

PLANEJAMENTO AMBIENTAL URBANO:

ALICERCES DE UMA CIDADE INTELIGENTE E SUSTENTÁVEL

ORGANIZAÇÃO:

EDILSON DE SOUZA BIAS
VALDIR ADILSON STEINKE



caliandra

Universidade de Brasília
ICH - Instituto de Ciências Humanas

PLANEJAMENTO AMBIENTAL URBANO: ALICERGES DE UMA CIDADE INTELIGENTE E SUSTENTÁVEL

Organizadores:

Edilson de Souza Bias
Valdir Adilson Steinke



caliandra

Brasília - DF
2024



Conselho Editorial

Membros internos:

Prof. Dr. Bruno Leal (HIS/UnB) - Presidente

Prof. Dr. Herivelto Pereira de Souza (FIL/UnB)

Prof^a Dr^a Maria Lucia Lopes da Silva (SER/UnB)

Prof^a. Dr^a. Ruth Elias de Paula Laranja (GEA/UnB)

Membros externos:

Prof^a Dr^a Ângela Santana do Amaral (UFPE)

Prof^a Dr^a Joana Maria Pedro (UFSC)

Prof^a Dr^a Marine Pereira (UFABC)

Prof. Dr. Ricardo Nogueira (UFAM)

Membros internacionais:

Prof. Dr. Fernando Quiles García (Universidad Pablo de Olavide - Espanha);

Prof^a Dr^a Ilía Alvarado-Sizzo (Universidad Autonoma de México)

Prof^a Dr^a Paula Vidal Molina (Universidad de Chile)

Prof. Dr. Peter Dews (University of Essex - Reino Unido)

© 2024.



Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

A responsabilidade pelos direitos autorais de textos e imagens dessa obra é dos autores.

[1ª edição]

Elaboração e informações

Universidade de Brasília

ICH - Instituto de Ciências Humanas

Campus Universitário Darcy Ribeiro, ICC Norte, Mesanino Bloco 01qr Campus Universitário Darcy Ribeiro - Asa Norte, Brasília DF CEP: 70297-400 Brasília - DF, Brasil

E-mail: ihd@unb.br

Contato: (61) 3107-7364

Site: ich.unb.br

Equipe técnica

Parecerista: Charlei Aparecido da Silva (UFGD)

Editoração: Valdir Adilson Steinke e Edilson de Souza Bias

Revisão: Amabile Zavattini

Capa: Thamirys Verneque Silva dos Reis

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade de Brasília - BCE/UNB)

P712 Planejamento ambiental urbano [recurso eletrônico]
 : alicerces de uma cidade inteligente e
 sustentável / organizadores: Edilson de Souza
 Bias, Valdir Adilson Steinke. – Brasília :
 Universidade de Brasília, Instituto de Ciências
 Humanas, 2024.
 262 p. : il.

 Inclui bibliografia.
 Modo de acesso: World Wide Web:
 <caliandra.ich.unb.br>.
 ISBN 978-85-93776-08-3.

 1. Planejamento urbano. 2. Sustentabilidade. 3.
 Cidades inteligentes. I. Bias, Edilson de Souza
 (org.). II. Steinke, Valdir Adilson (org.).

CDU 711.4

Heloiza dos Santos - CRB 1/1913



Dedicatória

A organização de uma obra exige tempo, esforço, paciência e muito trabalho, o qual deve ser orientado por uma finalidade, um objetivo, um fator motivador. No caso deste trabalho, o fator motivador foi proporcionar a pesquisadores, estudiosos e estudantes das questões urbanas uma articulação de textos úteis e atuais para apoiá-los e orientá-los em seus estudos.

Dedicamos esta obra às nossas instituições, que nos proporcionam o ensino e a pesquisa contínua, bem como a todos os nossos estudantes, tanto de graduação quanto de pós-graduação. As atividades de docência representam para todos nós um rico manancial de reflexões, que possibilitam aprofundamentos sobre todos os temas abordados nesta obra.

Índice

Prefácio _____	10
Capítulo 1: Planejamento Urbano e a construção de Indicadores de Sustentabilidade – O que aprendemos ou o que temos que aprender._____	16
Capítulo 2: Cidades sustentáveis, ODS 11 - Educação ambiental: um desafio para o planejador urbano ou uma ferramenta indispensável?_____	50
Capítulo 3: Proposição de indicadores de qualidade ambiental urbana_____	64
Capítulo 4: O desenho da cidade e o conforto térmico ambiental: estratégias para obtenção de formas urbanas com maiores alternativas ecotérmicas._____	82
Capítulo 5: O planejamento com a infraestrutura da paisagem cerratense: a contribuição da arborização_____	102
Capítulo 6: Mobilidade como um Serviço: Indicações de Estratégias Interventivas no Hábito de Usar Automóvel Baseadas na Revisão da Literatura_____	122
Capítulo 7: Eventos pluviais extremos no Distrito Federal: desafios para adaptação às mudanças climáticas em busca de uma cidade sustentável_____	140
Capítulo 8: Drenagem urbana sustentável, geotecnologias e cidades inteligente_____	170
Capítulo 9: Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como instrumento de análise da qualidade ambiental urbana: Uma abordagem metodológica_____	198
Capítulo 10: Aplicações e Ferramentas Geotecnológicas para a Gestão Ambiental Urbana_____	222
Capítulo 11: A integração de dados geográficos para o planejamento urbano sustentável – o que usar e como usar?_____	238

CAPÍTULO 1

Planejamento Urbano e a construção de Indicadores de Sustentabilidade – O que aprendemos ou o que temos que aprender.



Fernando Luiz Araújo Sobrinho

Licenciado em Geografia (1993) e Bacharel em Geografia (1995) pela Universidade Federal de Uberlândia, MG. Mestre em Arquitetura e Urbanismo na área de concentração de Planejamento Urbano pela Universidade de Brasília (1998). Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia (2008). Professor Associado III do Departamento de Geografia da UnB com ampla experiência nas seguintes temáticas: Geografia Urbana e Regional; Planejamento Urbano; Gestão do Uso do Solo; Rede Urbana; Turismo. Atuou como pesquisador em diversas instituições: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Ministério do Turismo, EMBRATUR, Banco Mundial, Ministério da Educação.



Leticia Del Grossi Michelotto

Bacharel em Ciências Econômicas (2007), Mestre em Geografia (2014) ambos pela Universidade Federal de Uberlândia e Doutora em Geografia pela Universidade de Brasília na área de concentração de Gestão Ambiental e Planejamento Territorial (2021). Além das atividades de pesquisa que transitam entre as temáticas do planejamento urbano e sustentabilidade, atua na área de consultoria de projetos de regularização ambiental e elaboração de relatórios socioeconômicos.

Planejamento Urbano e a construção de Indicadores de Sustentabilidade – O que aprendemos ou o que temos que aprender.

**Fernando Luiz Araújo Sobrinho
Leticia Del Grossi Michelotto**

1. Planejando com sustentabilidade: desafios e perspectivas para o planejamento urbano sustentável

Nas últimas décadas, duas grandes iniciativas das Organizações das Nações Unidas (ONU) avançaram na agenda técnica e político-institucional sobre o estudo das cidades, colocando a necessidade dos países revisarem conceitos e métodos para se pensar e produzir informações sobre o espaço urbano atual. A primeira iniciativa foi a resolução adotada em 25 de setembro de 2015 pela Assembleia Geral das Nações Unidas, que propôs a Agenda para o Desenvolvimento Sustentável para 2030, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas. A segunda foi a III Conferência das Nações Unidas sobre Moradia e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III), realizada em 20 de outubro de 2016. Na ocasião, 167 países se comprometeram a adotar a Nova Agenda Urbana (NAU) com o objetivo de orientar a urbanização pelos próximos vinte anos em escala mundial.

A ONU, através da NAU, assume uma interpretação ampliada do fenômeno urbano ao assinalar que, até 2050, a população urbana do mundo irá praticamente dobrar, o que a mantém como tendência transformadora neste início do Século XXI. Sobre o Objetivo 11 (ODS 11), dentre os 17 enumerados para o Desenvolvimento Sustentável, intitulado como "tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis até 2030", o Habitat III propôs uma nova agenda para orientar a urbanização sustentável nos próximos 20 anos. O tema das cidades mais sustentáveis tem sido tratado em todo o mundo, e no Brasil, em especial, há um latente movimento para formulação de iniciativas públicas e privadas em forma de programas, agendas e publicações que vão de encontro a essa temática (IBGE, 2017).

O desenvolvimento sustentável vem ocupando posição importante para os gestores urbanos no planejamento das cidades. Uma cidade, para ser sustentável sob o ponto de vista da sustentabilidade urbana, deve levar em conta as dimensões ambiental, econômica e social de forma integrada no seu metabolismo urbano, pressupondo o equilíbrio entre produção e consumo, respeitando o ambiente natural.

De fato, o moderno ciclo metabólico urbano¹ impulsiona a mudança ambiental em escala local-global, afetando o uso e a cobertura da terra, a biodiversidade, os hidrossistemas, os ciclos biogeoquímicos e o clima (Grimm et al., 2008).

Muitas dessas consequências ambientais levam a novos problemas de grande escala que afetam a atividade econômica e a saúde pública. A densidade populacional aumenta, as disparidades socioeconômicas podem ser exacerbadas e problemas de infraestrutura podem surgir (Kötter; Friesecke, 2011). Para evitar tal, os pesquisadores enfatizam o valor da compreensão do metabolismo urbano eficiente no contexto do planejamento urbano sustentável (Chrysoulakis, 2013).

À luz dessas questões e, pelo fato de que o uso residencial continuará a desempenhar um papel importante no planejamento urbano, o manejo dessa expansão se torna cada vez essencial para garantir que os impactos negativos possam ser minimizados e que a urbanização possa ocorrer de maneira sustentável sem comprometer a qualidade de vida da população e o meio ambiente.

Porém, como atingir tais objetivos? Quais são os quesitos para haver sustentabilidade no desenvolvimento urbano? Quais são os parâmetros, como identificá-los e, principalmente, como mensurá-los para que seja possível ter a noção exata dos resultados obtidos com os procedimentos implantados?

Para esclarecer tais questões, discutiremos ao longo deste texto as distintas teorias do planejamento urbano, o conceito de cidade dentro da perspectiva geográfica e do desenvolvimento sustentável e, por fim, os instrumentos utilizados para mensurar a sustentabilidade do ambiente urbano.

Os tipos de uso do solo urbano podem, principalmente, ser divididos em: comercial, residencial e industrial. Com o avanço da urbanização, a competição pelo uso do solo urbano desloca o uso residencial e industrial dos centros urbanos para os subúrbios e franjas urbanas. Embora isso seja crucial para o processo de desenvolvimento e criação de um Estado moderno, argumenta-se que o crescimento urbano, especialmente a expansão residencial, está na linha de frente dos danos ambientais devido ao esgotamento dos recursos naturais para acomodar o desenvolvimento (Karol; Brunner, 2009).

Reconhece-se, portanto, a importância do planejamento urbano como ferramenta de coordenação dessa expansão, pois foi justamente concebido para regular as atividades de uso e ocupação do solo, e assegurar a provisão adequada de infraestrutura e das instalações necessárias para sustentar a população. Tal ferramenta orienta essas atividades através do planejamento espacial, considerado por especialistas em ambiente construído, especialmente os planejadores, como uma chave para alcançar a sustentabilidade no nível local (OMS, 1999).

¹ O metabolismo urbano pode ser percebido como o processo econômico ou de produção que leva os fluxos de insumos (materiais, produtos, energia, trabalho) aos fluxos de produção (produtos, serviços). Um fluxo constante de produção requer fluxos constantes de entrada e manutenção do metabolismo urbano. A saída constitui principalmente aquilo que é consumido pelos cidadãos, enquanto uma parte é usada para a manutenção do processo de produção (Hartwick, 1994).

