

INDICADORES DE USO MISTO DO SOLO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁREAS VERDES URBANAS NO PLANEJAMENTO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS E INTELIGENTES EM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

1 INTRODUÇÃO

As cidades têm enfrentado diversos desafios como a expansão econômica, aumento da população em áreas urbanas ou mesmo em aglomerações urbanas, degradação ambiental e capacidade insuficiente dos gestores públicos responsáveis pela gestão da municipalidade em oferecer serviços públicos e infraestrutura adequados aos cidadãos, sobretudo em tempos de crise econômica, como em decorrência da Pandemia de Covid-19.

De acordo com Jabareen (2006), Neirotti *et al.* (2014) e Bibri & Krogstie (2017), por consumirem 70% dos recursos mundiais, os centros urbanos são considerados grandes consumidores de recursos energéticos e emissores de Gases do Efeito Estufa (GEE), principalmente devido às altas taxas de densidade populacional, além da intensidade das atividades econômicas e sociais, somados à ineficiência do ambiente construído.

Impulsionado pela busca da sustentabilidade urbana e também da inteligência urbana, bem como considerando a importância do planejamento em todas as escalas geográficas e de governo, documentos importantes foram desenvolvidos e introduzidos, com destaque a Agenda 2030 e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU (2015) e a Nova Agenda Urbana da ONU-Habitat (2017).

Diante disso, as Cidades Sustentáveis e Inteligentes têm recebido especial destaque nas agendas de desenvolvimento de muitas nações, mas são particularmente importantes em países em desenvolvimento, que vivenciam taxas crescentes de urbanização (Shen *et al.* (2011)), como o Brasil. Ao avaliar a percepção de cidadãos brasileiros sobre Cidades Sustentáveis e Inteligentes e o senso de comunidade, o estudo de Macke *et al.* (2019) concluiu que o desenho espacial das cidades deve priorizar as interações sociais e a implementação de políticas projetadas sob a perspectiva de bairros, devido à facilidade desses em compreender valores compartilhados.

Höjer & Wangel (2015) citam que o desenvolvimento interligado da conscientização da sustentabilidade, do crescimento urbano e do desenvolvimento tecnológico convergiram para o conceito integrado de Cidades Sustentáveis e Inteligentes. Os mesmos autores citam que o conceito surgiu com base no desenvolvimento de outros conceitos, sendo eles: Cidades Sustentáveis, Cidades Inteligentes, Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para o meio urbano, desenvolvimento urbano sustentável, sustentabilidade, urbanização e crescimento urbano.

O desenvolvimento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes, dentre outros fatores, está orientado a um planejamento territorial integrado, que incentive formas mais compactas de expansão dos bairros, promovendo o uso misto do solo (Yigitcanlar *et al.*, 2015; Garau & Pavan, 2018), com o intuito de impedir a dispersão urbana, reduzir os desafios de mobilidade e os custos *per capita* de fornecimento de serviços públicos (ONU-Habitat, 2018).

Ainda, um planejamento territorial integrado que promova a distribuição de áreas verdes urbanas, acessíveis e seguras, que constituem áreas multifuncionais para interação e inclusão social das comunidades no espaço urbano (ONU-Habitat, 2017) e que, com baixos índices de impermeabilidade, possibilitam a resiliência das cidades frente a catástrofes e mudanças climáticas.

Entretanto, comumente, cidades de países em desenvolvimento, como o Brasil, carecem de recursos necessários para gerenciar efetivamente o uso do solo, a distribuição de áreas verdes urbanas e outros aspectos do planejamento urbano. Os bairros das cidades tem sido apontados por Sharifi & Murayama (2015) como interessante unidade de planejamento para solução

desses desafios, por se tratarem de locais com grande potencial de contribuição para o alcance do desenvolvimento urbano sustentável, requerendo, para tanto, ferramentas que auxiliem o acompanhamento e a adequada tomada de decisão das ações de planejamento urbano.

