



Ferramenta analítica para avaliação de sustentabilidade de bairros (NSA-BR): uma proposta de padronização de dados para o contexto brasileiro

Analytical tool for assessing sustainability of neighborhoods (NSA-BR): a proposal for standardizing data for the brazilian context

Herramienta analítica para la evaluación de la sostenibilidad barrial (NSA-BR): una propuesta de estandarización de datos para el contexto brasileño

DOI: 10.55905/revconv.18n.2-137

Originals received: 1/10/2025

Acceptance for publication: 1/31/2025

Roberto Tadeu Chimanski

Mestrando em Engenharia Civil

Instituição: Universidade Federal do Paraná

Endereço: Curitiba – Paraná, Brasil

E-mail: rtchimanski@gmail.com

Marcell Mariano Corrêa Maceno

Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental

Instituição: Universidade Federal do Paraná

Endereço: Curitiba – Paraná, Brasil

E-mail: marcell.maceno@ufpr.br

Shauhrat Singh Chopra

Doutor em Engenharia Civil e Ambiental

Instituição: City University of Hong Kong

Endereço: Hong Kong, China

E-mail: sschopra@cityu.edu.hk

RESUMO

O objetivo deste trabalho é propor uma Ferramenta Analítica (FA) para a Avaliação de Sustentabilidade em Bairros (NSA) contemplando o contexto de dados brasileiros. Com o auxílio de 5 FA internacionais de avaliação e apoiada na literatura, este trabalho busca solucionar a padronização de dados disponíveis para análises no Brasil. Os conceitos dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e o Modelo dos Cinco Capitais (MCC) são utilizados para classificar os indicadores de sustentabilidade. Resultando na avaliação das desigualdades espaciais por mapas de calor com Sistemas de Informação Geográfica (SIG). A FA desenvolvida é chamada de NSA-BR, relacionando 35 indicadores pré-selecionados, divididos em 5 categorias de análise classificadas como o estoque de capitais necessários para o desenvolvimento. Os dados utilizados são com base em informações censitárias, governamentais e de monitoramento, convertendo em uma análise visual de mapa de calor sobre os progressos e vulnerabilidades no bairro em análise. A ferramenta desenvolvida é aplicada em um estudo de caso em um bairro no Brasil. Os resultados da análise demonstram um razoável equilíbrio entre os Capitais Financeiro,



Manufaturado e Humano, as características econômicas da população do bairro favorecem o desenvolvimento local, entretanto o Capital Natural e o Social demonstram um desempenho a ser aprimorado. A ferramenta apresentada é compatível com os dados disponíveis em todo território brasileiro, auxiliando a tomada de decisão baseada em dados. A NSA-BR pode ser utilizada tanto por atores governamentais, como por líderes locais e a academia para embasar a sustentabilidade em bairros.

Palavras-chave: NSA, avaliação de bairros, ferramenta analítica, padronização.

ABSTRACT

The objective of this work is to propose an Analytical Tool (AT) for the Neighbourhood Sustainability Assessment (NSA) considering the context of Brazilian data. With the help of 5 international assessment ATs and supported by the literature, this work seeks to solve the standardization of data available for analysis in Brazil. The concepts of the Sustainable Development Goals (SDGs) and the Five Capitals Model (CCM) are used to classify the sustainability indicators. Resulting in the evaluation of spatial inequalities by heat maps with Geographic Information Systems (GIS). The developed AT is called NSA-BR, listing 35 pre-selected indicators, divided into 5 analysis categories classified as the stock of capital needed for development. The data used is based on census, government and monitoring information, converting into a visual heat map analysis of progress and vulnerabilities in the neighborhood under analysis. The tool developed is applied to a case study in a neighborhood in Brazil. The results of the analysis demonstrate a reasonable balance between Financial, Manufactured and Human Capital, the economic characteristics of the population in the neighborhood favor local development, however Natural and Social Capital demonstrate a performance to be improved. The tool presented is compatible with data available throughout the Brazilian territory, aiding decision-making based on data. The NSA-BR can be used by both government actors, local leaders and academia to support sustainability in neighborhoods.

Keywords: NSA, neighborhood assessment, analytical tool, standardization.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es proponer una Herramienta Analítica (FA) para la Evaluación de la Sostenibilidad de Barrios (ANS) considerando el contexto de los datos brasileños. Con la ayuda de 5 AF de evaluación internacional y apoyado en la literatura, este trabajo busca resolver la estandarización de los datos disponibles para análisis en Brasil. Para clasificar los indicadores de sostenibilidad se utilizan los conceptos de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y Modelo de los Cinco Capitales (MCC). Dando como resultado la evaluación de desigualdades espaciales mediante mapas de calor con Sistemas de Información Geográfica (SIG). El FA desarrollado se denomina NSA-BR y enumera 35 indicadores preseleccionados, divididos en 5 categorías de análisis clasificadas como stock de capital necesario para el desarrollo. Los datos utilizados se basan en información censal, gubernamental y de monitoreo, convirtiéndolos en un mapa de calor visual que analiza el progreso y las vulnerabilidades del barrio bajo análisis. La herramienta desarrollada se aplica en un estudio de caso en un barrio de Brasil. Los resultados del análisis demuestran un equilibrio razonable entre Capital Financiero, Industrial y Humano. Las características económicas de la población del barrio favorecen el desarrollo local, sin embargo el Capital Natural y Social demuestran un desempeño que necesita mejorar. La herramienta presentada es compatible con datos disponibles en todo Brasil, lo que ayuda a la toma de



decisiones basada en datos. La NSA-BR puede ser utilizada por actores gubernamentales, líderes locales y académicos para apoyar la sostenibilidad en los vecindarios.

Palabras clave: NSA, evaluación de barrios, herramienta analítica, normalización.

1 INTRODUÇÃO

Em 1950 mais de dois terços da população mundial residia nas áreas rurais. Em apenas 6 décadas o planeta passou por uma transformação na ocupação de solo, atingindo em 2007 a marca de mais da metade da população mundial vivendo em cidades (ONU, 2019). As estimativas apontam que nos próximos 30 anos essa proporção aumentará para dois terços da população mundial vivendo em áreas urbanas (ONU, 2016).