Dessa forma, os planejadores estão na posição ideal para atender às necessidades de desenvolvimento e melhoria dos componentes sociais, ecológicos, espaciais e econômicos para um planejamento futuro sustentável.

Com a evolução do planejamento urbano, várias abordagens de planejamento têm sido defendidas, desde o planejamento racional (de cima para baixo) até o planejamento participativo e colaborativo. A evolução dessas diferentes abordagens, ao longo do tempo, ocorreu devido à conscientização de que o planejamento urbano precisa tomar a melhor decisão possível com os recursos disponíveis (UN-Habitat, 2010), incluindo aí ferramentas para alcançar o desenvolvimento sustentável.

Para ser aplicado de maneira mais eficaz, o planejamento urbano pautado em aspectos do desenvolvimento sustentável deve se basear e se situar em relação às teorias tradicionais do planejamento. Em outras palavras, a sabedoria e o conhecimento tradicional e como comunidades humanas se organizaram devem ser aspectos essenciais na construção do planejamento urbano sustentável (Weeler, Beatley, 2004).

As seções seguintes explicam algumas teorias principais que são comumente aplicadas nos processos de planejamento e desenvolvimento urbano em relação (mas não limitado) ao planejamento espacial: teoria do planejamento racional, o conceito de desenvolvimento baseado em eventos, e a abordagem ecossistêmica.

1.1 Abordagem do planejamento racional

O planejamento urbano voltado para a autoridade pública dos anos 1950 é baseado no planejamento racional, uma das principais tradições da teoria do planejamento. Refere-se a um conjunto de processos de planejamento para selecionar e implementar o melhor plano possível a partir de diversas alternativas. Esse conceito, que foi criado por Edward Benfield (1955), estabelece um processo de planejamento formal, composto por várias etapas ou cursos de ação. Segundo Schonwandt (2008), o modelo de Benfield apresenta quatro etapas essenciais: (a) analisar a situação, (b) estabelecer metas, (c) formular possíveis cursos de ações, e (d) comparar e avaliar as consequências das ações. O modelo racional representa o que os planejadores acreditam ser racional ou planejar com razão.

Segundo Hoch (2007), a racionalidade refere-se a como usamos as razões para guiar as escolhas. Além disso, ele argumenta que as pessoas não apoiariam planos sem que houvesse racionalidade, porque tal razão justifica o conteúdo dos planos e oferece conselhos racionais sobre o que fazer para o futuro.

Lawrence (2000) explica que o conceito de planejamento racional tem sido central para a evolução do planejamento urbano moderno e sua aplicação resultou no desenvolvimento dos atuais Master Plans. Esse conceito oferece uma progressão na definição de metas e previsão de impactos e da seleção de alternativas que melhor atinjam as metas públicas de implementação, para então rever

todo o processo (Lawrence, 2000; Berke et al., 2006). Utilizando os mesmos princípios básicos, vários autores designaram essas etapas de maneiras diferentes, por vezes refinando-as com maior precisão (Schonwandt, 2008). Berke et al. (2006), por exemplo, discutem o modelo tradicional de planejamento racional como um processo de oito etapas: identificar problemas; formular objetivos; coletar e analisar dados; revisar e determinar objetivos; avaliar propostas alternativas; selecionar a melhor proposta; implementar a proposta; e, por fim, monitorar resultados (Figura 1).

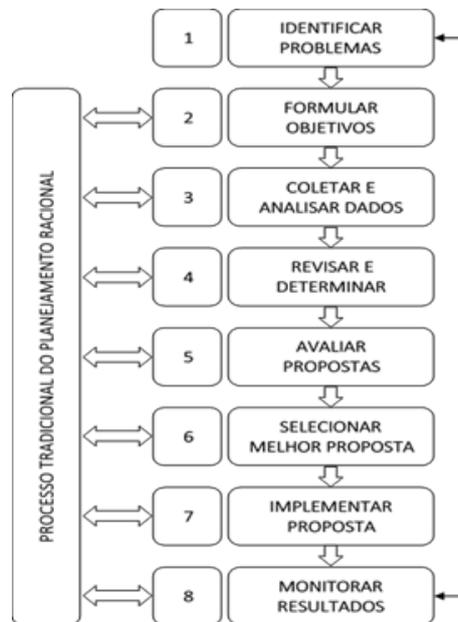


Figura 1 - Processo Tradicional do Planejamento Racional. Yigitcanlar, Teriman, 2013.

Desde a sua criação na década de 1950, o modelo tradicional de planejamento racional tem sido o paradigma de planejamento dominante (Lawrence, 2000; Schonwandt, 2008). Os autores também alegaram que, ao longo do tempo, a aplicação e definição do modelo não se limitou ao planejamento físico, mas também incorporou políticas sociais e econômicas, bem como políticas públicas, políticas e o planejamento corporativo. Ele fornece então, conexão e relações sistemáticas e consistentes entre cada etapa do processo, utilizando lógica e evidência na análise de questões e propostas de planejamento, bem como uma maneira comum de antecipar o futuro por meio de sua revisão contínua ao longo do processo (Lawrence, 2000; Berke et al., 2006).

Os proponentes do planejamento racional também apontam outras características desse modelo, proporcionando um ambiente controlável e possibilitando a implementação do processo final de planejamento. Uma característica que se destaca, especialmente entre os profissionais, é que o papel dos planejadores como consultores especialistas é bem definido (Lawrence, 2000). Devido a esses aspectos práticos, o racionalismo é aplicado na maioria dos planos gerais e setoriais, em que leva em consideração os cursos de ação descritivos que devem ser tomados durante o processo e permite a inclusão de várias instalações e requisitos de terra para acomodar mudanças ou variáveis de previsão, incluindo

população, economia, condições de recursos naturais e necessidades de habitação (Berke, et al., 2006).

Críticos ao modelo de planejamento racional, no entanto, listaram uma série de oposições. Wachs (2001), por exemplo, argumentou que considerar somente a opinião de especialistas na proposição de planos alternativos poderá gerar oposição pública, pois esses planos podem não ser compatíveis com preocupações e demandas dessa. Além disso, Lawrence (2000) afirma que o racionalismo é enfraquecido quando implementado, por negligenciar o papel central do diálogo no planejamento e não integrar questões substantivas, como as necessidades sociais e ambientais no processo de design. Ele acrescenta que o modelo tende a superestimar a capacidade de prever e controlar o ambiente, já que se baseia em projeções numéricas e não substantivas sobre o futuro (Lawrence, 2000; Berke, et al., 2006).

Apesar dessas críticas, os conceitos de planejamento racional ainda prevalecem, especialmente na prática de planejamento. Em consideração às vantagens e desvantagens do modelo, entende-se que alguma forma de contribuição das partes interessadas deve ser incorporada ao modelo, para criar uma forma publicamente aceitável do processo de desenvolvimento urbano.

1.2 Teoria Neomarxista do planejamento

Durante os anos 1960, uma forte corrente teórica crítica ao modelo de planejamento racional emergiu. Escritores como os geógrafos David Harvey, Doreen Massey, sociólogos como Henry Lefebvre e Manuel Castells, chamaram atenção para o fato de que os teóricos do planejamento tradicional racional haviam dado pouca atenção à dinâmica do poder dentro da cidade. O resultado, como argumentou Harvey (1983; 1993), foi que as questões de equidade não eram abordadas no planejamento, de fato, que o planejamento muitas vezes se aliava às forças econômicas ou políticas promovendo o aumento da desigualdade.

Considerando que o processo de urbanização, influenciado pelo modo de produção capitalista, imprime novas formas espaciais urbanas, e sob a perspectiva da instância política, Castells (1983) destaca, em especial, o planejamento urbano como a emergência de um campo teórico para a política urbana e seus instrumentos de estudo.

1.3 Abordagem de desenvolvimento baseada em eventos

Clarke (1995) argumenta que a abordagem tradicional do planejamento racional tem sido frequentemente ineficaz porque coloca muita ênfase na elaboração e não na implementação de projetos. Na tentativa de destacar a importância da implementação, Healey (1997) identificou quatro diferentes tipos de modelo para representar o processo geral do planejamento: o modelo de equilíbrio das economias neoclássicas; o modelo de sequência de eventos a partir de uma perspectiva de gestão patrimonial; o modelo de agência a partir de uma perspectiva

institucional; e o modelo de estrutura fundamentado na economia política urbana.

No entanto, ao considerar o processo do uso e ocupação do solo, esses modelos carecem de foco específico na implementação relacionada ao planejamento urbano. Gore e Nicholson (1991) indicaram que a natureza da ocupação urbana é muito complexa e nenhum modelo único pode representar inteiramente tal processo. Não obstante, um modelo interessante que descreve a relação entre o processo de planejamento e desenvolvimento seria um modelo de desenvolvimento baseado em eventos (Adams, 1994).

Barrett et al. (1978) desenvolvem uma abordagem baseada em eventos para o processo de planejamento que pode ser dividida em quatro fases distintas: avaliação, preparação, implementação e descarte. De acordo com Adams (1994), um dos melhores modelos baseados em eventos utiliza o conceito de pipeline de planejamento. Esse modelo concentra a multiplicidade do processo de planejamento em três grandes fases: (1) pressões de desenvolvimento; (2) viabilidade de desenvolvimento; e, finalmente, (3) implementação. Na prática, o modelo funciona como uma espiral, produzindo um novo padrão de uso da terra no final de cada ciclo, destacando, portanto, a natureza dinâmica do processo de desenvolvimento do planejamento.

As pressões e perspectivas iniciais de desenvolvimento constituem parte do estágio de planejamento. Na verdade, o processo de implementação começa no final da seção de viabilidade, envolvendo a avaliação das condições físicas e de mercado, e prossegue com procedimentos legais e administrativos antes da construção no solo. No caso de empreendimentos residenciais, a construção pode ser realizada pelos próprios desenvolvedores; os desenvolvedores comerciais, entretanto, mais comumente transferem os empregos para os empreiteiros da construção civil, sob a supervisão de uma equipe de profissionais que inclui, entre outros, arquitetos, engenheiros e auditores de qualidade (Adams, 1994). Após a conclusão da fase de construção, o projeto passa para as etapas finais de entrega e para os compradores, concluindo o ciclo do processo de implementação.

Considerando a atual preocupação com aspectos de sustentabilidade, especialmente em países desenvolvidos, o planejamento urbano sustentável se tornou uma grande influência no planejamento físico do ambiente construído e deve ser examinado mais de perto.

1.4. Abordagem ecossistêmica

Tradicionalmente, o planejamento espacial sempre foi realizado com intuito de satisfazer anseios econômicos e sociais. Observa-se pouco a incorporação de um futuro urbano sustentável a esse processo. Argumenta-se, portanto, que o processo de planejamento não tem fornecido instrumentos satisfatórios de proteção ao meio ambiente, especialmente no que tange os efeitos ambientais negativos cumulativos do desenvolvimento e expansão das áreas urbanas (Neufeld, Cockfield,

Fox; Whitelaw, 1994).

As tentativas de incluir um planejamento com princípios ecológicos e design verde ocorrem desde a década de 1960, nos trabalhos de Ian McHarg (1968), *Design with Nature* e *The Living Landscape*, de Frederick Steiner (1991). Além disso, Arendt (2004) também introduziu os princípios básicos do projeto de vizinhança verde no planejamento e ordenamento local. No entanto, Berke et al. (2006, p. 393) argumentam que esses ideais de comunidades verdes do início do século XX não se enraizaram na prática contemporânea de planejamento. Ainda, segundo o autor, embora o crescente consenso ambiental tenha apontado para os efeitos positivos da incorporação da dimensão verde à forma urbana sustentável, os esforços para integrar a dimensão ambiental na construção de assentamentos humanos estão longe de ser efetivos.