Nesse contexto, os indicadores se mostram como ferramenta que, segundo Ahvenniemi *et al.* (2017), pode ser utilizada para classificação de condições sustentáveis e inteligentes das cidades, permitindo comparar melhores soluções e encontrar melhores práticas, sendo cada vez mais utilizados pela Administração Pública para desenhar estratégias de planejamento urbano, como aquelas que visam o desenvolvimento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes.

Os indicadores, então, consistem em viável ferramenta de apoio, a serem utilizados pelos gestores públicos responsáveis pelo ordenamento espacial territorial, para alcance de um adequado planejamento urbano, sobretudo para o acompanhamento de aspectos representativos, como o uso do solo e a distribuição de áreas verdes urbanas na malha urbana, de modo a permitir à gestão pública a definição de metas mensuráveis e o monitoramento do progresso em direção aos seus objetivos.

Diante do exposto, na busca das premissas do Desenvolvimento Sustentável, por meio de um adequado planejamento urbano, as cidades têm enfrentado desafios em efetivar a ocorrência de uso misto do solo e multicentralidades ligadas por eficientes redes de mobilidades (transporte público eficiente, ciclovias e áreas adequadas a pedestres), que juntos integram componentes básicos de Cidades Sustentáveis e Inteligentes (LEITE, 2012). Além disso, os gestores públicos dos municípios enfrentam dificuldades em proteger e incentivar a existência de áreas verdes urbanas, que aumentam a qualidade do ambiente urbano e a resiliência local (OMS, 2017).

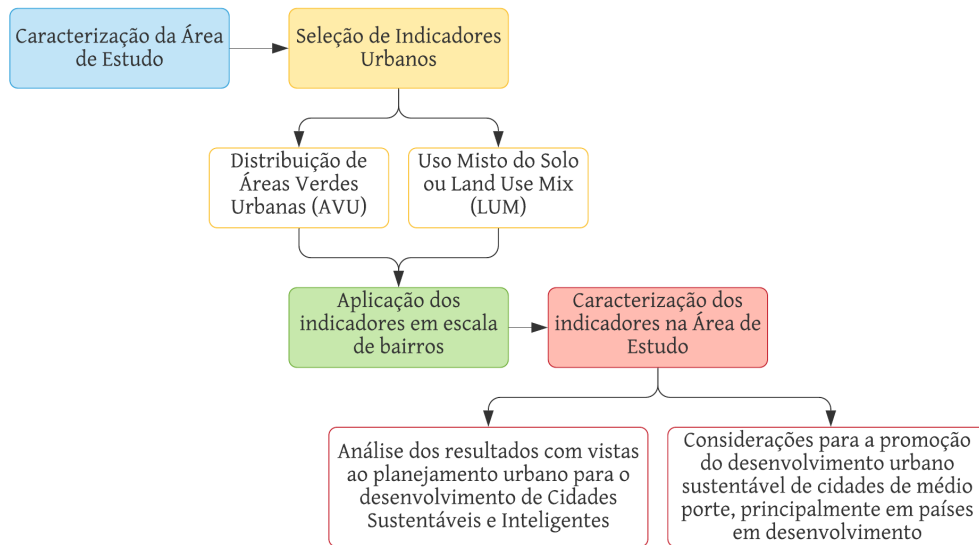
Frente aos inúmeros desafios e oportunidades, vivenciados nos centros urbanos de países em desenvolvimento, quanto ao adequado planejamento urbano e em busca de fornecer subsídios para a promoção do desenvolvimento urbano sustentável nessas localidades, este artigo objetiva caracterizar o uso do solo e a distribuição de áreas verdes urbanas como atributos para o planejamento urbano espacial de Cidades Sustentáveis e Inteligentes, em países em desenvolvimento.