O aumento da população nas cidades causou problemas na evolução do espaço urbano tanto nos países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento (WCED, 1987). A grande questão é a demanda por recursos naturais em um planeta que tem recursos finitos (WCED, 1987). Como uma alternativa para a humanidade é apresentado o desenvolvimento sustentável, que visa encontrar um equilíbrio entre o meio ambiente, a economia e a sociedade (Rauli, 2007).

O desenvolvimento das cidades é um fator chave para atingir a sustentabilidade. A sustentabilidade é apresentada como a composição de uma série de fatores e critérios integrados, no entanto como apresentado por Rauli (2007, p.76) “o desafio é medir a evolução desses critérios, de acordo com preceitos aceitáveis e com metodologia reconhecida”.

Um método mais comum de avaliar a sustentabilidade no contexto urbano é através da avaliação de sustentabilidade por edifícios, porém segundo Berardi (2011) tendências apontam o reconhecimento que a análise de um edifício sozinho não é o suficiente para determinar a sustentabilidade.

Segundo Sharifi e Murayama (2014) uma análise em nível de bairro ou vizinhança é a escala mínima para avaliar o desenvolvimento sustentável de forma mais assertiva. Os bairros podem ser considerados blocos de construção para uma cidade, logo podemos caminhar para atingir a sustentabilidade na cidade ao desenvolver sustentavelmente os bairros que a compõe.

Neste contexto o problema de pesquisa é definido: Como avaliar a sustentabilidade de bairros considerando o contexto de dados existentes no Brasil?



A presente pesquisa explora os conceitos das ferramentas de Análise de Sustentabilidade de Vizinhança chamadas de NSA (*Neighbourhood Sustainability Assessment*). E propõe uma Ferramenta Analítica (FA) para avaliação de bairros chamada de NSA-BR.

O termo “analítico” é utilizado para definir enquadramento da avaliação e diferenciar das Ferramentas de Certificação Ambiental (FCA), que não são o foco deste trabalho. Segundo Finnveden e Moberg (2005) as ferramentas analíticas podem ser usadas quando o objetivo da análise são os aspectos técnicos da avaliação de uma região. Focando no processamento e obtenção de dados, não somente nos procedimentos para a análise.

A ferramenta apresenta em sua estrutura o embasamento do já consagrado Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU) e o Modelo dos Cinco Capitais (MCC) proposto pelo Forum for the Future (2018). E utiliza dados censitários, governamentais e geográficos para mapear os pontos de desenvolvimento em um bairro urbano.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As ferramentas NSA visam facilitar a tomada de decisão com base em dados com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável (Sharifi, Murayama, 2013). As ferramentas NSA também podem ser chamadas de diversos outros nomes com pequenas variações como, ferramenta de avaliação da sustentabilidade do distrito, ferramenta de classificação de sustentabilidade do bairro, ferramenta de classificação da comunidade sustentável e ainda de ferramenta de análise de desenvolvimento sustentável em vizinhança.

Em termos gerais uma ferramenta NSA avalia e classifica o desempenho de um determinado bairro em relação a um conjunto de critérios, temas e indicadores para avaliar a posição no caminho para a sustentabilidade e especificar o sucesso já conquistado em relação as metas de sustentabilidade.

Logo é demonstrado a importância da escolha da ferramenta NSA e dos critérios que são avaliados através dos indicadores. Para Moroke; Schoeman, & Schoeman (2019) medir a sustentabilidade dos bairros, é necessário integrar estratégias multidimensionais. Atendendo as características de sustentabilidade espacial/ambiental, econômica, social, governança e física.



Assim como a construção de sistemas de avaliação apresenta novas oportunidades para os planejadores impactarem o ambiente construído e ajudarem a cumprir as metas de sustentabilidade (Retzlaff, 2008).

A literatura demonstra que o uso de FA, que usa métodos matemáticos/equacionamento para obtenção dos resultados. São uma alternativa para evitar o uso das FCA voltadas para a certificação ambiental.

Um exemplo de FA é a desenvolvida por Subramanian *et al.* (2020) que utiliza de dados censitários, geográficos e de monitoramento para mapear o desenvolvimento sustentável nos bairros comparando o alinhamento com os ODS e MCC, resultando em mapas visuais do desenvolvimento do bairro.

3 METODOLOGIA

3.1 DEFINIÇÃO DE FERRAMENTA BASE DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE EM BAIRROS

O Quadro 1 demonstra o estado da arte para ferramentas analíticas NSA, com o funcionamento similar do modelo FA de Subramanian *et al.* (2020) escolhido como base para este trabalho. O presente modelo base foi definido em virtude da pesquisa bibliográfica de estado da arte de ferramentas analíticas NSA, realizada por Chimanski; Maceno e Chopra (2021). Entre as ferramentas apresentadas, foi escolhida com base na complexidade da análise, fundamentação teórica abrangendo os ODS e o MCC, do método de cálculo dos indicadores, e do formato de representar os resultados graficamente facilitando a compreensão de tal análise.

Quadro 1 - Comparação De Ferramentas Analíticas Nsa

Autores	Subramanian <i>et al.</i> (2020)	Balaras <i>et al.</i> (2020)	Buzási; Jäger, (2020)	Moro; Schoeman, & Schoeman (2019)	Zheng <i>et al.</i> (2017)
Base teórica	Ferramenta geoespacial NSA baseada no ODS e no MCC	Diagnóstico de projetos transnacionais da UE e sistemas de avaliação pública	Lite	Li	Literatura e revisão de especialistas



Categoria e indicadores	5 categorias e 26 indicadores	Es cada de edificio: 7 categorias e 153 indicadores; escala de vizinhança 7 categorias e 178 indicadores;	3 categorias e 30 indicadores	10 categorias e 31 indicadores	5 categorias e 27 indicadores
Seleção de indicadores	Lista de indicadores	Lista de indicadores pré-selecionados	Lista de indicadores	Lista de indicadores	Lista de indicadores
Fonte de dados	Dados de censo, dados de monitoramento e dados espaciais são os três principais tipos de dados necessários	Dados governamentais, documentos técnicos, censo e dados de monitoramento	Dados governamentais, documentos técnicos	Li teratura	Dados espaciais e fontes governamentais
Método de cálculo	Cálculos matemáticos e normalização de 0 a 1	Os dados do indicador são normalizados de -1 a +5	Os dados são coletados e organizados pelo método de ponderação guilford para classificar resultados	Cálculos matemáticos e inferências estatísticas, resultando em uma classificação de 1 a 5	Cálculos matemáticos e normalização
Método de resultados	GIS, mapa de calor	Estrutura de desempenho de sustentabilidade	Mapeamento gráfico	Estrutura de desempenho de sustentabilidade	Matriz de tomada de decisão

Fonte: Adaptado de Chimanski; Maceno e Chopra (2021)

As ferramentas apresentadas denotam a complexidade e a variabilidade das estruturas de avaliação. Entretanto todas se caracterizam por uma quantidade de categorias de avaliação que são medidas através de indicadores numéricos, com dados obtidos em diferentes fontes governamentais ou de medição in loco.