Não obstante, o impulso para um futuro urbano sustentável também deve considerar o ecossistema do qual dependemos. A importância de um ecossistema funcional, inclusive para a vida humana, é bem reconhecida dentro do conceito de sustentabilidade e integridade ecológica (Rainham; McDowel; Krewski, 2008). No entanto, há sempre a tendência de que tentativas de melhorar o bem-estar humano possam ameaçar essa integridade. Como destacado por McGranahan et al. (2001), a teoria da transição ambiental-urbana sugere que a expansão da urbanização traz uma série de desafios ambientais. Portanto, à medida que as cidades se expandem, esses desafios se tornam globais, de longo prazo, ameaçando os ecossistemas, comprometendo a sustentabilidade futura e a existência de um ecossistema mundial saudável (McGranahan et al., 2001).

A transição do planejamento ecológico, da natureza à comunidade, foi primeiramente reconhecida por Arthur Tansley, que, em 1935, propôs o conceito de ecossistema, incorporando componentes de todas as comunidades vegetais, o meio biótico e o ambiente físico (Vasishth, 2008; Pickett; Grove, 2009) (Figura 2). Em outras palavras, Tansley expôs que são as relações entre organismos e seu ambiente que fornecem a perspectiva para a ecologia (Yang; Lay, 2004).



Figura 2 - Visão Ecosistêmica de Tansley. Adaptado de Vasishth, 2008.

Odum (1989) aprimorou o conceito de ecossistema para todo o ambiente, incluindo o sistema urbano, argumentando que o ambiente humano criado pelo homem recebe fluxos de energia e material a um ritmo mais rápido do que o ambiente natural. Lyle (1985) tornou o conceito de Odum mais operacional, no sentido de planejamento, introduzindo a ideia de que o avanço do ecossistema humano compromete a natureza e está continuamente substituindo o ecossistema eficiente por um sistema ineficiente, ameaçando nossa fonte de sustento. Ele apresentou o que chamou de tecnologia regenerativa (Lyle, 1994), que substitui e altera os materiais e a energia que o homem usa, e integra arte e ciência para otimizar a capacidade de regeneração da natureza.

Uma abordagem ecossistêmica dos processos de planejamento do uso da terra fornece uma orientação sistemática sobre a inter-relação das atividades humanas e a saúde do ecossistema. Essa abordagem foca, no contexto ecológico, na tomada de decisão e na avaliação da relação homem-natureza. Em outras palavras, trata as metas ecológicas igualmente e simultaneamente às metas econômicas e sociais e, além disso, reconhece que há limites para o grau de estresse que os ecossistemas podem acomodar antes de serem irreversivelmente degradados ou destruídos (Neufeld et al., 1994). Um aspecto importante dessa abordagem é a estratégia de "manejo adaptativo": critérios de regras e gestão flexíveis o suficiente para lidar com eventos biofísicos e humanos relacionados à mudança, e mudanças de metas (Marcotullio, 2004).

Neufeld et al. (1994) explicam que a abordagem ecossistêmica inclui cinco componentes principais e interdependentes: (i) limites para propósitos de planejamento (uso de limites biofísicos nos quais a interação homem-natureza é avaliada), (ii) objetivos e metas (com foco na proteção e regeneração natural do ecossistema), (iii) avaliação dos efeitos ambientais cumulativos, (iv) coleta e gerenciamento de informações, e (v) monitoramento (realizações objetivas e eficácia das decisões de planejamento). A abordagem ecossistêmica fornece uma técnica promissora: ela usa os ecossistemas como unidades regionais de planejamento e integra questões biofísicas às questões sociais e econômicas. Além disso, um processo de avaliação de desenvolvimento mais eficiente (avaliação) pode ser realizado por meio da abordagem de planejamento de ecossistema, pois oferece melhor orientação inicial sobre a localização, o tipo e o tempo de desenvolvimento.

Neufeld et al. (1994) acreditam que a integração das considerações do ecossistema ao planejamento promoverá iniciativas de sustentabilidade urbana, pois evitará que as decisões de desenvolvimento comprometam o futuro do ecossistema e a qualidade de vida humana. Niemela (1999) enfatiza que o meio biótico precisa ser seriamente considerado no planejamento urbano para assegurar o desenvolvimento sustentável das áreas urbanas.

2. Como as cidades sustentáveis são criadas?

O conceito de cidade dentro da perspectiva geográfica deve, em primeiro

lugar, ser entendido como a manifestação da capacidade do homem para transformar o ambiente. A cidade representa uma das capacidades máximas que o homem tem para transformar o ambiente segundo as suas necessidades, pois a cidade é resultado de intencionalidades dos homens, organizados em sociedade e que transformam o espaço segundo as características próprias de seu tempo. A primeira análise quando estudamos a cidade é que essa é resultado de uma relação entre homem-técnica-natureza, ou seja, o homem transformando a natureza a partir dos seus instrumentos técnicos (Santos, 1996).

Milton Santos (1996) propõe o entendimento da cidade a partir da ideia de forma e função, sendo que a cidade um híbrido entre elas. As formas são representadas pela materialidade da cidade, sua estrutura concreta, pelos seus objetos que são fixos no espaço, pelas casas, as ruas, as avenidas, os edifícios, ou seja, a forma e os objetos são representados por tudo aquilo que é matéria, que é concreto. Por outro lado, existe uma questão de funcionalidade dessa materialidade que compõe a cidade, uma concepção que liga o homem, a técnica e a natureza.

As funções representadas por esses objetos constituem o valor real que esse conjunto material representa em cada época histórica. A forma é a matéria e a função é o valor que a sociedade dá a essa matéria. Essa valoração da estrutura concreta dá vida ao espaço geográfico, sendo sempre um espaço atual, pelo valor que se dá às formas, ou seja, as funcionalidades que as formas exercem dentro da dinâmica urbana é sempre atual.

Então, a cidade também é composta por objetos técnicos, capazes de desempenhar funções técnicas para a cidade, que também podem ser encaradas como acúmulo de modos de produção anteriores, que são revalorizados ou refuncionalizados conforme a evolução temporal dos modos de produção desenvolvidos pela sociedade ou nela inseridos. Milton Santos também desenvolve a perspectiva de que o espaço é sempre herança, ou seja, o que é herdado na verdade é a matéria, a concretude, que é valorizada conforme os postulados sociais de um determinado tempo.

A partir dessa definição sob a perspectiva homem-técnica-natureza tem-se a base para conceituar cidades sustentáveis. No Brasil, o Estatuto da Cidade (2001) foi um primeiro passo para assegurar o direito às cidades sustentáveis, uma vez que a Lei nº. 10.257/01 envolve o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer para as presentes e futuras gerações.

Com a criação do Ministério das Cidades em 2003, instituiu-se o compromisso dos governos locais e agentes sociais de realizarem diagnósticos, definir os programas habitacionais, enfrentar os desafios dos problemas urbanos, ampliando investimentos não só no setor de habitação, mas abarcando interesses sociais. Outro avanço importante foi a aprovação da Lei nº. 11.124/05 que criou o Sistema e o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social SNHIS/ Fundo Nacional

de Habitação de Interesse Social (FNHIS), com o objetivo de integrar a atuação dos três níveis governamentais, descentralizando, mas de forma articulada, ações planejadas e fontes de financiamento que buscam otimizar investimentos voltadas tanto para habitação quanto para interesses sociais (Michelotto, 2014).

Recentemente, duas iniciativas da ONU avançaram na agenda técnica e político-institucional sobre o estudo das cidades, colocando a necessidade de os países revisarem conceitos e métodos para se pensar e produzir informações sobre o espaço urbano atual.

A primeira iniciativa foi a resolução adotada em 25 de setembro de 2015, pela Assembleia Geral das Nações Unidas, que propôs a Agenda para o Desenvolvimento Sustentável para 2030, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas. Cada um dos 17 ODS implicou na produção de 230 indicadores que subsidiarão a ação das diferentes esferas de poder do Estado, assim como o acompanhamento e a participação da sociedade civil, no cumprimento das metas estabelecidas pela ONU.

Observa-se, no Quadro 1, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável segundo a Agenda para o Desenvolvimento Sustentável para 2030.

OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – 2030	
ODS - 1	Acabar com a pobreza em todas as suas formas em todos os lugares.
ODS - 2	Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhorar a nutrição, promover a agricultura sustentável.
ODS - 3	Garantir vidas saudáveis e promover o bem-estar para todos em todas as idades.
ODS - 4	Garantir uma educação de qualidade inclusiva e equitativa e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.
ODS - 5	Alcançar a igualdade de gênero e capacitar todas as mulheres e meninas.
ODS - 6	Garantir disponibilidade e gestão sustentável de água e saneamento para todos.
ODS - 7	Garantir o acesso à energia acessível, confiável, sustentável e moderna para todos.
ODS - 8	Promover um crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente.
ODS - 9	Construir uma infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável e promover a inovação.
ODS - 10	Reduzir a desigualdade dentro e entre os países.
ODS - 11	Tornar cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.
ODS - 12	Garantir padrões sustentáveis de consumo e produção.
ODS - 13	Tomar medidas urgentes para combater as mudanças climáticas e seus impactos.
ODS - 14	Conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.
ODS - 15	Proteger, restaurar e promover o uso sustentável de ecossistemas terrestres, manejar florestas de forma sustentável, combater a desertificação e deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.
ODS - 16	Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.
ODS - 17	Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a Parceria Global para o Desenvolvimento Sustentável.

Quadro 1 – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável para 2030. Fonte: ONU (2016).

A segunda iniciativa foi a III Conferência das Nações Unidas sobre Moradia e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III), realizada em 20 de outubro de 2016. Na ocasião, 167 países se comprometeram a adotar a Nova Agenda Urbana (NAU) com o objetivo de orientar a urbanização pelos próximos vinte anos em escala mundial. A ONU, através da NAU, assume uma interpretação ampliada do fenômeno urbano ao assinalar que, até 2050, a população urbana do mundo irá praticamente dobrar, o que a mantém como tendência transformadora neste início do Século XXI.

O Objetivo 11, dentre os 17 enumerados para o Desenvolvimento Sustentável, com a ideia de “tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis até 2030”, o Habitat III propôs uma nova agenda para orientar a urbanização sustentável nos próximos 20 anos. O tema das cidades sustentáveis tem estimulado em todo o mundo, e no Brasil em especial, a formulação de iniciativas públicas e privadas em forma de programas, agendas e publicações (IBGE, 2017).

O Quadro 2 esquematiza os indicadores do Objetivo 11 para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU) em 2016.

OBJETIVOS	INDICADORES
ODS 11.1 até 2030, garantir o acesso de todos à habitação adequada, segura e a preço acessível, e aos serviços básicos, bem como assegurar o melhoramento das favelas.	11.1.1 Proporção da população urbana que vive em favelas, assentamentos informais ou domicílios inadequados.
ODS 11.2 até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos.	11.2.1 Proporção da população com acesso adequado ao transporte público por sexo, idade e pessoas com deficiência.
ODS 11.3 até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e a capacidade de planejamento e a gestão participativa, integrada e sustentável dos assentamentos humanos, em todos os países.	11.3.1 Razão entre consumo da terra e crescimento populacional. 11.3.2 Proporção de cidades com participação direta da estrutura da sociedade civil no planejamento urbano e na gestão que opera regularmente e democraticamente.
ODS 11.4 fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo.	11.4.1 Despesas totais (públicas e privadas) per capita gastas na preservação, proteção e conservação de toda a herança cultural e natural, por tipo de herança (cultural, natural, mista e designação WHC), nível de governo (nacional, regional e local/municipal), tipo de despesa (operacional ou investimento) e tipo de financiamento privado (doações, organizações privadas sem fim lucrativo e patrocínio).
ODS 11.5 até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e diminuir substancialmente as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade.	11.5.1 Número de mortes, pessoas desaparecidas e pessoas afetadas por desastres por 100.000 habitantes. 11.5.2 Perda econômica direta em relação ao PIB global, incluindo danos a infraestruturas críticas e interrupção de serviços básicos.