Para tanto, baseando-se em ferramentas práticas e aplicáveis pelas gestões públicas municipais, foram selecionados e aplicados indicadores urbanos relevantes para caracterizar o uso misto do solo e a distribuição de áreas verdes urbanas na cidade de Campo Grande (MS), caracterizando-a em aspectos relevantes de planejamento urbano espacial, que representam o progresso rumo ao desenvolvimento urbano sustentável e à promoção de Cidades Sustentáveis e Inteligentes.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O delineamento deste estudo segue as etapas metodológicas, apontadas-na Figura 1. Os itens a seguir descrevem, em pormenores, os procedimentos realizados.

Figura 1 - Etapas metodológicas e delineamento do estudo.



Fonte: Autores (2020).

2.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo é Campo Grande, capital do Estado de Mato Grosso do Sul (MS), Brasil, localizada na Região Centro-Oeste. Seu alto grau de urbanização, apontado pela Agência Municipal de Meio Ambiente e Planejamento Urbano - PLANURB (2019), bem como por se caracterizar como uma capital em desenvolvimento, demonstram seu potencial em instituir e efetivar um planejamento urbano que a consolide como Cidade Sustentável e Inteligente. Além disso, a disponibilidade de dados de referência apropriados para verificação dos resultados também foi um fator importante para sua escolha como área de estudo.

Planos setoriais desenvolvidos pela Prefeitura Municipal de Campo Grande (PMCG, 2012, 2015, 2018), historicamente, elencam objetivos que se destacam no progresso rumo ao desenvolvimento urbano sustentável e de Cidades Sustentáveis e Inteligentes, conforme preceitos dos estudos de Ahvenniemi *et al.* (2017), Garau & Pavan (2018) e Macke, Sarate & Moschen (2019).

A cidade de Campo Grande é dividida em 74 bairros (Figura 2), agrupados em sete regiões urbanas: Segredo, Prosa, Bandeira, Anhanduizinho, Lagoa, Imbirussu e Centro. Os bairros apresentam diferentes distribuições de população urbana, conforme estimativas do ano de 2020, apontadas pela PMCG (2017).

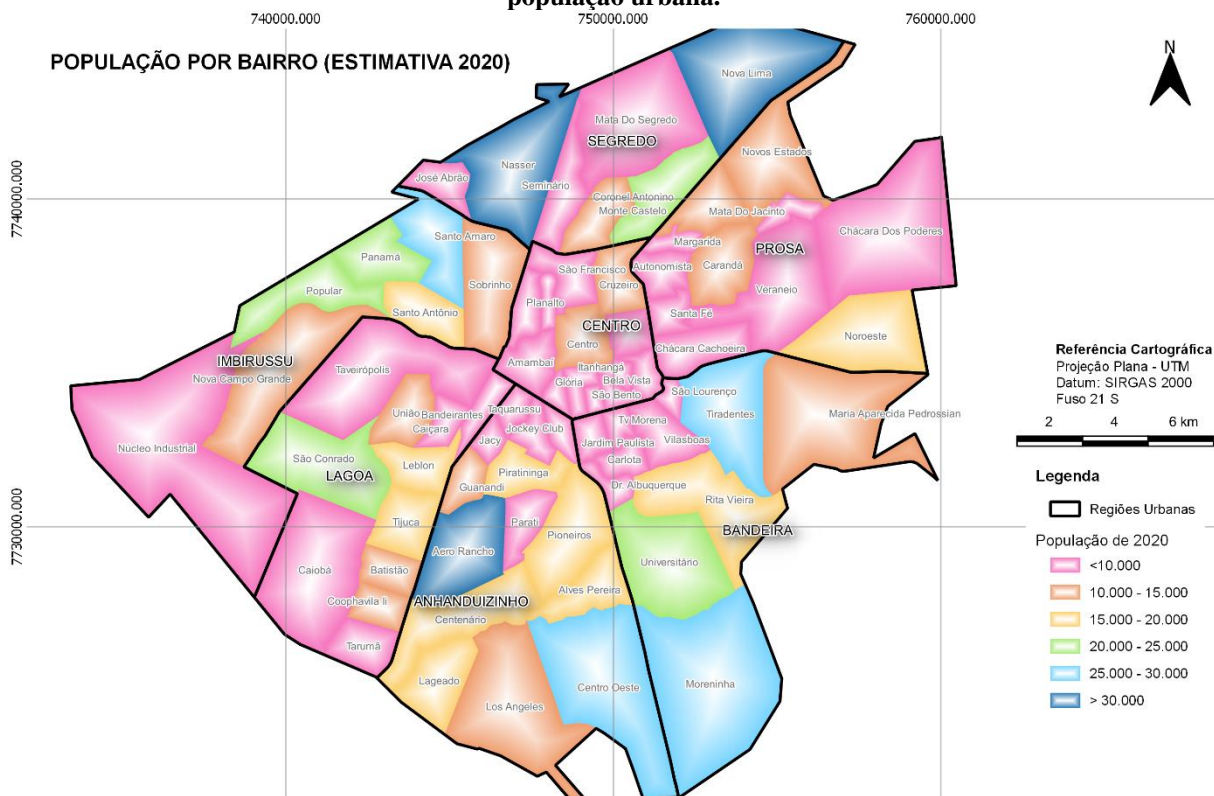
2.2 Seleção e aplicação dos indicadores urbanos de uso do solo e distribuição de áreas verdes