Ainda, o estudo apresenta 4 ferramentas com estrutura similar a ferramenta base. As ferramentas encontradas foram as de Balaras *et al.* (2020), Buzási e Jäger (2020), Moroke; Schoeman, & Schoeman (2019) e Zheng *et al.* (2017).

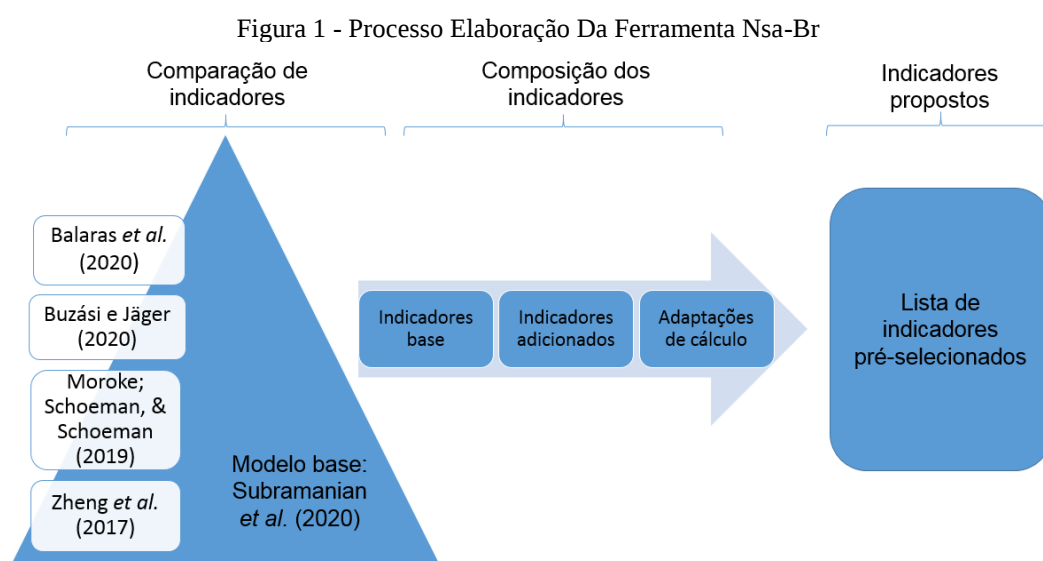
Para o aprimoramento do modelo base deste trabalho, foi realizada uma comparação entre os indicadores utilizados pelas ferramentas já citadas e a FA base e que tem são fundamentados pela revisão bibliográfica deste trabalho. Após a inclusão dos indicadores relevantes das outras ferramentas, através do processo de planilhamento, será apresentada uma lista de indicadores



pré-selecionados que o usuário da ferramenta NSA-BR poderá escolher conforme a disponibilidade de dados para a área em estudo.

3.2 ADAPTAÇÃO DO MODELO

O processo para o aprimoramento do modelo de FA base para propor a ferramenta NSA-BR, é destacado na Figura 1, contemplando as seguintes etapas.



Fonte: O autor (2021)

Primeiro os indicadores de Subramanian *et al.* (2020) foram comparados com os indicadores das outras ferramentas, em busca de similaridades e validação dos indicadores apresentados. Visto que as ferramentas foram desenvolvidas em diferentes contextos e a similaridade entre elas reforça a validade dos temas avaliados pelos indicadores (Quadro 2).

Quadro 2 - Similaridades De Indicadores Entre As Ferramentas

Subramanian <i>et al.</i> (2020)	Balaras <i>et al.</i> (2020)	Buzási e Jäger (2020)	Moroke; Schoeman, & Schoeman (2019)	Zheng <i>et al.</i> (2017)
Indicadores base	Indicadores similares			
Proximidade dos parques e reservas naturais mais próximos (Biodiversidade)	x	x	X	-
Proximidade com o litoral	-	-	-	x
Densidade de autoestrada (qualidade do ar)	x	x	-	x
Proximidade de pontos de reciclagem de resíduos sólidos	x	x	-	x
Qualidade da água da tubulação	x	-	-	x



Proporção de área verde	x	x	X	x
Poluição sonora	x	x	-	-
Qualidade da água do ponto de monitoramento de água mais próximo	x	-	-	x
Taxa de educação pós-secundária	-	x	-	x
Pontuação escolar envolvendo distância e qualidade	-	-	X	x
Pontuação de serviço de saúde envolvendo distância e qualidade	-	-	X	x
Proporção entre os jovens e os primeiros de vida	-	x	X	x
Diversificação ocupacional	-	-	X	x
Proximidade de serviços financeiros	-	-	X	-
Proximidade de mercados e supermercados licenciados	-	-	X	-
Proximidade de paradas / estações de transporte público	x	x	X	x
Renda mediana individual / familiar	-	x	-	x
Consumo de energia pela população vezes a renda	x	x	-	x
Taxa de propriedade de casa	-	x	-	-
Número médio de quartos por pessoa	-	-	-	-
Taxa de despesas / receitas da casa	-	-	X	-
Estados de imigração	-	x	-	-
Taxa de emprego feminino / masculino	-	x	-	x
Taxa de desemprego	x	x	-	-
Proximidade da cena do crime	-	x	X	-
Proximidade do escritório do conselheiro mais próximo	-	-	X	x

(x) contém indicador similar; (-) não contém indicador similar.