ODS 11.6 até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros.	11.6.1 Proporção de resíduos sólidos urbanos coletados regularmente e com destino-final adequado em relação aos resíduos sólidos totais gerados por cidade. 1.6.2 Níveis médios anuais de material particulado fino.
ODS 11.7 até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, em particular para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência.	11.7.1 Participação média no uso do espaço construído ao ar livre das cidades para uso público de todos, por sexo, idade e pessoas com deficiência. 11.7.2 Proporção de pessoas vítimas de assédio físico ou sexual, por sexo, idade, status de deficiência e local de ocorrência, nos últimos doze meses.
ODS 11. apoiar relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, peri-urbanas e rurais, reforçando o planejamento nacional e regional de desenvolvimento.	11.A.1 Proporção da população das cidades que implementam planos de desenvolvimento urbano e regional integrando projeções populacionais e necessidades de recursos, por tamanho de cidade.
ODS 11.B até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação à mudança do clima, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015 -2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis.	11.B.1 Proporção dos governos locais que adotam e implementam estratégias locais de redução dos riscos a desastres alinhadas com o Quadro Sendai para redução dos riscos de desastres 2015 -2030. 11.B.2 Número de países com estratégias nacionais e locais para redução do risco a desastres.
ODS 11.C apoiar os países menos desenvolvidos, inclusive por meio de assistência técnica e financeira, para construções sustentáveis e resilientes, utilizando materiais locais.	11.C.1 Proporção do apoio financeiro para os países menos desenvolvidos que é alocada para a construção e reforma de construções sustentáveis, resilientes e eficientes em termos de recursos, utilizando materiais locais.

Quadro 2 – Objetivos e indicadores para o Desenvolvimento Sustentável – ODS 11. Fonte: Adaptação do autor (ONU, 2016).

Nesse contexto mundial sobre o tema Cidades Sustentável, o IBGE publicou em 2017 o Caderno Temático do Atlas Nacional Digital, intitulado “Cidades Sustentáveis”, reforçando a discussão em torno de conceitos, métodos e informações que darão suporte a essa temática no Século XXI, e a necessidade de instrumentalizar a sociedade e o poder público com informações capazes de incorporar as múltiplas dimensões que compõem a noção da sustentabilidade urbana.

No entanto, o que são cidades sustentáveis? Como medir a sustentabilidade de uma cidade?

As organizações multilaterais têm abordado o tema da cidade sustentável desde a década de 1980, ganhando destaque na Conferência Mundial das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, na qual foi aprovado o documento da Agenda 21, propondo diretrizes de sustentabilidade para a gestão do território.

Em 2006, o Banco Mundial publicou indicadores sobre 142 cidades de 134 países em um estudo denominado “Cidades em um mundo globalizado”. O Programa das Nações Unidas Habitat também tem estudado indicadores urbanos desde a década de 1990 e, hoje, acompanha o cumprimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

A Organização das Nações Unidas implementou como uma recomendação do Capítulo 38 da Agenda 21, em 1992, a Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS), que teve como objetivo acompanhar e cooperar na elaboração e implementação da Agenda 21 dos diversos países, sendo substituída em 2013 pelo Fórum Político de Alto Nível sobre Desenvolvimento Sustentável. A Organização PanAmericana de Saúde (OPAS) desenvolve o projeto Municípios e comunidades saudáveis desde 1992 e coleta 32 indicadores de saúde em várias cidades.

Considerando esse arcabouço institucional, observa-se que uma cidade para ser sustentável deve prover qualidade de vida para seus moradores, gestão e manejo de resíduos urbanos, gestão eficiente da mobilidade urbana, energia limpa, preservação ambiental, arborização urbana, saneamento básico, geração de emprego, bons indicadores econômicos, acesso à educação e saúde, segurança, qualidade do ar, planejamento urbano e instrumentos institucionais e políticos capazes de gerir esses aspectos.

Observa-se, na Figura 3, a cidade de Singapura que, segundo recente pesquisa da Consultoria Arcadis e o Centro de Economia e Business Research do Reino Unido (2017), ocupou a 2ª posição dentre as 100 grandes cidades analisadas. Os critérios mais marcantes foram a arborização urbana e os planos de mobilidade urbana em favor do transporte público.

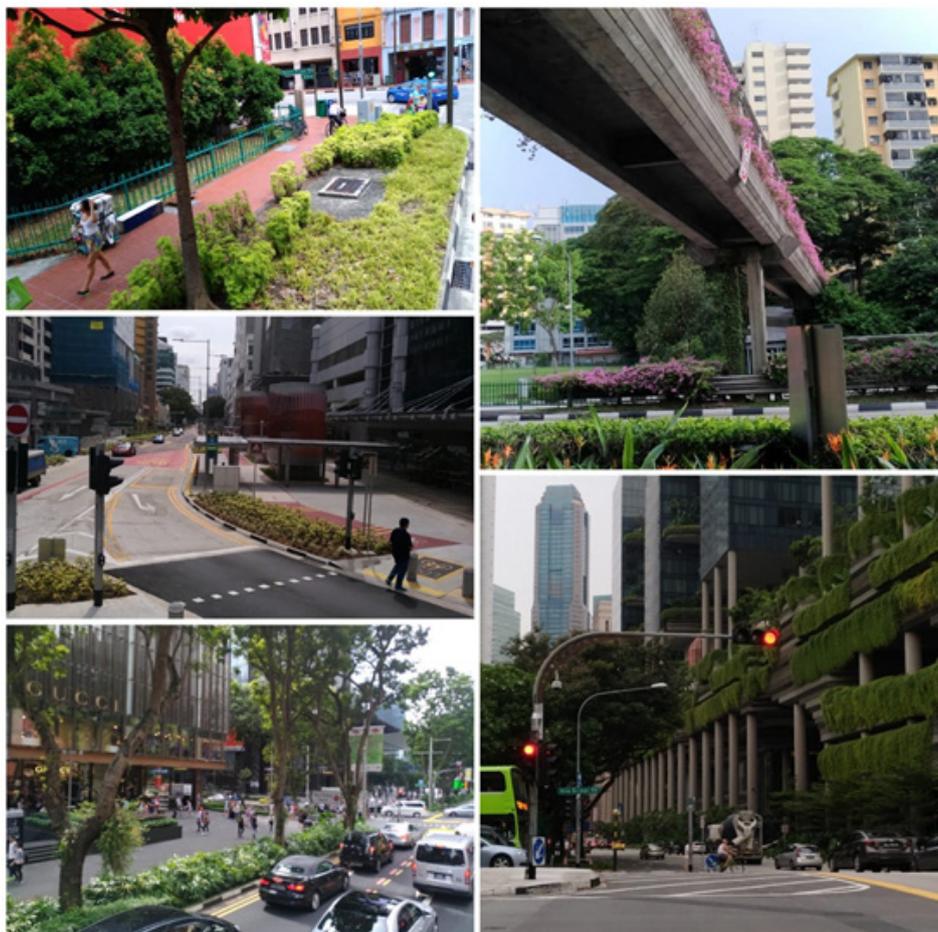


Figura 3 – Singapura: Cidade de Singapura, 2017. Fonte: Michelotto, 2017.

Segundo Martinelli (2004), pode-se dizer que não há cidades sustentáveis, mas há busca por sustentabilidade. É necessário pensar as cidades sustentáveis como um constante processo de implementação de critérios de sustentabilidade que exigem o reconhecimento de uma série de valores, atitudes e princípios tanto nas esferas públicas como privadas e individuais da vida urbana.

Por isso, a discussão sobre sustentabilidade urbana é importante, visto que se relaciona com o processo de urbanização verificado principalmente nos países em desenvolvimento, o combate à pobreza e à exclusão social, sendo que os problemas ambientais também representam, ou ao menos indicam, conflitos sociais e têm origem no processo de desenvolvimento econômico desigual (Boareto, 2008).

Na seção seguinte, abordaremos aspectos relacionados aos instrumentos utilizados para mensurar a sustentabilidade no ambiente urbano.

3. Indicadores de sustentabilidade urbana: conceitos e reflexões

A partir da década de 1990, vários têm sido os esforços de órgãos e agências internacionais para desenvolver metodologias adequadas capazes de mensurar algo tão complexo quanto os aspectos atrelados ao desenvolvimento sustentável. Todas as organizações envolvidas na construção de indicadores corroboram da ideia de que esses poderiam ser ferramentas importantes para a formulação de políticas (prospectivas) e para a avaliação da implementação de políticas (indicadores retrospectivos), mas enfatizam também suas limitações (World Resources Institute, 1994).

No ano de 1996, o Relatório Europeu da Comissão das Cidades Sustentáveis (CE, 1996) já reconhecia a necessidade de se criar instrumentos para quantificar o desempenho da sustentabilidade através da construção de indicadores. Considerando a sustentabilidade parte integrante de política e de planejamento urbano, necessitava-se, portanto, de ferramentas adequadas de mensuração.

Os indicadores de sustentabilidade urbana não poderiam incluir apenas variáveis ambientais, pois o desempenho ambiental não seria o único fator que determinaria a sustentabilidade de uma cidade. As questões socioeconômicas também desempenhavam um papel importante, incluindo aí os indicadores socioeconômicos. Essa foi a primeira conclusão do Fórum Nacional de Dublin sobre Indicadores (UCD, 1996) e da Conferência de Rennes, onde mais de 40 representantes de redes municipais e organizações internacionais se uniram a 200 pesquisadores e tomadores de decisão para discutir o uso de indicadores em áreas urbanas (OCDE, 1997).

O Banco Mundial define indicadores como medidas de desempenho que agregam informações de forma utilizável, destacando, no entanto, as questões complexas como variações intertemporais e incertezas. No âmbito das cidades eles são, portanto, ferramentas que permitem que planejadores municipais,

gestores municipais e formuladores de políticas avaliem o impacto socioeconômico e ambiental de, por exemplo, projetos urbanos atuais, infraestruturas, políticas, sistemas de disposição de resíduos, poluição e acesso a serviços por cidadãos.

Koichiro e Christodoulou (2011), em seu estudo sobre sustentabilidade urbana, discutem os requisitos teóricos e práticos para a criação do Índice de Sustentabilidade da Cidade (CSI), através da análise de índices como Pegada Ecológica, Índice de Sustentabilidade Ambiental, Índice de Bem estar, Produto Interno Bruto (PIB), Índice de Bem-estar Econômico, Vulnerabilidade Ambiental, Políticas Ambientais, Índice de Planeta Vivo, Produto Interno Bruto Ambiental e, quando aplicáveis, índices locais.

Objetivo do trabalho de Koichiro e Christodoulou (2011) foi de criar um índice comum que permitisse o acesso e a comparação da sustentabilidade urbana ao redor do mundo, com intuito de compreender o impacto da urbanização no meio ambiente e na qualidade de vida quando comparados com a sua contribuição na economia. No futuro, o CSI servirá como guia para propor e implementar padrões comuns de sustentabilidade urbana.