Para a seleção dos indicadores urbanos, inicialmente, foi conduzida uma pesquisa bibliográfica, para a devida identificação de atributos que caracterizam o progresso ao desenvolvimento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes. Esta seleção envolveu o uso do solo e a distribuição de áreas verdes urbanas, que podem ser aplicados em escala de bairros e analisados espacialmente, seguindo assim os estudos de Yigitcanlar *et al.* (2015), Dhingra & Chattopadhyay (2016), Garau & Pavan (2018) e Lai *et al.* (2018).

Os indicadores selecionados, aplicáveis em escala de bairros, relacionam-se com critérios e princípios de desenvolvimento urbano sustentável (Quadro 1) de Declarações, Agendas e Cartas de princípios aceitos em nível internacional, como a Carta do Novo Urbanismo (CNU, 2001), Nova Carta de Atenas – NCA (ECTP, 2003), Objetivo do

Desenvolvimento Sustentável - ODS 11 da Agenda 2030 (ONU, 2015) e a Nova Agenda Urbana – NAU (ONU-Habitat, 2017).

Figura 2 – Distribuição dos bairros nas regiões urbanas de Campo Grande e respectiva concentração de população urbana.



Fonte: Autores (2020), a partir de PMCG (2017).

Quadro 1 - Critérios e princípios de desenvolvimento urbano sustentável aplicáveis em escala de bairros, com base em documentos internacionais.

Id.	Critérios de desenvolvimento urbano sustentável	CNU	NCA	ODS 11	NAU
1	Uso misto do solo	✓			✓
2	Prevenção da expansão urbana, compacidade e densidade adequada	✓			✓
3	Qualidade dos projetos de urbanização	✓			✓
4	Uso sustentável do solo e dos recursos no desenvolvimento urbano				✓
5	Redução dos riscos de desastres naturais		✓	✓	✓
6	Prevenção da especulação imobiliária				✓
7	Distribuição de atividades de interesse público, institucional e comercial distribuídas nos bairros	✓			
8	Proteção dos ecossistemas e da biodiversidade			✓	✓
9	Mitigação e adaptação às mudanças climáticas			✓	✓
10	Resiliência das construções urbanas			✓	✓
11	Facilidade aos pedestres	✓	✓		✓
12	Proteção das cidades contra excesso de poluição		✓	✓	✓
13	Integração social nos espaços urbanos	✓	✓	✓	✓
14	Melhoria nas habitações e qualidade de vida			✓	✓
15	Alta produtividade e competitividade		✓		✓

Fonte: Adaptado de Santos (2017).