Fonte: O autor (2021)

Em seguida o processo de composição dos indicadores, foi realizado busca minuciosa nos indicadores das ferramentas Balaras *et al.* (2020), Buzási e Jäger, (2020) e Zheng *et al.* (2017) com o intuito de preencher lacunas de indicadores que Subramanian *et al.* (2020) não contempla, mas que seriam interessantes para analisar o contexto brasileiro. Como resultado é apresentado o Quadro 3, mostrando os indicadores já categorizados seguindo os preceitos do MCC.

Quadro 3 - Indicadores Agregados Das Ferramentas

Indicador	Descrição	Fonte
Capital Natural		
Reutilização de água da chuva em edifícios residenciais	Parcela da água da chuva coletada de telhados de edifícios residenciais, que é utilizada como água cinza (%) $\frac{\text{Vol.de água da chuva coletada} \times 100}{\text{Volume de demanda de água cinza}}$	Balaras <i>et al.</i> (2020)
Reutilização de água da chuva em edifícios não residenciais	Parcela da água da chuva coletada de telhados de edifícios não residenciais, que é utilizada como água cinza. (%)	Balaras <i>et al.</i> (2020)



	$\frac{\text{Vol. água da chuva coletada em ed. não resid.} \cdot 100}{\text{Volume de demanda de água cinza}}$	
Jardins comunitários	A presença de jardins comunitários no bairro é expressa na unidade de medida: n. de jardins/km ²	Buzási e Jäger (2020)
Capital Manufaturado		
Proporção de negócios encerrados e recém-registrados	$\frac{\text{Avalia o desenvolvimento econômico do bairro.}}{\frac{\text{n}^\circ \text{ negócios encerrados}}{\text{n}^\circ \text{ negócios recém – registrados}}}$	Buzási e Jäger (2020)
Densidade de pequenas empresas com características locais	$\frac{\text{É demonstrado a quantidade de comércios locais para cada área estudada.}}{\frac{\text{n}^\circ \text{ negócios locais}}{\text{unidade de análise}}}$	Zheng et al. (2017)
Capital Social		
Densidade residencial	Busca avaliar a densidade populacional por área. Unidade de medida: Pessoas / hectare	Balaras et al. (2020)
Vulnerabilidade de inundação	Escala de risco de inundação na região. De acordo com mapeamento prévio.	Buzási e Jäger (2020)
Proporção de local de caminhada e ciclovias	Cobrimento de local para caminhada / ciclovias. Unidade de medida: km/km	Buzási e Jäger (2020)
Taxa de nascidos vivos e mortalidade	$\frac{\text{n}^\circ \text{ de obitos neonatais}}{\text{n}^\circ \text{ natos vivos}}$ (Adaptado)	Buzási e Jäger (2020)

Fonte: O autor (2021)

O próximo passo foi a revisão quanto ao processo de cálculo dos indicadores, para a adaptação a disponibilidade de dados Brasileira, demonstrados no Quadro 4.

Quadro 4 - Adaptações De Cálculo De Indicadores

Indicador	Indicador original	Fonte	Descrição	Justificativa
Qualidade da água da tubulação		Subramanian et al. (2020)	$\frac{\text{n. domicílios abast. água público}}{\text{total da domicílios}}$	O indicador aponta as regiões com carência de abastecimento de água pública.
Índice de alfabetização	Índice de alfabetização pós-secundária	Subramanian et al. (2020)	$\frac{\text{total da população alfabetizadas}}{\text{total da população}}$	O índice de alfabetização determina o perfil social da comunidade
Diversificação ocupacional		Subramanian et al. (2020)	Desvio padrão entre as 10 faixas de rendimento per capita dos moradores: até 1/8 salário mínimo; de 1/8 a 1/4 salário mínimo; de 1/4 a 1/2 salário mínimo; de 1/2 a 1 salário mínimo; de 1 a 2 salários mínimos; de 2 a 3 salários	Este indicador visa analisar a segregação da população em função das profissões.



			mínimos; de 3 a 5 salá- rios mínimos; de 5 a 10 salá- rios mínimos; mais de 10 salá- rios mínimos	
R renda mediana individual / familiar		S Subramanian <i>et al.</i> (2020)	O método de cálculo passa a ser: $\frac{\text{Renda principal}}{\text{Renda familiar}}$	Aderência a disponibilidade de dados.
D densidade residencial	úmero médio de quartos por pessoa	S Subramanian <i>et al.</i> (2020)	$\frac{\text{n}^\circ \text{ de moradores}}{\text{n}^\circ \text{ de domicílios}}$	Com o objetivo de verificar a densidade de moradores por residência

Fonte: O autor (2021)

3.3 DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO DE CASO, COLETA DE DADOS E INTERPRETAÇÃO RESULTADOS

O estudo de caso tem como objetivo aplicar a ferramenta NSA-BR em um bairro real, o local escolhido é localizado na cidade de Curitiba – Brasil. A escolha do presente bairro foi determinada pela facilidade em acesso para a coleta de dados *in loco*.

O bairro em análise é subdividido em zonas menores para quantificar as informações. Esta divisão em zonas segue a classificação dos setores censitários do censo populacional de 2010 do IBGE, devido a organização de dados territorial.

As fontes de dados utilizadas foram os resultados do censo populacional de 2010 - IBGE, dados de geoprocessamento provenientes de plataformas online como OpenStreetMap e GoogleMaps, dados fornecidos pelo instituto de planejamento urbano de Curitiba e dados da literatura técnica. Os maiores desafios na aplicação de ferramentas de avaliação de bairros são a disponibilidade de dados (Subramanian *et al.* 2020) e a manipulação de dados (Moroke, Schoeman, Schoeman, 2019), logo como ressaltado por Zheng et al. (2017) por consequência das limitações da disponibilidade de dados para determinados indicadores, alternativas devem ser exploradas, as quais podem ser incluídas no processo de tomada de decisão. Com o respaldo da literatura, os dados foram coletados conforme a disponibilidade temporal, não convergindo dados de anos diferentes no mesmo indicador. A principal fonte de dados é de 2010 referentes aos resultados do censo demográfico, os dados retirados de fontes de geoprocessamento são de 2019. Logo, o espaço temporal da coleta de dados é de outubro de 2020 e fevereiro de 2021.