Os Princípios de Bellagio, elaborado por um grupo de estudiosos sobre o desenvolvimento sustentável, apresentam diretrizes para selecionar e construir indicadores de sustentabilidade (IISD, 2006). O ponto de partida desses princípios para análise da sustentabilidade é a pesquisa bibliográfica, que auxilia na percepção da relação sociedade-natureza. Nesse contexto, o capítulo 40 da Agenda 21 Global traz a necessidade da construção de indicadores que possam ser aplicados à realidade de cada país.

Ainda assim, como desenvolver indicadores de sustentabilidade urbana? Martins e Candido (2011), ao tratarem dos desafios presentes na mensuração da sustentabilidade urbana, propõem uma metodologia que abrange o processo de escolha do indicador, a sua operacionalização e análise final, com o intuito de gerar um conjunto de informações sobre os aspectos sustentáveis e insustentáveis presentes no espaço urbano. Para os autores, os indicadores de sustentabilidade urbana são cruciais na elaboração e redefinição das políticas públicas urbanas "como forma de traçar novos rumos das cidades embasadas em práticas sustentáveis" (Martins; Candido, 2011, p. 11).

Para que haja conformidade na escolha desses indicadores, os autores propõem que sejam superados os seguintes desafios: definir um número adequado de indicadores; definir critérios para seleção dos indicadores; definir as dimensões da sustentabilidade urbana que englobe os principais problemas urbanos e as prioridades locais; incorporar a participação dos atores locais e institucionais no processo de seleção dos indicadores; selecionar indicadores que sirvam de orientação para as políticas públicas urbanas; retratar a problemática urbana local; permitir comparação em termos temporal; e, por fim, permitir comparação em termos espaciais.

Com o objetivo de traçar um panorama do ODS no Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), publicou em 2015 a 6ª edição dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, que reúne 63 indicadores Baseados em 58 indicadores da CSD (2005); o estudo abrange quatro dimensões: ambiental, econômica, social e institucional. Entre as fontes de pesquisa utilizadas para a construção dos indicadores estão a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), Produto Interno Bruto (PIB), Pesquisa da Produção Agrícola Municipal (PAM) e Projeção da População do Brasil, todos do IBGE. O estudo também utiliza dados de ministérios, secretarias estaduais e municipais, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), DataSUS, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Unesco e outras instituições.

Bellen (2005) fez uma análise comparativa das metodologias de elaboração de indicadores de sustentabilidade. O autor foi além do puro embasamento teórico da descrição das diferentes metodologias existentes para avaliação de sustentabilidade, partindo da opinião dos maiores especialistas do mundo e, depois, fazendo uma análise comparativa dos três principais sistemas internacionais de indicadores de sustentabilidade apontados por esses especialistas: Ecological footprint method, Dashboard of sustainability e Barometer of sustainability. O autor comparou esses três sistemas em diferentes categorias: escopo (ecológico, social, econômico e institucional), esfera (global, nacional, regional, organizacional e individual), dados utilizados na elaboração dos indicadores, participação de atores na elaboração e definição dos indicadores, e a interface, ou seja, a capacidade dos vários tipos de usuários interpretarem os indicadores para avaliar a sustentabilidade.

Consideramos, também, importante do ponto de vista teórico analisar o relatório *Our Built and Natural Environment – Ambiente Natural e Construído* –, publicado em 2001 pela Environmental Protection Agency (EPA) – Agência de Proteção Ambiental – dos EUA, cujo objetivo foi de introduzir um novo padrão de planejamento urbano e rural baseado nos princípios do Smart Growth, um conjunto de medidas de planejamento urbano e regional capaz de serem moldados e aplicados em nível local, a fim de promover um padrão de desenvolvimento social, ambiental e economicamente sustentável. O relatório traz opções de planejamento urbano nas áreas de habitação, mobilidade, recreação, serviços sociais, cultural, dentre outros.

A construção de um sistema eficiente de indicadores de sustentabilidade urbana vem sendo realizada em diversas cidades do Brasil e do mundo, em algumas a partir de gestões públicas e, em diversas outras, através de organizações do terceiro setor e da iniciativa privada. No caso do sistema de indicadores de sustentabilidade urbana, isso significa uma nova forma de governabilidade, uma mudança de paradigma que permitirá estruturar melhor os investimentos públicos.

O desafio para as autoridades urbanas é decidir qual ferramenta melhor atende às necessidades e objetivos de uma dada cidade, em particular, o que seria fácil

de implementar e o que vale o esforço financeiro e humano. Em alguns casos, uma seleção de diferentes ferramentas pode ser desejável para uma pequena cidade; em outros, uma cidade grande pode desejar aderir a um programa global, já bem estabelecido, de indicadores.

3.1 O quadro atual na concepção de indicadores de sustentabilidade urbana

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), os indicadores permitem a medição da mudança em um sistema:

Os indicadores são selecionados para fornecer informações sobre o funcionamento de um sistema específico, para uma finalidade específica - para apoiar a tomada de decisões e o gerenciamento. Um indicador quantifica e agrega dados que podem ser medidos e monitorados para determinar se a mudança está ocorrendo. Mas, para entender o processo de mudança, o indicador precisa ajudar os tomadores de decisão a entender por que a mudança está ocorrendo (FAO, 2002).

Atualmente, os formuladores de políticas e gestores municipais possuem acesso a uma grande variedade de metodologias de indicadores de sustentabilidade. Essas se diferem sobre temas, abordagens de mensuração, escalas e, sobretudo, sobre a seleção de indicadores. O comum entre essas metodologias é que praticamente todas se esforçam para promover o desenvolvimento urbano sustentável agregando informações ambientais e socioeconômicas e que são facilmente aplicáveis (Hiremath et al., 2013).

Ao reduzir os dados necessários para ilustrar a sustentabilidade urbana, mais fácil será a comunicação dessas informações para diversos públicos (Keirstead, 2007). Quanto mais confiança e compreensão dos indicadores por parte dos tomadores de decisão, melhor será o resultado para a formulação de políticas públicas.

Ocorre que há um grande número e diversidade de conjuntos de indicadores, no entanto (Zavadskas et al., 2007), com diferenças significativas nas suas metodologias e estruturas conceituais (Hammond et al., 1995; Ramos, Caeiro, de Melo, 2004; Moreno pires, Fidélis; Ramos, 2014).

Como, então, escolher entre tantos conjuntos de indicadores? Shen et al. (2011) propõem que é necessário compreender os vários objetivos para os quais os indicadores podem ser usados. Fundamentalmente, eles podem ser aplicados de três maneiras: como ferramentas explicativas, ferramentas piloto ou ferramentas de avaliação de desempenho.

O Prêmio Capital Verde da Europa (EGCA; Berrini; Bono, 2011) é um exemplo de uma ferramenta explicativa, em que um conjunto bem definido de indicadores foi coletado para avaliar o estado atual da dimensão ambiental da sustentabilidade na área urbana de um município ou região, destacando o que tem sido feito para promover, ali, a sustentabilidade. Nesse caso, essa ferramenta também se enquadra na categoria de ferramenta-piloto, pois servirá para auxiliar na formulação de políticas públicas. Outros exemplos de ferramentas piloto incluem o *City Blueprints*

(Van Leeuwen et al., 2012) e *Urban Sustainability Indicators* (Mega e Pedersen, 1998) que serão discutidos na próxima seção.

A ferramenta de avaliação de desempenho é a categoria mais numerosa e amplamente considerada mais importante para os indicadores de sustentabilidade urbana (Hiremath et al., 2013). São muitos os exemplos, dentre os mais notáveis o Global City Indicators Program (2007) e o Quadro Referência para Cidades Sustentáveis, um kit de ferramentas baseado nas características das cidades.

O modelo pressão-resposta-estado é uma estrutura extensamente aceita para a compilação de indicadores de desempenho de sustentabilidade, adotado pela OCDE e referido pelo Banco Mundial. O modelo liga as causas das mudanças ambientais (pressão) aos seus efeitos (estado) e, finalmente, aos projetos, ações e políticas (respostas) desenhados e implementados para lidar com essas mudanças (Figura 4).

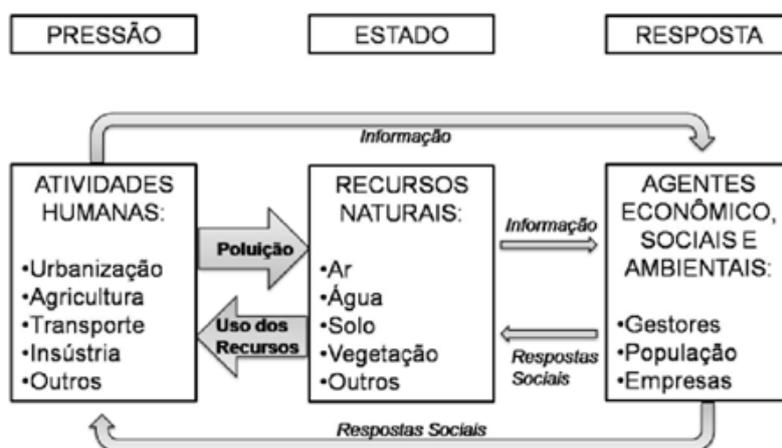


Figura 4 – Modelo Pressão-Estado-Resposta. Fonte: OCDE, 1993.

Os indicadores devem nos dizer em que áreas a cidade está se saindo melhor, de acordo com suas metas específicas. Um único índice de sustentabilidade deve nos dizer se a cidade está se tornando mais sustentável ou não. A passagem dos indicadores temáticos para um índice de desempenho da política de sustentabilidade para as cidades é uma tarefa complexa, uma vez que os indicadores devem ser ponderados pela sua contribuição para os níveis de sustentabilidade, e todos os níveis anteriores de agregação devem ser levados em conta. Um esforço especial deve ser feito para evitar a contagem múltipla de pressões de sustentabilidade individuais, levadas em conta na composição dos indicadores temáticos.

Alguns pesquisadores observaram que os sistemas de indicadores da União Europeia (UE) dão pouca ênfase aos aspectos sociais e de governança do desenvolvimento sustentável, enquanto outros dizem que as considerações sociais e econômicas estão sub-representadas (Lynch et al., 2011). Quase todos os conjuntos de indicadores e índices dão ênfase ao aspecto ambiental da sustentabilidade, às vezes em detrimento das outras categorias (Shen et al., 2011).

Os problemas fundamentais enfrentados ao escolher um conjunto de

indicadores incluem padronização e disponibilidade de dados. Como a avaliação de desempenho é um dos principais objetivos do uso de indicadores de sustentabilidade, é importante poder comparar o desempenho entre áreas urbanas semelhantes, para que os conjuntos de indicadores possam ser validados e melhorados, esclarecendo questões políticas complexas e abstratas (Yigitcanlar; Lonnqvist, 2013).

A padronização também contribui para melhorar a colaboração e o compartilhamento de conhecimento entre os governos locais (Moreno Pires; Fidélis; Ramos, 2014).

Deve-se notar, no entanto, que a padronização de indicadores entre cidades continua sendo um problema, levantando a questão: o que precisamente constitui uma cidade? A resposta infelizmente está além do escopo desta discussão.

A disponibilidade de dados é outro aspecto importante a ser considerado na seleção de um sistema de indicadores. Essas estruturas são projetadas por uma série de grupos e indivíduos, como agências governamentais, organizações não-governamentais e universidades, para citar alguns (Sébastien; Bauler, 2013), com o resultado de que há pouca ou nenhuma consideração sobre quais dados estão prontamente disponíveis quando o conjunto de indicadores é proposto. O City Blueprints é um exemplo clássico: apesar de planejar explicitamente o conjunto de indicadores em torno dos dados disponíveis publicamente, houve dificuldade para obter os dados necessários para concluir a avaliação da sustentabilidade da água de Roterdã (Van Leeuwen et al., 2012). Moreno Pires et al. (2014) citam fontes de dados inadequadas ou indisponíveis como uma das falhas mais comuns dos sistemas de indicadores.