Os itens, a seguir, descrevem o método de cálculo dos indicadores selecionados, cujas variáveis para aplicação nos bairros campo-grandenses foram obtidas da base de dados disponibilizada pela PMCG (2020), no Sistema Municipal de Indicadores de Campo

Grande/MS (SISGRAN), bem como do estudo do Observatório de Arquitetura e Urbanismo da UFMS (2016).

2.2.1 Indicador de uso misto do solo (LUM)

O uso misto do solo é um aspecto urbano que promove maior compatibilidade às formas urbanas e qualidade de vida nas cidades. De acordo com a ONU-Habitat (2017), o planejamento urbano das cidades deve ser promovido considerando o uso misto do solo, com o intuito de reduzir a dispersão urbana, os desafios e as necessidades de mobilidade e os custos *per capita* de fornecimento de serviços públicos.

O indicador que retrata esse aspecto foi calculado, a partir de uma equação de entropia proposta por Frank *et al.* (2004), conhecida por *Land Use Mix* ou Uso Misto do Solo (LUM) e que representa o grau de uniformidade da distribuição do uso do solo por unidade de área de desenvolvimento de diferentes tipos de uso de solo, conforme Equação 1.

$$LUM = \left\{ - \sum [(p_i) \cdot (\ln p_i)] \right\} / \ln k \quad (1)$$

onde,

- LUM = índice de uso misto do solo;
- ln = logaritmo natural;
- k = número de categorias de tipo de uso do solo;
- pi = proporção da área estimada atribuída a cada tipo de uso do solo, em relação ao somatório dos demais tipos de uso de solo no bairro;
- k = número de categorias de uso do solo.

Os valores de LUM variam entre 0 e +1, com o valor 0 indicando homogeneidade (ou seja, a presença de um único tipo de uso do solo) e o valor 1 representando a heterogeneidade (ou seja, maior diversidade de usos do solo).

A aplicação desse indicador atuou como medida da representação do grau de uso diversificado do solo, na limitação das áreas de cada um dos 74 bairros urbanos de Campo Grande, tendo sido abordado também nos estudos de Ewing & Nelson (2008), Musakwa & Niekerk (2013) e Yigitcanlar *et al.* (2015), e destacado por Tampouridou & Pozoukidou (2018) como parte integrante das estratégias da infraestrutura urbana para o planejamento espacial em busca do desenvolvimento urbano sustentável e de Cidades Sustentáveis e Inteligentes.

2.2.2 Indicadores de distribuição de Áreas Verdes Urbanas (AVU)

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2020), as áreas verdes urbanas são consideradas como o conjunto de áreas intraurbanas que apresentam cobertura vegetal, arbórea (nativa e introduzida), arbustiva ou rasteira (gramíneas) e que contribuem de modo significativo para a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental nas cidades, podendo tais áreas se fazerem presentes em áreas públicas; em áreas de preservação permanente; nos canteiros centrais; nas praças, parques, florestas e unidades de conservação urbanas; nos jardins institucionais; e nos terrenos públicos não edificados.

As Áreas Verdes Urbanas (AVU) (Equação 2) representam a proporção do território alocado às áreas verdes publicamente acessíveis e se caracteriza como um indicador urbano de dimensão ambiental, sub-dimensão água, solo e ruído, recomendado pela International Telecommunication Union - ITU (2016), rumo ao auxílio da compreensão de Cidades Sustentáveis e Inteligentes. Maiores valores apresentam aspectos mais favoráveis quanto ao

nível de sustentabilidade das cidades e seus bairros, pois relaciona-se também com o bem-estar emocional dos residentes urbanos, de acordo com o estudo de Garau & Pavan (2018).

$$AVU = \frac{a_{v_{\text{bairro}}}}{\sum a_{v_{\text{bairros}}}} \times 100 \quad (2)$$

onde,

- AVU = Áreas verdes urbanas públicas e acessíveis- AVU (%);
- $a_{v_{\text{bairro}}}$ = Total de áreas verdes urbanas no bairro (ha);
- $\sum a_{v_{\text{bairros}}}$ = Somatório de áreas verdes urbanas nos bairros da cidade (ha).