Para a realização da leitura do indicador é necessária aplicação dos dados nas equações numéricas do respectivo indicador. Os dados podem ser apresentados em planilhas como os do IBGE, ou coletados pela medição de distâncias em mapas pelo GoogleMaps ou OpenStreetMap.

3.4 CÁLCULO DOS INDICADORES, REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E ANÁLISE FINAL DA PROPOSTA DE FERRAMENTA NSA PARA BAIROS NO CONTEXTO BRASILEIRO

O cálculo dos indicadores é realizado com base nas equações numéricas apresentadas no próximo capítulo. A representação dos resultados é realizada no formato de mapa de calor, auxiliada por um programa GIS. O resultado individual de cada indicador é normalizado pela técnica do Máximo e Mínimo que se demonstrou de maior recorrência entre as ferramentas analíticas na pesquisa de Chimanski; Maceno e Chopra (2021). Os valores são normalizados para se ajustarem no intervalo de 0 a 1 e atribuídos ao centroide de cada zona do bairro em um arquivo *shapefile*, onde posteriormente será utilizado para a geração do mapa de calor.

O mapa de calor é gerado como resultado individual de cada indicador, apresentando todos os valores de todas as zonas que compõe o bairro. Atribuindo as regiões com melhor desempenho a cor verde e as com desempenho inferior a cor vermelha. A proximidade dos pontos referentes aos centroides de cada zona pode causar deformações na leitura do mapa, devido a interpolação dos resultados calculada automaticamente pelo software.

A interpretação dos resultados é realizada pela análise das cores de maneira intuitiva, a escala visual de desempenho proporciona fácil interpretação para os diferentes agentes tomadores de decisão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como objeto do estudo de caso, foi escolhido o bairro Jardim das Américas na cidade de Curitiba-PR. Onde foi aplicada a ferramenta NSA-BR apresentada no capítulo anterior.

O bairro em estudo foi dividido em 21 zonas que delimitam a região de influência dos indicadores avaliados (Figura 3). Para a divisão das zonas foram adotados os mesmos parâmetros utilizados como setores censitários pelo IBGE na realização do censo populacional de 2010.



Para a avaliação das áreas de influência das zonas, todas as medidas de distâncias foram coletadas partindo do centro geométrico de cada zona. Sendo considerado área de influência localidades com distância de até 2km percorridos, incluindo pontos de referências nas intermediações do bairro. Considerando que o morador não está limitado a utilizar os serviços presentes exclusivamente dentro dos limites do bairro Jardim das Américas.

A coleta de dados foi realizada em função dos procedimentos de levantamento bibliográfico, documental e de monitoramento. As principais fontes de dados são de pesquisas censitárias do IBGE, dados de monitoramento do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC) e dados de mapeamento geográfico de plataformas online.

Os indicadores são selecionados de acordo com a disponibilidade de dados no local onde se pretende avaliar. Inicialmente é consultado os dados necessários para o cálculo de cada indicador e verificado a disponibilidade e o acesso. Somente são selecionados os indicadores que forem possíveis a utilização.

O método de cálculo dos indicadores está apresentado no capítulo 4. Logo é descrito neste tópico o conjunto de fonte de dados utilizada para selecionar e calcular cada indicador e o ano do dado colhido (Apêndice 2). Devido a limitação na disponibilidade de dados, fontes de diferentes anos foram utilizadas, levando em consideração que dados de espaços temporais distinto não foram utilizados em um mesmo indicador. Com exceção de dados retirados de mapas, como a localização de parques. Os indicadores que apresentavam fontes de dados seguras, foram escolhidos para a geração dos resultados.

Após o cálculo dos indicadores, os resultados são normalizados. Conforme a metodologia de cálculo apresentada no capítulo 4.

O Quadro 6 demonstra o processo de sintetização dos resultados para a Zona 1, contemplando os resultados para todos os indicadores selecionados pelo critério de disponibilidade de dados.

Todas as outras zonas passam por esse mesmo processo, uniformizando os resultados encontrados para cada indicador.

Com o intuito de avaliar o desenvolvimento sustentável no bairro, os valores normalizados são utilizados para plotar os mapas de calor para cada um dos indicadores.

Nos mapas de calor, as áreas em verde mais escuro representam os melhores resultados dos indicadores avaliados e as áreas com vermelho mais intenso, destacam os piores resultados



encontrados para o bairro. A distinção entre o desempenho dos indicadores avaliados, podem ser observados nos mapas detalhadamente nos próximos tópicos.

A proximidade dos parques e reservas naturais mais próximos (biodiversidade): Embora a cidade de Curitiba seja uma metrópole com densamente urbanizada, a cidade dispõe de uma grande variedade de parques e reservas naturais. É observado que na parte de cima do bairro apresenta uma grande área verde, pelo bairro ser confrontante com a reserva natural do Jardim Botânico de Curitiba. A facilidade de acesso dos moradores possibilita o contato mais próximo com a biodiversidade.

Proximidade até a costa/litoral: A cidade de Curitiba está localizada aproximadamente 80 km da costa, a descrição do indicador argumenta que a proximidade aos recursos naturais como rios e ao litoral são um ponto positivo para o acesso a biodiversidade.

Densidade da autoestrada (qualidade do ar): As regiões do mapa em vermelho apresentam uma maior parcela de cobrimento de área com ruas, geograficamente essas zonas concentram uma série de ruas principais no sistema viário da cidade de Curitiba.

Proximidade de pontos de reciclagem de resíduos sólidos: Apesar das áreas vermelhas no mapa, o bairro em sua totalidade é abastecido com coleta de lixo reciclável. Nos piores casos o morador tem um ponto de coleta a no máximo 5 minutos andando de sua residência.

Qualidade da água da tubulação: O bairro em quase sua totalidade é servido pelo sistema. Porém na zona número 2 foi encontrado alguns domicílios que não estão sendo abastecidos de água pelo sistema público.

Relação de área verde: São poucas as zonas que apresentam espaços que se configuram como áreas verdes. O mapa ilustra a presença desses espaços nas regiões do interior do bairro. Enquanto nas extremidades é apresentada uma carência de áreas verdes.