Seria talvez valioso neste momento, discutir quais aspectos dos sistemas de indicadores são desejáveis. Algo já amplamente aceito é que os conjuntos de indicadores precisam ser localmente relevantes – eles precisam trabalhar na escala (tamanho, estrutura física e estrutura organizacional) da cidade ou município (Camagni, 2005). O quadro de indicadores escolhido deve refletir a geografia e o contexto social da área urbana em questão (Moreno Pires, Fidélis, Ramos, 2014; Hiremath et al., 2013).

Outra observação importante é que indicadores com amplo apoio político foram mais bem-sucedidos do que aqueles propostos por instituições acadêmicas ou agências não-governamentais (Hiremath et al., 2013). Logicamente, isso ocorre porque os indicadores são selecionados para informar as políticas públicas. O argumento é que os formuladores de políticas, juntamente com aqueles que são afetados por essas políticas, estão na melhor posição para prever o sucesso potencial e a sustentabilidade de novas regulamentações e intervenções.

Mega e Pedersen (1998) sugeriram que os indicadores devem ser claros, simples, cientificamente sólidos e reprodutíveis. Cash et al. (2003) definem três

critérios para a usabilidade de qualquer indicador: saliência, credibilidade e legitimidade. Zavadskas et al. (2007), por sua vez, sugerem que um conjunto de indicadores deve ser bem fundamentado, limitado em número, amplo na cobertura das metas da Agenda 21, obtido com uma relação custo-benefício razoável, usar dados publicados oficialmente e ser capaz de refletir todos os aspectos do desenvolvimento urbano. Finalmente, Hiremath et al. (2013) sugerem que os indicadores devem ser relevantes para a política, cientificamente fundamentados, prontamente implantáveis e úteis para fins de planejamento.

Embora a magnitude e importância dos indicadores de sustentabilidade tenha recebido muita atenção nos últimos anos, seu uso real na medição do desempenho da sustentabilidade urbana ainda está em um estágio inicial. Indicadores descritivos, ilustrando o status do ambiente e baseados em medidas físicas concretas reais, são mais fáceis de estabelecer e interpretar.

O relatório da Comissão Europeia das Cidades Sustentáveis (1996) reconheceu a necessidade de indicadores como instrumentos para quantificar o desempenho da sustentabilidade. Se a sustentabilidade é um objetivo político coerente, deve ser possível medir se estamos caminhando para ela.

Todas as organizações envolvidas no desenvolvimento de indicadores parecem concordar que a significância dos indicadores se estende além do que é obtido diretamente das observações e que elas devem ser claras, simples, cientificamente sólidas, verificáveis e reprodutíveis. Os indicadores urbanos não podem incluir apenas indicadores ambientais, pois o desempenho ambiental não é o único fator a alcançar a sustentabilidade de uma cidade.

As propriedades necessárias dos indicadores são: devem ser significativos, devem ajudar na comparação, avaliação e previsão, e devem ajudar a construir e harmonizar bancos de dados e a tomada de decisões em vários níveis para promover informação local, empoderamento e democracia. Devem também contribuir para tornar a cidade mais visível e transparente e, se possível, ter um papel simbólico, abrangendo todos os setores e bairros que contribuem para o processo coevolucionário de desenvolvimento sustentável.

Tal como acontece com todas as inovações, o desenvolvimento de indicadores é reforçado pela existência de um ambiente inovador permanente. Seattle, nos EUA, é frequentemente citada como um exemplo clássico de uma cidade dinâmica com um conjunto coerente de indicadores.

Da mesma forma, o desenvolvimento de indicadores para políticas urbanas pode ser um importante instrumento de promoção da participação cidadã. Há uma tendência unanimemente reconhecida: os moradores das cidades são cada vez mais convidados a atuar como parceiros e não como manifestantes. Oficinas de cenários tentam reunir, em "bases neutras" e em "termos iguais", vários grupos locais tradicionalmente opostos, a fim de formular um consenso sobre a visão

de uma cidade sustentável. O consenso esclarecido requer arte e ciência de pensadores e realizadores, bem como tomadores de decisão que se esforcem para se tornar criadores de mudanças e instrumentos para estabelecer uma comunicação equitativa.

A Carta das Cidades e Vilas Europeias: Rumo à Sustentabilidade – Carta de Aalborg, publicada em 1994, é utilizada como referência para o desenvolvimento de indicadores de desempenhos nos seus princípios e orientações políticas. Foi o marco de uma primeira tentativa para desenvolver um conjunto de indicadores de sustentabilidade no âmbito do seu projeto em cidades médias (Mega, 1994a). Esforços e realizações foram amplamente discutidos em oficinas organizadas, e indicadores foram posteriormente desenvolvidos para as cidades europeias de Alicante, Toledo, Évora, Coimbra, Perugia, Siena, Friburgo, Dessau, Nîmes, Bastia, Parma, Kavala e Rodes.

Essa concepção política da Carta de Aalborg constitui o quadro básico para o desenvolvimento de indicadores. Um indicador pode ser atribuído a priori para cada tema da política. A variedade na natureza e na escala dos temas de política dita a variedade dos indicadores a serem sugeridos. Os indicadores compostos devem afirmar se uma cidade segue as instruções de mudança declaradas na Carta.

O conjunto sugerido inclui nove indicadores ambientais: Responsabilidade pelo Clima Global, Acidificação do Meio Ambiente, Toxificação de Ecossistemas, e Distúrbios Locais. Eles expressam, juntamente com os indicadores de consumo de energia e água (com exceção do indicador de distúrbios locais) a responsabilidade de uma cidade pelo meio ambiente global. O indicador de distúrbios locais, juntamente com o indicador de qualidade do ar, o de mobilidade urbana e os indicadores de gestão de resíduos, expressam aspectos importantes da qualidade de vida local ligados às considerações globais (Mega, 1994b).

A escala para o desenvolvimento de cada indicador depende muito da sua natureza: os indicadores de clima global, acidificação, ecossistemas, toxificação ou sustentabilidade econômica são relevantes no nível da cidade. Os restantes indicadores são mais relevantes a nível regional, se quiserem refletir os vários passos do desenvolvimento dentro da mesma cidade. O grau de diversidade e heterogeneidade dentro de uma cidade define aspectos territoriais para o desenvolvimento de indicadores significativos locais.

Após a identificação e análise de dados sobre indicadores em diversos países, especialmente por iniciativa dos países europeus e cidades norte americanas, podemos verificar a preocupação para concretizar-se ferramentas de políticas públicas a fim de mitigar problemas no meio ambiente urbano.

Em nível nacional, vários têm sido os avanços e pesquisas sobre como operacionalizar esses instrumentos na realidade das cidades brasileiras. Desde 2015, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) tem se engajado através da

Comissão de Estudo Especial de Cidades e Comunidades Sustentáveis, que é um espelho do Comitê ISO/TC 268 – *Sustainable Cities and Communities* – nas atividades, discussões e tradução de normas internacionais ISO relacionadas ao desenvolvimento de Cidades Inteligentes, a fim de promover e impulsionar sua implementação no Brasil.

A Comissão tem por objetivo desenvolver um conjunto robusto de ferramentas para cidades, em apoio a estratégias e planos para um desenvolvimento urbano adequado, além da elaboração de normas práticas e eficientes para acelerar as transformações e digitalizações das cidades em direção à sustentabilidade, inteligência e resiliência, tendo o bem-estar dos cidadãos e a qualidade de vida como foco central. Um importante marco, ocorrido em janeiro de 2017, foi a adequação da Norma ISO 37120 (Desenvolvimento sustentável de comunidades – Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida) para realidade brasileira. A norma aborda o tripé do desenvolvimento sustentável: questões ambientais, questões sociais e questões econômicas, sendo a primeira do país a tratar especificamente de cidades sustentáveis.

A adequação da norma contou com trabalho de diversos pesquisadores da Escola Politécnica de Engenharia da Universidade de São Paulo (POLI), organismos técnicos e instituições como o Sindicato da Habitação (Secovi-SP), a Caixa Econômica Federal, o Ministério das Cidades, o Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU), a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), o Centro de Tecnologia de Edificações (CTE), o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), o Instituto de Engenharia, entre outros.

A NBR ISO 37120 foi criada a partir de uma inquietação acadêmica. Segundo o Professor da POLI Alex Abiko havia necessidade de saber a melhor maneira de avaliar a sustentabilidade urbana no Brasil. A equipe analisou mais de 150 medições em diferentes países como Estados Unidos, Austrália, França, Inglaterra, África do Sul e alguns sistemas no Brasil. A dúvida deles era: qual seria a melhor ferramenta para aplicar à realidade brasileira? Na pesquisa pelo sistema ideal, chegou-se à norma da ISO, a Organização Internacional de Normalização, que reúne associações de padronização/normalização de 162 países, incluindo o Brasil. A NBR ISO 37120 procura sintetizar tudo o que já existe de conhecimento dessas certificações.

As áreas englobadas pelos indicadores são: economia, educação, energia, ambiente, finanças, serviços de emergência, saúde, lazer, segurança, resíduos, transportes, telecomunicações, água, planejamento urbano, entre outras.

Há, também, outras duas normas que foram recém adaptadas para a realidade brasileira:

- ABNT NBR 37122 – Cidades e Comunidades Sustentáveis – Indicadores para Cidades Inteligentes, que estabelece uma estrutura de 79 indicadores que

avaliam o desempenho de uma cidade;

- ABNT NBR ISO 37123 – Cidades e comunidades sustentáveis – Indicadores para cidades resilientes, norma complementar que aborda indicadores para a resiliência das cidades.

Outros importantes indicadores são: o Sistema Nacional de Indicadores das Cidades-SNIC (Braga et al., 2006), Sistema de Índices de Sustentabilidade Urbana – SISU, Índice de Qualidade de Vida Urbana dos Municípios Brasileiros – IQVU-BR (Nahas, 2002), Sistema Integrado de Gestão do Ambiente Urbano-SIGAU (Rossetto, 2003), Indicadores de sustentabilidade dos espaços públicos urbanos: aspectos metodológicos e 16 atributos das estruturas urbanas. A questão ambiental urbana: experiências e perspectivas. (Romero et al., 2015) e as metodologias de indicadores de sustentabilidade desenvolvidos por Martins e Candido (2011).

O conjunto de indicadores tem como orientação as recomendações da Comissão para o Desenvolvimento Sustentável – CDS (Commission on Sustainable Development - CSD) da Organização das Nações Unidas – ONU, com adaptações às especificidades brasileiras. Os indicadores incorporam elementos apresentados pela CDS no documento *Indicators of sustainable development: guidelines and methodologies*, conhecido como Livro Azul, em sua edição de 2007, além de outras informações importantes para a realidade brasileira no que se refere às dimensões ambiental e institucional do desenvolvimento sustentável.

Os indicadores são divididos em quatro dimensões: ambiental, social, institucional e econômica. Na dimensão ambiental temos os seguintes subtemas: atmosfera, terra, água doce, oceanos, mares e áreas costeiras, biodiversidade e saneamento. Na dimensão social: população, trabalho e rendimento, saúde, educação, habitação e segurança. A dimensão institucional: quadro institucional e capacidade institucional. Por último, na dimensão econômica: quadro econômico. Essas quatro dimensões somam um total de 63 indicadores que são ilustrados por meio de gráficos e mapas, descrição e indicação das variáveis, e fontes utilizadas em sua construção, considerando a relevância para o desenvolvimento sustentável. Os indicadores contemplam série histórica e abrangem, sempre que possível, o conjunto do País e as Unidades da Federação, permitindo o acompanhamento dos fenômenos ao longo do tempo e o exame de sua ocorrência no território (IBGE, 2015).