A aplicação desse indicador foi realizada considerando a delimitação de AVU nos 74 bairros de Campo Grande. Os dados quantitativos foram obtidos do Observatório de Arquitetura e Urbanismo da UFMS (2016), que se referem a áreas sem edificação (ocupação máxima de 25%), abrangendo:

- espaços livres (não edificados), geralmente públicos, classificados em: i) parques; ii) praças; iii) canteiros de vias; iv) terminais e leitos ferroviários; v) áreas militares; e vi) outros (aeroportos, antenas emisoras de TV e rádio, subestações da rede de energia elétrica e cemitérios); e
- áreas de domínio público não ocupadas ou subocupadas, provavelmente aguardando expansão da atividade existente ou configurando reserva para necessidade futura de interesse coletivo.

2.3 Caracterização do uso do solo e distribuição de áreas verdes urbanas

Os dados secundários, obtidos nas fontes de consulta, foram ambientados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), com o auxílio da ferramenta computacional livre, que suporta formatos vetoriais, *raster* e banco de dados, e aplicados nas limitações dos 74 bairros campo-grandenses, que compõem as 7 regiões urbanas da cidade. Em seguida, utilizou-se do processamento das informações através de álgebra de mapas, calculando-se os indicadores. Posteriormente, esses dados foram importados em *software* específico para análise estatística descritiva relativa à informação de posição e tendência central (média, mediana e percentis 25% e 75%) e à dispersão (máximo, mínimo e desvio padrão).

Os resultados do cálculo dos indicadores de toda a cidade foram analisados estatisticamente e, posteriormente, agrupados de acordo com a setorização definida em regiões urbanas. Essa análise buscou fornecer subsídios aplicáveis à gestão municipal, planejadores, tomadores de decisões e demais *Stakeholders* e atores urbanos de Campo Grande e de outras cidades de médio porte, visando a aplicabilidade prática dos resultados deste trabalho.

A partir de revisão bibliográfica, os resultados foram interpretados com vista ao planejamento urbano de Cidades Sustentáveis e Inteligentes. Os principais estudos consultados para a análise do uso misto do solo foram os de Dhingra & Chattopadhyay (2016), Bibri (2018) e Macke *et al.* (2019), enquanto a análise da distribuição de áreas verdes urbanas considerou, principalmente, os estudos de Garau & Pavan (2018), Steiniger *et al.* (2020) e Vujcic *et al.* (2019).

A caracterização do uso do solo e distribuição de áreas verdes urbanas também buscou elencar os princípios e considerações para a promoção do desenvolvimento urbano sustentável de cidades de médio porte, em países em desenvolvimento, apoiado nos estudos de Musakwa & Niekerk, 2013, Yigitcanlar *et al.* (2015), Dhingra & Chattopadhyay (2016) e Steiniger *et al.* (2020).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Uso misto do solo (LUM)

A distribuição do LUM em Campo Grande (MS), se mostrou heterogênea (Figura 3). O LUM médio da cidade foi de 0,527, valor abaixo do considerado alto ($> 0,6$) por Musakwa & Niekerk (2013). Contudo, os resultados da análise estatística descritiva (Tabela 1) evidenciam a heterogeneidade em termos de uso misto do solo no território urbano, tendo em vista o maior valor (0,727), identificado no bairro pertencente à Região Centro (Bairro Glória), e menor valor (0,332), identificado na Região Lagoa (Bairro São Conrado) – considerados, respectivamente, valores alto ($>0,6$) e baixo ($<0,4$) por Musakwa & Niekerk (2013).