Qualidade da água do ponto de monitoramento de água mais próximo: Pela disponibilidade de somente um ponto, o fator do peso do IQA no cálculo do indicador acabou ficando constante entre todas as zonas, variado somente os dados com relação à distância. Logo as zonas mais distantes do ponto de monitoramento apresentaram resultados inferiores no indicador.

Em seguida serão apresentados os resultados do cálculo dos indicadores referentes a

Índice de alfabetização: O indicador demonstra possíveis regiões do bairro em vulnerabilidade social, correlacionando o fator educação.



Diversificação ocupacional: Com o objetivo de verificar a homogeneidade do perfil socioeconômico da população do bairro, o indicador realiza o desvio padrão entre as 8 faixas de recebimento salarial. O desvio padrão representa a distância do valor salarial médio, para esse caso, as áreas em melhor representam o melhor desempenho por apresentarem o menor desvio padrão. Enquanto as áreas em verde mostram uma alta diferença de recebimentos perante o valor médio.

Razão entre jovens e idosos: No geral pode se dizer que o bairro é predominantemente “jovem”, com algumas zonas se destacando na proporção.

Pontuação escolar envolvendo distância e qualidade: São apresentados três subindicadores referentes ao Jardim de Infância, Escolas Primárias, Escolas Secundárias e a média final que é o resultado da junção dos subindicadores. As instituições analisadas são públicas e privadas. Quanto a pontuação das instituições de ensino, foi considerado somente pontuação variável para as escolas de ensino secundário, utilizando as notas do Exame Nacional do Ensino Médio para caracterizar o peso de cada uma, nos outros níveis de ensino foi considerado peso 1. A disponibilidade de instituições de ensino no bairro é favorável, vale a ressaltar que é considerado para o cálculo todas as instituições que estejam a uma distância de até 20 minutos andando contando do centroide de cada zona em análise, essa avaliação considerou as instituições que estão dentro e fora do bairro desde que respeitem essa limitação dos 20 minutos de distância.

Pontuação do serviço de saúde envolvendo distância e qualidade: A análise é realizada relacionando a oferta e qualidade dos locais de atendimento. Na figura é demonstrado os resultados dos subindicadores voltados aos Postos de Saúde e os Hospitais. A média entre os subindicadores é apresentada como o indicador final. É possível observar que há uma oferta maior de Postos de Saúde nas regiões mais abaixo da imagem, esse fato é decorrente dos postos nas imediações do bairro. Quanto aos hospitais, a área em verde mais escuro está em uma região privilegiada de fácil acesso a diferentes hospitais. O indicador final é composto analisando de forma conjunta o acesso aos postos de saúde, hospitais e clínicas, sendo demonstrado no mapa que maior parte do bairro apresenta um bom desempenho para esse indicador.

Proximidade de serviços financeiros: O mapa mostra que todas as zonas do bairro estão bem servidas de instalações financeiras. O fácil acesso a bancos e caixas eletrônicos demonstra a atividade econômica no bairro.



Proximidade de mercados molhados e supermercados licenciados: O bairro é concentra uma variedade de comércios alimentícios. Pode-se dizer que mesmo as zonas que não estão representadas em verde, estão a poucos minutos de um estabelecimento comercial.

Proximidade de paradas / estações de transporte público: Os ônibus integrados apresentam uma presença maior de locais de parada na parte superior do mapa, enquanto que os ônibus não integrados circulam e realizam paradas em praticamente todas as zonas do bairro. Por fim, a média dos subindicadores demonstra que a parte superior do mapa está melhor abastecida de opções de transporte público, enquanto na parte de baixo está limitada a utilização dos ônibus que não fazem parte do sistema integrado.

Renda individual / familiar média: Analisa qual é o peso da renda principal da família em comparação com a renda familiar total. Nas regiões em verde a renda principal tem maior peso sobre a renda familiar do que nas regiões em vermelho.

Consumo de energia por população vezes a renda: O consumo de energia está diretamente relacionado com o poder aquisitivo das pessoas. As áreas centrais e mais a baixo do bairro demonstram uma população com maior poder aquisitivo, conseqüentemente é observado um maior consumo de energia elétrica.

Taxa de propriedade da casa: O indicador analisa a proporção entre os moradores que são proprietários das residências em que vivem. De um modo geral, o bairro apresenta uma proporção razoável de imóveis quitados.

Média do número de moradores por domicílio: As áreas em verde demonstram uma maior quantidade média de moradores por residência. É observado que existe uma concentração maior de residências com mais moradores na parte de baixo do mapa.

Taxa de emprego feminino / masculino: O cálculo deste indicador utiliza dos dados de residências onde o responsável pela renda principal é do sexo feminino em comparação com o número de residências em quem o responsável pela renda principal é do sexo masculino.

Taxa de desemprego: Em vermelho pode ser observado as regiões onde tinha uma concentração de pessoas responsável pela renda principal da residência desempregadas. O mapa demonstra áreas de possível vulnerabilidade social.

Proximidade à cena do crime: O mapa demonstra uma concentração de cenas de crime nas laterais direita e inferior. A concentração das ocorrências pode ser observada pela intensidade da tonalidade no mapa de calor.



Proximidade com o escritório do membro do conselho mais próximo: A cidade de Curitiba apresenta uma série de escritórios locais em diferentes regiões da cidade. Geograficamente as zonas em verde estão mais próximas do escritório regional da prefeitura.

Densidade residencial: É observado que o bairro apresenta uma maior quantidade de pessoas residindo na área central do bairro.

A ferramenta NSA-BR é ligada as metas de sustentabilidade mundiais propostos pela ONU. O modelo utilizando a ferramenta base de Subramanian *et al.* (2020) juntamente com outras fontes da literatura, permitiram o desenvolvimento de uma ferramenta aplicada a disponibilidade de dados brasileira.

O principal objetivo de uma ferramenta NSA é interpretar a sustentabilidade local para colaborar com o processo de tomada de decisão informado (Sharifi & Murayama, 2013). A estrutura da NSA-BR permite a avaliação de bairros no contexto brasileiro proporcionando fácil interpretação dos resultados através das representações em mapas de calor. Esta abordagem intuitiva e visual dos resultados, colabora para compreensão e integração de diferentes agentes tomadores de decisão.

