
- Hassan, A., & Kotval-k, Z. (2019). A Framework for Measuring Urban Sustainability in an Emerging Region: The City of Duhok as a Case Study. *Sustainability*, 11(19), 5402.
- Institute for Building Environment and Energy Conservation [IBEC]. (2014). CASBEE for Urban Development (CASBEE-UD). Technical Manual 2014 Edition. [http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/toolsE\\_urban.htm](http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/toolsE_urban.htm)
- Komeily, A., & Srinivasan, R. S. (2015). A need for balanced approach to neighborhood sustainability assessments: a critical review and analysis. *Sustainable Cities and Society*, 18, 32-43.
- Leite, C., & Awad, J. C. M. (2012). *Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano*. Porto Alegre: Bookman.
- Lützkendorf, T., & Balouktsi, M. (2017). Assessing a Sustainable Urban Development: Typology of Indicators and Sources of Information. *Procedia Environmental Sciences*, 38, 546-553.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (1993). OECD core set of indicators for environmental performance reviews. Paris (FR): Organisation for economic co-operation and development.
- Pfahl, S. (2005). Institutional sustainability. *International Journal of Sustainable Development*, 8(1), 80-96.
- Reith, A., & Orova, M. (2015). Do green neighbourhood ratings cover sustainability? *Ecological Indicators*, 48, 660-672.
- Rohe, W. M. (2009). From local to global: One hundred years of neighborhood planning. *Journal of the American Planning Association*, 75(2), 209-230.
- Sharifi, A., & Murayama, A. (2013). A critical review of seven selected neighborhood sustainability assessment tools. *Environmental Impact Assessment Review*, 38, 73-87.

- Sharifi, A., & Murayama, A. (2014). Neighbourhood sustainability assessment in action: cross-evaluation of three assessment systems and their cases from the US, the UK, and Japan. *Building and Environment*, 72, 243-258.
- Siche, R., Agostinho, F., Ortega, E., & Romero, A. (2007). Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. *Ambiente & Sociedade*, 10(2), 137-148.
- Shirazi, M. R., & Keivani, R. (2021). Social Sustainability of Compact Neighbourhoods Evidence from London and Berlin. *Sustainability*, 13(4), 2340.
- Tam, V. W. Y., Karimipour, H., Le, K. N., & Wang, J. (2018). Green neighbourhood: review on the international assessment systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 689-699.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs [UNEP]. (2012). Sustainable, Resource Efficient Cities – Making it happen! Nairobi: United Nations Environment Programme.
- United Nations Human Settlements Programme [Un-Habitat]. (2010). Planning Sustainable Cities. UN-HABITAT practices and perspective. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme.
- United Nations Human Settlements Programme [Un-Habitat]. (2014). A new strategy of sustainable neighbourhood planning: Five Principles. Discussion Note 3. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme. 2014.
- United Nations. (1992). Agenda 21. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>
- United Nation. (2014). 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. <https://digitallibrary.un.org/record/1290360#record-files-collapse-header>.
- United Nations. (2016). Resolution 71/256 - New Urban Agenda. [http://www.un.org/en/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/71/256](http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/71/256).
- United Nations. (2017). No Poverty. [https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2017/06/Documento-Tem%C3%A1tico-ODS-1-Eradica%C3%A7%C3%A3o-da-Pobreza\\_11junho2017.pdf](https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2017/06/Documento-Tem%C3%A1tico-ODS-1-Eradica%C3%A7%C3%A3o-da-Pobreza_11junho2017.pdf).
- U.S. Green Building Council [USGBC]. (2014). LEED 2009 for Neighborhood Development Rating System Created by the Congress for the New Urbanism, Updated July 2014, p. 1-149. [https://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%202009%20RS\\_ND\\_07.01.14\\_current%20version.pdf](https://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%202009%20RS_ND_07.01.14_current%20version.pdf).
- U.S. Green Building Council [USGBC]. (2019). LEED v4 for Neighborhood Development Addenda. <https://www.usgbc.org/resources/leed-v4-neighborhood-development-current-version>.
- Yildiz, S., Yilmaz, M., Kivrak, S., & Gültekin, A. B. (2016). Neighbourhood sustainability assessment tools and a comparative analysis of five different assessment tools. *Planlama*, 26 (2), 93-100.

Yoon, J., & Park, J. (2015). Comparative analysis of material criteria in neighbourhood sustainability assessment tools and urban design guidelines: cases of the UK, the US, Japan and Korea. *Sustainability*, 7(11), 14450-14487.

Wangel, J., Wallhagen, M., Malmqvist, T., & Finnveden, G. (2016). Certification systems for sustainable neighbourhoods: what do they really certify? *Environmental Impact Assessment Review*, 56, 200-213.

Wu, J. & Wu, T. (2012). *Sustainability indicators and indices*. (Madu, C. N.; Kuei C. ed.), Handbook of sustainable management. London: Imperial College Press, pp. 65-86.

2030 Districts. (2015). Establishing 2030 Districts & Organizational Structures. <http://www.2030districts.org/resources/establishing-new-districts-and-organizational-structures>.

2030 Districts. (2016). The 2030 Districts network. <http://www.2030districts.org/about-network>.

#### COMO CITAR ESTE ARTIGO:

Martins, M. S., Kalil, R. M. L., & Rosa, F. D. (2022). FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DE BAIRRO: ABORDAGEM COMPARATIVA. *Holos*, 5(38). Recuperado de <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/10618>

#### SOBRE OS AUTORES

##### M. S. MARTINS

Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Passo Fundo (2001). Especialização em Gestão Urbana e Desenvolvimento Municipal pela Universidade de Passo Fundo (2008). Mestre (2009) e Doutora em Engenharia pela Universidade de Passo Fundo (2021). Tem experiência na área de Arquitetura Inclusiva, Habitação de Interesse Social, Arquitetura Escolar, Planejamento urbano e regional, Sustentabilidade de bairro, Projeto de Arquitetura e Urbanismo, Indicadores de sustentabilidade urbana, Avaliação de sustentabilidade. E-mail: [arqmarcelesalles@gmail.com](mailto:arqmarcelesalles@gmail.com)  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6211-9539>

##### R. M. L. KALIL

Tem graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1978), graduação em Ciências Econômicas pela Universidade de Passo Fundo (1993), mestrado em Engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1983) e doutorado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (2001). Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em Planejamento e Projetos da Edificação, e em Planejamento Urbano e Regional. E-mail: [kalil@upf.br](mailto:kalil@upf.br)  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5634-211X>

**F. D. ROSA**

Possui graduação em Engenharia Civil (2004) pela Universidade de Passo Fundo, Mestre (2006) e Doutor (2009) em Engenharia Civil com ênfase em Geotecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Em 2010 realizou Pós-doutorado junto Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: dallarosa@upf.br  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6902-1430>

**Editor(a) Responsável:** Miler Franco D'anjour

**Pareceristas *Ad Hoc*:** Amilcar José Bogo e Eloir Trindade Vasques Vieira



**Recibido 29 de junho de 2020**

**Aceito: 22 de dezembro de 2021**

**Publicado: 28 de dezembro de 2022**