Por fim, e não menos importante, há o Programa Cidades Sustentáveis (PCS), uma agenda nacional de sustentabilidade urbana que, desde 2012, atua na sensibilização e mobilização de governos locais para a implementação de políticas públicas atreladas ao Desenvolvimento Sustentável. Estruturado em 12 eixos temáticos e alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), o programa oferece ferramentas e metodologias de apoio à gestão pública e ao planejamento urbano integrado, além de mecanismos de controle social e estímulo à participação cidadã.

Em 2019, sob a chancela do Programa Cidades Sustentáveis, o Instituto Cidades Sustentáveis organizou esforços para a criação do Índice de Desenvolvimento Sustentável – Brasil, que, composto por 100 indicadores atrelados aos ODS, abrange todos os 5.570 municípios brasileiros, o que torna o Brasil o único país do mundo a monitorar todas as cidades na Agenda 2030.

O Brasil ainda não tem uma cidade que seja totalmente sustentável, mas está no caminho da criação de instrumentos que possam operacionalizar as metas e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável para Cidades (ONU, 2017). Como exemplo existem as cidades paranaenses de Curitiba e Londrina, pelos seus aspectos de mobilidade urbana e arborização urbana, a cidade de Extrema em Minas Gerais, pela preservação dos recursos hídricos e do programa de reconstituição de nascentes, João Pessoa na Paraíba, onde a colaboração entre a Prefeitura Municipal, o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e a Caixa Econômica Federal levou a criação da primeira cidade totalmente sustentável do país.

Considerações finais

A partir do que foi exposto, observa-se uma indicação clara dos pontos fortes teóricos de um sistema de indicadores. O mais importante, porém, é que um sistema de indicadores precisa atender às necessidades de sustentabilidade da cidade onde está sendo implementado (Shen et al., 2011). No entanto, os conceitos discutidos acima cobrem os aspectos mais pertinentes de como um formulador de políticas públicas poderia escolher uma estrutura apropriada para uma dada área urbana.

Os indicadores podem medir com mais precisão a pressão, o estado ou a política, mas em uma situação dinâmica o que realmente importa é o “estado final”. Uma política, quando orientada para a sustentabilidade, não será eficiente se o resultado estiver longe desse objetivo ou apresente uma meta irrealista. Ademais, os indicadores podem medir o sucesso de um conjunto de ações e até mesmo estimulá-las, mas não indicam a natureza dessas ações, o que é de responsabilidade dos tomadores de decisão e dos cidadãos que têm à sua disposição uma grande variedade de instrumentos para diagnóstico e intervenção urbana. Metas para indicadores temáticos podem ser definidas no nível da cidade, de acordo com as prioridades de cada cidade. O desempenho de uma cidade em nível nacional ou local deve, portanto, ser julgado de acordo com suas metas.

Os resultados de indicadores de sustentabilidade urbana, associados à estudos de caso e outras pesquisas, podem balizar políticas urbanas voltadas para alcançar as metas de sustentabilidade e, em uso posterior, permitir avaliações contínuas das intervenções. Resumindo, os indicadores são ferramentas fundamentais para impulsionar o planejamento e o gerenciamento urbano.

Os indicadores não têm sentido sem objetivos específicos e não podem contribuir para a melhoria da qualidade de vida urbana se não houver uma estrutura

política baseada em um diagnóstico da situação atual, reconhecendo que alguns fatos devem mudar e orientar mudanças e objetivos (e, se possível, metas finais) a serem atingidas.

Em conclusão, essas discussões, que se basearam na bibliografia estudada, nos levaram a seguinte indagação: como as cidades sustentáveis são criadas? Em outras palavras, para criar um ambiente urbano sustentável, é crucial medir e avaliar políticas, infraestruturas, fatores socioeconômicos, uso de recursos, emissões e quaisquer outros processos que contribuam para e lucrem com o metabolismo, a prosperidade e a qualidade de vida da cidade. Isso permitirá que autoridades municipais de planejamento urbano e governos em geral identifiquem áreas de oportunidade, bem como preocupações, e com uma perspectiva de longo prazo, respondam desenvolvendo metas realistas de sustentabilidade.

Referências

AAVV. Carta das Cidades Europeias para a Sustentabilidade – Carta de Aalborg, Aalborg, I Conferência Europeia sobre Cidades Sustentáveis, 1994. Disponível em: <http://www.rcc.gov.pt/SiteCollectionDocuments/CartaDasCidadesEuropeiasParaA%20Sustentabilidade.pdf>. Acesso em jun. 2021.

ACSELRAD, H. Discursos da Sustentabilidade Urbana. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais. Rio de Janeiro, nº. 1, maio, p. 79-90, 1999.

ACSELRAD, H. Sentidos da Sustentabilidade Urbana. In: ACSELRAD, H. A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas. 2 ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009. p. 43-70.

ADAMS, D. Urban Planning and the Development Process. London: Routledge, 1994.

BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO (BID). Anexo 2: Indicadores da Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis. Guia metodológico. 2. Ed. 2014. Disponível em: <http://www.iadb.org/es/temas/ciudades-emergentes-y-sostenibles/publicacionesciudades-sostenibles,18715.html>. Acesso em jul. 2021.

BARRETT, S. M.; BODDY, M.; STEWART, M. The implementation of the community land scheme. SAUS Occasional Paper nº. 3, School for Advanced Urban Studies, University of Bristol. e development process. Routledge, London, 1978.

BERKE, P. R.; GODSCHALK, D. R.; KAISER, E. J.; RODRIGUEZ, D. A. Urban Land Use Planning. Chicago: University of Illinois Press. 2006. 504p.

BOARETO, R. A política de mobilidade urbana e a construção de cidades sustentáveis. Revista dos Transportes Públicos – ANTP, ano 30/31, 3º e 4º trimestres, 2008, p. 143 - 160.

BRAGA, T. M.; BRITO, F.; FREITAS, A. P. G.; MARQUES, D. H. Sustentabilidade e condições de vida em áreas urbanas: medidas e determinantes nas Regiões

Metropolitanas de São Paulo e Belo Horizonte. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, XIV., 2004. Caxambu. Anais [...]. Caxambu: ABEP, 2004.

BRASIL. Estatuto da Cidade: Lei nº. 10.257 de 10 de julho de 2001. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em nov. 2018.

BRENNER, N. *New State Spaces: Urban governance and rescaling of statehood*, New York: Oxford University Press, 2004.

BRENNER, N. Reestruturação, Reescalamento e a Questão Urbana. *GEOUSP – espaço e tempo*, São Paulo, nº. 33, p. 198-220, 2013.

BLUM, A.; GRANT, M. Sustainable neighbourhoods: Assessment tools for renovation and development. *Journal of International*, 2006.

CAMAGNI, R. *Economía Urbana*. Barcelona: Antoni Bosch, 2005. 332p.

CASTELLS, M. *A Questão Urbana*. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz & Terra, 1983.

CHRYSOULAKIS, N. LOPES, M., SAN JOSÉ, R. et al. Sustainable urban metabolism as a link between bio-physical sciences and urban planning: The BRIDGE project, *Landscape and Urban Planning*, v. 112, p. 100-117, 2013.

COUNCIL OF EUROPE. *The European Urban Charter*. Standing Conference of Local and Regional Authorities of Europe. Strasbourg. 1992.

CHURCHILL, C. J.; BAETZ, B. W. Development of decision support system for sustainable community design. *Journal of Urban Planning and Development*. v. 125, nº. 1, mar. 1999.

DEAKIN, M.; CURWELL, S. Sustainable urban development: the framework and directory of assesment methods. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, v. 4, n.2, p. 171-197, 2002.

DUBIN, R. A. Spatial autocorrelation and neighborhood quality *Regional Science and Urban. Economics*. v. 22, p. 433-452, sep. 1992.

DURAZO, E. P. Desarrollo sustentable de las ciudades. *Ciudades*, Ciudad del México, nº. 34, p. 51, abr.-jun., 1997.

ENGEL YAN, J.; KENNEDY, C. A.; SAIZ, S.; PRESSNAIL, K. Towards sustainable neighbourhoods: the need to consider infrastructure interactions. *Canadian Journal for Civil Engineering*. v. 32, nº. 1, p. 45-57.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA). *Ensuring quality of life in Europe's cities and towns*. 2009. Disponível em: <http://www.eea.europa.eu/publications/quality-of-life-in-Europes-cities-and-towns>. Acesso em 25 out. 2015.

ENA Recherche. *La Ville et ses usagers*. Paris: La documentation française. 1996.

- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Our Built and Natural Environment. 2001. Disponível em: <http://www2.epa.gov/sites/production/files/2014-03/documents/our-built-and-natural-environments.pdf>. Acesso em 20 out. 2015.
- EUROPEAN COMMISSION. Sustainable Development Indicators. Overview of relevant FP-funded research and identification of further needs, 2009. Disponível em: http://www.ieep.eu/assets/443/sdi_review.pdf. Acesso em 06 nov. 2015.
- EUROPEAN COMMISSION, DG XI. Green Paper on the Urban Environment. Brussels. 1990.
- EUROSTAT. L'offre et la demande en matière de statistiques urbaines. Luxembourg. 1997.
- FALK, N.; CARLEY, M. Sustainable urban neighbourhoods. Building communities that last. Government publication, 2012.
- GALSTER, G. On the Nature of Neighbourhood. Urban Studies Journal Foundation. v. 38, 2001.
- GUO, J.; BHAT, C. A comprehensive analysis of built environment characteristics on household residential choice and auto ownership levels. Transportation Research Part B Methodological, v. 41, n°. 5, p. 506-526, June 2007.
- GLOBAL CITIES INSTITUTE. List of Indicators: Global City Indicators Facility, 2007.
- GORE T.; NICHOLSON, D. Models of the land development process: a critical review. Environ Plan A, v. 23, n°. 5, p. 705-730, 1991.
- GRIMM, N. B.; FAETH, S. H.; GOLUBIEWSKI, N. E.; REDMAN, C. L.; WU, J.; BAI, X.; BRIGGS, J. M. Global change and the ecology of cities. Science, New York, n. 319, v. 5864, p. 756-760, 2008.
- HABITAT II. An Urbanizing World, Global Report on Human Settlements. Oxford: Oxford University Press, 1996.
- HAMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODENBURG, E.; BRYANT, D.; WOODWARD, R. T. Environmental Indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development. World Resources Institute, 1995.
- HARTWICK, J. The Economics of Sustainability. Conference paper in HIID, Harvard University. 1994.
- HARVEY, D. Social Justice and the City. London, 1983.
- HARVEY, D. From Place to Space and Back Again: reflections on the condition of postmodernity. In: BIRD, J.; CURTIS, B.; PUTNAM, T.; TICKNER, L. Mapping the futures. London: Routledge, 1993.
- HIREMATH, R.; BALACHANDRA, P.; KUMAR, B.; BANSODE, S. S.; MURALI, J.

Indicator-based urban sustainability. *Energy for Sustainable Development*. v. 17, n. 6, p. 555-563, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Indicadores de desenvolvimento sustentável. 2015. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=294254>. Acesso em out. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Síntese de Indicadores Sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv62715.pdf>. Acesso em mar. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Atlas do Brasil. 2017. Disponível: https://www.ibge.gov.br/apps/atlas_nacional/. Acesso em jun. 2021.

ICLEI. Towards Sustainable Cities and Towns. Report of the First European Conference on Sustainable Cities and Towns. Aalborg. 1995.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (IISD). Bellagio Principles. Disponível em: <http://www.iisd.org/measure/principles/bp.asp>. Acesso em 27 out. 2015.