Para Moroke; Schoeman, & Schoeman (2019) medir a sustentabilidade dos bairros, é necessário integrar estratégias multidimensionais. Atendendo as características de sustentabilidade espacial/ambiental, econômica, social, governança e física. O conjunto de indicadores propostos pela NSA-BR proporciona amplo mapeamento das qualidades e pontos a se desenvolverem no bairro. As categorias de análise vinculadas aos cinco capitais, exploram a disponibilidade de serviços na área em análise.

A literatura aponta a lacuna da avaliação de sustentabilidade por ferramentas NSA ao relacionar com aspectos espaciais dos bairros (Buzási, Jäger, 2020), elas não avaliam as desigualdades urbanas relacionadas às diferenças no acesso à infraestrutura, transporte, para os cidadãos que vivem no mesmo bairro (Subramanian *et al.*, 2020), ou ainda a utilização de ferramentas NSA carecem da aplicação e interpretação do bairro como um todo e não somente para um único projeto (Zheng *et al.* 2017). A ferramenta NSA-BR se mostra interessante para o preenchimento desta lacuna relatada pela literatura, é apresentado um conjunto de indicadores específicos para avaliar o desempenho e conexão da infraestrutura urbana com a distribuição da população no bairro. Esta abordagem se mostra interessante por avaliar o bairro e arredores como um todo, promovendo a interpretação integrada da comunidade.



Segundo Balaras *et al.* (2020) outra característica importante das ferramentas NSA é a flexibilidade para a adaptação local. Esta característica é especialmente relevante ao serem empregadas por administrações públicas, onde o custo atribuído a utilização de FCA vem a ser um impedimento da prática. As ferramentas analíticas de sustentabilidade em bairros como a NSA-BR, permitem a fácil utilização sem custos relacionados a ferramenta, possibilitando o emprego em administrações públicas, organizações não governamentais, academia, associações de bairros e outros interessados. A NSA-BR possibilita o ajuste dos indicadores de acordo com a disponibilidade de dados, possibilitando ser aplicada em todo o território brasileiro mesmo baixa diversidade de fontes de dados. Esta flexibilidade só é possível devido a principal fonte ser os dados do censo populacional do IBGE, que é realizado em todo o país.

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa utilizou da estrutura de uma ferramenta analítica NSA base para propor um modelo de avaliação que contempla o formato de dados disponíveis no Brasil, chamada de NSA-BR. A literatura demonstra a necessidade de adequação das ferramentas para atender a realidade local.

A disponibilidade de dados muitas vezes se mostra um desafio para esse tipo de análise, logo a presente pesquisa propôs uma ferramenta composta por indicadores pré-selecionados de escolha flexível, conforme a disponibilidade de dados da região.

Apesar desta flexibilidade na escolha dos indicados para o estudo de caso, se observou que a gestão entre as diferentes fontes de entrada de dados pode se tornar um desafio. A aplicação do modelo somente é possível graças a organização territorial e de disponibilidade de dados do IBGE. A análise em cidades que contam com departamentos especializados no planejamento urbano e ainda disponibilizam os dados de forma padronizada, como é o caso de Curitiba com o IPPUC, torna a aplicação desse modelo mais rápida.

Os resultados da análise do bairro Jardim das Américas pela ferramenta NSA-BR, demonstram um razoável equilíbrio entre os Capitais Financeiro, Manufaturado e Humano. Entretanto o Capitais Natural e o Capital Social demonstram um desempenho a ser aprimorado.

Este estudo ajuda entender o comportamento do bairro analisado em relação ao desenvolvimento sustentável. As ações positivas encontradas podem servir como norte para



aplicação em outros bairros da cidade, visto que teoricamente estão sobre a mesma administração municipal, ainda as ações de desenvolvimento que são fruto do engajamento local podem ser tidas como parâmetros para outras comunidades na cidade seguirem os mesmos passos.

Em termos científicos esta pesquisa promove a adaptação de um modelo de análise de bairros e vizinhanças que pode ser utilizado em qualquer localidade do território nacional, tanto pelo poder público, como pelas organizações locais de moradores e pela academia. E ainda, fomentar o estudo acadêmico da sustentabilidade aplicada no contexto urbano e da construção civil.

Para pesquisas futuras sugere-se automação na coleta de dados, cálculos e geração de resultados. A elaboração de uma pontuação única para o desempenho obtido em cada categoria. Sugere-se que com os resultados do Censo demográfico IBGE 2020 seja aplicado mais uma vez o modelo no bairro Jardim das Américas com fim de comparar a evolução dos indicadores com o passar dos anos.



REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Sistema de Informações Hidrológicas – HidroWeb**. Brasília, 2020. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas?codigoEstacao=65009000>. Acesso em: 15 abril 2020.

BALARAS, C. A., DROUTSA, K. G., DASCALAKI, E. G., KONTOYIANNIDIS, S., MORO, A., BAZZAN, E. (2020). **A transnational multicriteria assessment method and tool for sustainability rating of the built environment**. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 410, No. 1, p. 012068). IOP Publishing.

BERARDI, U. **Beyond sustainability assessment systems: Upgrading topics by enlarging the scale of assessment**. International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development, v. 2, n. 4, p. 276-282, 2011.

BUZÁSI, A., JÄGER, B. S. (2020). **District-scale assessment of urban sustainability**. Sustainable Cities and Society, 62, 102388.

CHIMANSKI, R. T., MACENO, M. M. C.; CHOPRA, Shauhrat S. **Neighborhood Sustainability Assessment (NSA) Tools: A systematic review on how to choose the best analysis tool**. In: FILHO, Walter Leal (org.). Handbook of Sustainability Science in the Future. Springer, 2021. No prelo.

FINNVEDEN, G.; MOBERG, A. **Environmental systems analysis tools – an overview**. Journal of Cleaner Production, 13, 1165-1173, 2005.

FORUM FOR THE FUTURE. **The five capitals model**, 2018. Disponível em: <https://www.forumforthe future.org/the-five-capitals>. Acessado em 30 julho 2020.

GOOGLE MAPAS. **Bairro Jardim das Américas em Curitiba**, 2020. Disponível em: <https://goo.gl/maps/HkqtkDUzYWVU4bcf9>. Acesso em: 15 abril. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Arquivos shapefile de Divisões intermunicipais**. 2011a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html> . Acesso em: 10 abril. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Arquivos shapefile de Censo demográfico 2010 por setores censitários**. 2011b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html> . Acesso em: 10 abril. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA (IPPUC). **Análise Segurança Pública – Locais de Ocorrência de crimes**, 2010. Curitiba, 2012. Disponível em: <http://www.ippuc.org.br/>. Acesso em 20 de junho de 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA (IPPUC). **Arquivos shapefile de Parques e bosques de Curitiba**. 2019a. Disponível em:



https://ippuc.org.br/geodownloads/SHAPES_SIRGAS/PARQUES_E_BOSQUES_SIRGAS.zip
. Acesso em: 18 abril. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA (IPPUC).
Arquivos shapefile de Arruamento/Quadras de Curitiba. 2019b. Disponível em:
https://ippuc.org.br/geodownloads/SHAPES_SIRGAS/ARRUAMENTO_QUADRAS_SIRGA_S.zip . Acesso em: 18 abril. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA (IPPUC).
Arquivos shapefile de Praças e jardins de Curitiba. 2019c. Disponível em:
https://ippuc.org.br/geodownloads/SHAPES_SIRGAS/PRACAS_E_JARDINETES_SIRGAS.zip
ip. Acesso em: 18 abril. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA (IPPUC).
Arquivos shapefile de Escolas Municipais de Curitiba. 2019d. Disponível em:
https://ippuc.org.br/geodownloads/SHAPES_SIRGAS/ESCOLA_MUNICIPAL_SIRGAS.zip.
Acesso em: 17 abril. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA (IPPUC).
Arquivos shapefile de Hospitais de Curitiba. 2019e. Disponível em:
https://ippuc.org.br/geodownloads/SHAPES_SIRGAS/HOSPITAL_SIRGAS.zip. Acesso em:
17 abril. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA (IPPUC).
Arquivos shapefile de Centro de Especialidades Médicas de Curitiba. 2019f. Disponível
em:
[https://ippuc.org.br/geodownloads/SHAPES_SIRGAS/CENTRO_DE_ESPECIALIDADES_M
EDICAS_SIRGAS.zip](https://ippuc.org.br/geodownloads/SHAPES_SIRGAS/CENTRO_DE_ESPECIALIDADES_MEDICAS_SIRGAS.zip). Acesso em: 17 abril. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA (IPPUC).
Arquivos shapefile de Unidade Pronto Atendimento (UPA) de Curitiba. 2019g. Disponível
em:
[https://ippuc.org.br/geodownloads/SHAPES_SIRGAS/UNIDADE_DE_PRONTO_ATENDIM
ENTO_SIRGAS.zip](https://ippuc.org.br/geodownloads/SHAPES_SIRGAS/UNIDADE_DE_PRONTO_ATENDIMENTO_SIRGAS.zip). Acesso em: 17 abril. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA (IPPUC).
Arquivos shapefile de Rua cidadania de Curitiba. 2019h. Disponível em:
https://ippuc.org.br/geodownloads/SHAPES_SIRGAS/RUA_DA_CIDADANIA_SIRGAS.zip.
Acesso em: 17 abril. 2020.

MOROKKE, T., SCHOEMAN, C., SCHOEMAN, I. (2019). **Developing a neighbourhood sustainability assessment model:** An approach to sustainable urban development. Sustainable Cities and Society, 48, 101433.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - HABITAT (HÁBITAT - ONU). **Habitat III Policy Paper 1**—Right to the City and Cities for All. 2016. Disponível em:



<http://habitat3.org/wp-content/uploads/Habitat%20III%20Policy%20Paper%201.pdf> Acessado em 25 julho 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **O Perspectivas Mundiais de População** 2019. Disponível em << <https://population.un.org/wpp/> >>, 2019. Acessado em 07 agosto 2020.

OPEN STREET MAP. **Transporte público no Bairro Jardim das Américas em Curitiba**, 2020. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org/relation/4146392#map=14/-25.4574/-49.2206&layers=T>. Acesso em: 15 abril. 2020.

RAULI, F. C. **Monitoramento das políticas públicas de Curitiba**: uma avaliação crítica sob a ótica dos indicadores de desenvolvimento sustentável. 2007. Dissertação de Mestrado apresentado ao Centro Universitário Franciscano do Paraná.

RETZLAFF, R. C. **Green building assessment systems**: a framework and comparison for planners. *Journal of the American Planning Association*, v. 74, n. 4, 2008.

SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE (SMMA), Departamento de limpeza pública. **Portal de consulta à frequência de coleta de lixo não reciclável**. Curitiba, 2019. Disponível em: <<https://coetalixo.curitiba.pr.gov.br/lixo-reciclavel>>. Acesso em: 05 abril 2020.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO PARANÁ (SEP), **Consulta escolas**. Curitiba, 2019. Disponível em: <<http://www4.pr.gov.br/escolas/frmPesquisaEscolas.jsp>>. Acesso em: 08 abril 2020.

SHARIFI, A.; MURAYAMA, A. **A critical review of seven selected neighborhood sustainability assessment tools**. *Environmental impact assessment review*, v. 38, p. 73-87, 2013.

SHARIFI, A.; MURAYAMA, A. **Neighborhood sustainability assessment in action**: Cross-evaluation of three assessment systems and their cases from the US, the UK, and Japan. *Building and Environment*, v. 72, p. 243-258, 2014.

SUBRAMANIAN, K. *et al.* **Advancing neighbourhood sustainability assessment by accounting for sustainable development goals**: A case study of Sha Tin neighbourhood in Hong Kong. *Sustainable Cities and Society*, v. 66, p. 102649, 2021.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED). **Report of the world commission on environment and development: our common future**. 1987. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>. Acessado em 10 julho 2020.

ZHENG, H. W. *et al.* **Neighborhood sustainability in urban renewal**: An assessment framework. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, v. 44, n. 5, p. 903-924, 2017.