KAROL P.; BRUNNER, J. Tools for measuring progress towards sustainable neighbourhood environments. *Sustainability*, nº. 1, v. 1, p. 612–627, 2009.

HOCH, C. What Planners Do: Power, Politics and Persuasion. Chicago: APA Planners Press, 1994.

HOUGH, M. Cities and Natural Process. A Basis for Sustainability. London: Routledge, 2004.

JACOBS, J. Morte e Vida de Grandes Cidades. Trad. Carlos S. Mendes. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

KÖTTER, T. & FRIESECKE, F. Developing urban indicators for managing mega cities. Department of Urban Planning and Real Estate Management, Institute of Geodesy and Geoinformation, University of Bonn. 2011.

LAWRENCE, D (2000). Planning theories and environmental impact assessment. *Environmental Impact Assess. Rev.* 20 (1): p. 607–625.

LEÃO BARROS, S. A. O que são os bairros: Limites político-administrativos ou lugares urbanos da cidade? O caso de Apipucos e Poço da Panela no Recife. 2002. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

LI, X., ET AL. (2014) The China Urban Sustainability Index 2013. (April).

LYNCH, K. The image of the city. Cambridge: the Massachusetts Institute of

- Technology Press and the President and Fellows of Harvard College Press, 1960.
- LYNCH, A. J.; et al. Sustainable Urban Development Indicators for the United States. 2011.
- MARTINELLI, P. Qualidade Ambiental Urbana em Cidades Médias: proposta de modelo de avaliação para o Estado de São Paulo. 2004. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.
- MARTINS, M. F; CANDIDO, G. Indicadores de sustentabilidade urbana: os desafios do processo de mensuração e formas de análise. IX Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Brasília, 2011.
- MCGRANAHAN, G.; et al. The citizens at risk: From urban sanitation to sustainable cities
Earthscan, London, 2001.
- MEGA, V. & PEDERSEN, J. Urban Sustainability Indicators Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 1998.
- MEGA, V. Les Fronts de l'innovation urbaine en Europe. Urbanisme. Paris Studies, vol. 1, nº. 4. 1994a.
- MEGA, V. Sustainability Indicators for European Cities. Harvard Institute for International Development. 1994b.
- MELO, C.; SAMPAIO, A. Análise da Expansão Urbana de Uberlândia – MG usando Ferramentas de Geoprocessamento. Observatório geográfico America Latina. 2014. Disponível em: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal15/Nuevastechnologias/Sig/12.pdf>. Acesso em 20 abr. 2021.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. 2005.
- MOREIRA, A. C. M. L. Relatório de Impacto de Vizinhança. In.: SINOPSES, nº 18, p. 23-25. São Paulo: Universidade de São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. 1992.
- MORENO PIRES, S.; et al. Measuring and comparing local sustainable development through common indicators: Constraints and achievements in practice. Cities. nº. 39. p. 1-9, 2014.
- NEUFELD, D.; COCKFIELD, R.; FOX, B.; WHITELAW, G. Towards an ecosystem approach to land-use planning. Ministry of Environment and Energy, Toronto, 1994.
- O'CAMPO, P. et al. The Neighbourhood Effects on Health and Well-being (NEHW) study. Health & Place. v. 31, p. 65-74, jan. 2015.
- ODUM, E. Ecology and our endangered life support systems. Sinauer Associates, Boston, MA, 1989.

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. Core set of indicators for environmental performance reviews: a synthesis report by the Group on the State of the Environment. Paris: OECD, 1993. (Environmental monographs n. 83)

OECD - Organization for Economic Co-operation and Development. Progress of Domestic Indicators in Relation to OECD Sustainable Development Indicators. 2003 Disponível em: <http://www.oecd.org/std/35407580.pdf>. Acesso em 20 out. 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). A new strategy of sustainable neighbourhood planning: five principles. Discussion Note 3. 2014. Disponível em: <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/A%20New%20Strategy%20of%20Sustainable%20Neighbourhood%20Planning%20Five%20principles.pdf>. Acesso em 10 jan. 2021.

PARK, R. A cidade: sugestões para a investigação do comportamento humano no meio urbano. In: VELHO, O. G. (org.). O fenômeno urbano. Guanabara: Rio de Janeiro, 4. ed., p. 26 - 67, 1987.

PERRY, C. A. The Neighborhood Unit: a scheme of arrangement for the Family-life Community. Regional Plano f New York and Its Environs. New York: Arno Press. 1929.

RAMOS, T.B., CAEIRO, S. & DE MELO, J.J. (2004) Environmental indicator frameworks to design and assess environmental monitoring programs [online]. Impact Assessment and Project Appraisal. 22 (1), pp. 47–62. [Accessed 21 September 2014].

RAVETZ, J. Integrated assessment for sustainable appraisal in cities and regions. Environmental Impact Assessment Review, n. 20, p. 31-64, 2000.

REPETTI, A; DESTHIEUX, G. A relational indicator set model for urban land-use planning and management: methodological approach and application in two case studies, 2011. Disponível em: http://infoscience.epfl.ch/record/128244/files/Desthieux_indicators.pdf. Acesso em 20 out. 2015.

ROSSETTO, A. M. Proposta de um Sistema Integrado de Gestão do Ambiente Urbano (SIGAU) para o Desenvolvimento Sustentável de Cidades. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2003. 334 f.

ROGERS, R.; GUMUCHDJIAN, P. Cidades Para Um Pequeno Planeta. Barcelona: Gustavo Gili, 2001.

SANCHEZ-RODRIGUEZ, R. Urban Sustainability and Global Environmental Change: Reflections for an Urban Agenda. In: GEORGE MARTINE, G.; MCGRANAHAM, G (Orgs.). The New Global Frontier. Routledge: London, 2008.

SANTOS, M. Sociedade e espaço: a formação social como teoria e como método. Boletim paulista de geografia, n°. 54. São Paulo: AGB, 1977.

- SANTOS, M. Pensando o espaço do homem. São Paulo: HUCITEC, 1986.
- SANTOS, M. Técnica, espaço, tempo: globalização e meio técnico-científico informacional. São Paulo: HUCITEC, 1994, 190 p.
- SANTOS, M. A natureza do espaço. São Paulo: Editora Hucitec, 1996.
- SÉBASTIEN, L. & BAULER, T. (2013) Use and influence of composite indicators for sustainable development at the EU-level [online]. Ecological Indicators. 35pp. 3–12. [Accessed 3 October 2014].
- SCHONWANDT, W. Planning in crisis: theoretical orientations for architecture and planning. Ashgate, Aldershot, UK, 2008.
- SILVA, I. F. Determinação da Concentração de Material Particulado na Região Central de Uberlândia. Dissertação (Mestrado). Uniube, Uberaba, 2018.
- SILVA, P. C. M.; et al. Proposta metodológica para a definição da área de influência de pólos geradores de viagens considerando características próprias e aspectos dinâmicos de seu entorno. Engenharia Civil, nº 27, p. 111-122, 2006.
- SHEN, L. Y.; et al. The application of urban sustainability indicators – A comparison between various practices. Habitat International. v. 35, nº. 1, p. 17-29, 2014.
- SOJA, E. Postmodern Geographies – The Reassertion of Space in Critical Social Theory. Londres: Verso, 1989.
- SPOSITO, M. E. B. O desafio metodológico da abordagem interescalar no estudo das cidades médias no mundo contemporâneo. Cidades. Presidente Prudente, v.3, n.5, p-143-157, 2006.
- SWEDISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (SEPA). Sustainable Development Indicators for Sweden, 2001. Disponível em: <http://www.scb.se/statistik/MI/MI1103/2003M00/Preface1to52.pdf>. Acesso em 05/11/2015.
- SUTTLES, G. D. The social construction of communities. University of Chicago Press, Chicago, 1972, 278 p.
- TANGUAY, G. A.; RAFAONSON, J.; FRANÇOIS, L.; LANOIE, P. Measuring the sustainability of cities: an analysis of the use of local indicators. Revista Ecological Indicators, v. 10, nº. 2, p. 407-418, mar. 2010.
- TEED, J.; et. al. Sustainable urban landscapes, neighborhood pattern tipology. Retrieved. June, 2013.
- TERRAZA, H. De Ciudades Emergentes a Ciudades Sostenibles Comprendiendo y Proyectando las Metrópolis del Siglo XXI. Banco Inter Americano de Desenvolvimento, 2016.
- UNESCO. MAB. Towards the Sustainable City? Paris. 1998.

UNESCO. Les Libertés de la ville. Passages. Paris. 1995.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). UNITED NATIONS. Indicators of sustainable development: guidelines and methodologies. 3. ed., 2007. Disponível em: <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/guidelines.pdf>. Acesso em 05/08/2018.

UNITED NATIONS. Indicators of sustainable development: Guidelines and Methodologies. 2007. Disponível em < <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/guidelines.pdf> > Acesso em 15/04/2018.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME (2004) Urban Indicators Guidelines. Paris.

VAN BELLEN, H. M. Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005. 253 p.

VAN LEEUWEN, C.J.; et al. City Blueprints: 24 Indicators to Assess the Sustainability of the Urban Water Cycle. *Water Resources Management*, v. 26, n. 8, p. 2177–2197, 2012.

WESTPHAL, M. F.; MOTTA, R. M. M.; BOGUS, C. Cidades Saudáveis: a formação de uma rede brasileira. *Jornal do Conasems*, edição especial, p.16-19, 1998.

WATSON, J. European Green City Index. 2009.

WCED (1987) *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development* Oxford University Press, Oxford. (1987), pp. 1–300, especially point, particularly chapter 2, III, 7.73 online via <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>

WEELER, S; BEATLEY, T. *The sustainable urban development reader*. 2. Ed. Nova Iorque: Routledge, 2004.

WHO-OECD. 1996. *Our Cities, Our Future*. First International Congress on Healthy and Ecological Cities. Copenhagen.

WORLD BANK. 1994. *Making Development Sustainable; From Concepts to Actions*. Washington DC.

WORLD BANK. 1995a. *The Human Face of the Urban Environment*. Washington DC.

YE, L.; et al. What is “Smart Growth?”- Really?. *Journal of planning literature*. Disponível em <http://jpl.sagepub.com/content/19/3/301.short>. Acesso em 25 out. 2015.

YIGITCANLAR, T., TERIMAN, S., 2013. Rethinking sustainable urban development: towards an integrated planning and development process. In: *Int. J. Environ. Sci. Technol.* N. 12, p. 341–352.

ZAVADSKAS, E., ET AL. (2007) Vilnius urban sustainability assessment with an emphasis on pollution. *Ekologija*. 53pp. 64–72.

A sustentabilidade urbana e as cidades inteligentes são essenciais no mundo atual. Com a rápida urbanização, é vital repensar o planejamento urbano, equilibrando crescimento econômico, preservação ambiental e bem-estar social. A sustentabilidade propõe harmonizar recursos naturais, qualidade de vida e resiliência dos ecossistemas. Cidades inteligentes utilizam tecnologias como IoT, big data e inteligência artificial para otimizar serviços urbanos, melhorar infraestruturas e promover participação cidadã. Estas cidades impulsionam a sustentabilidade ambiental, inclusão social e governança participativa. Planejadores e decisores devem adotar princípios de sustentabilidade e inovação. Estratégias que priorizam esses elementos são cruciais para cidades resilientes, preparadas para os desafios do século XXI. O livro "Planejamento Ambiental Urbano: Alicerces de uma Cidade Inteligente e Sustentável" reúne especialistas que exploram esses temas em onze capítulos, refletindo suas vivências e pesquisas em centros urbanos. Esta obra inspira e orienta a construção de cidades mais inteligentes e sustentáveis.