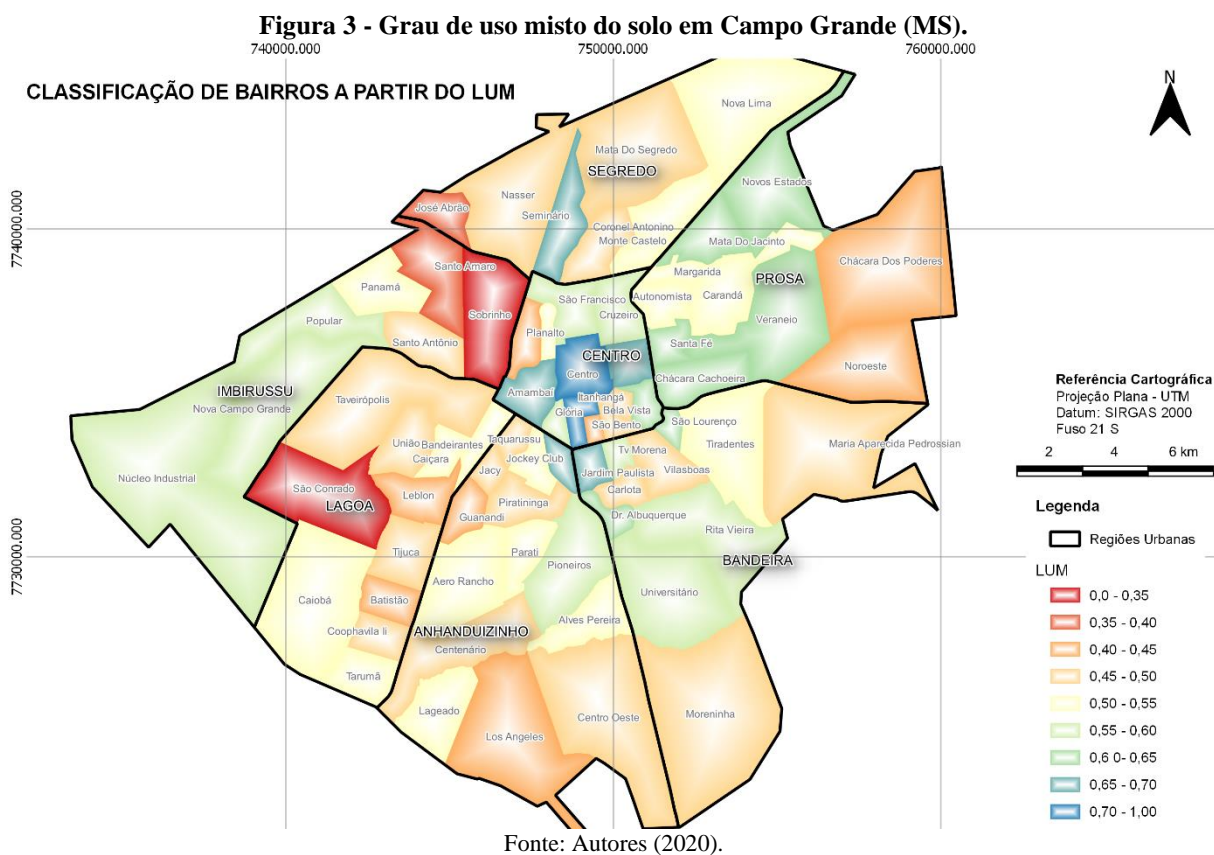


Tabela 1 - Estatística descritiva da distribuição do LUM em Campo Grande (MS).

Estatística descritiva	Campo Grande	Regionais Urbanas						
		Segredo	Prosa	Bandeira	Anhanduizinho	Lagoa	Imbirussu	Centro
Máxima	0,727	0,684	0,625	0,667	0,687	0,542	0,595	0,727
Mediana	0,529	0,506	0,579	0,573	0,503	0,487	0,546	0,568
Mínima	0,332	0,365	0,425	0,470	0,422	0,332	0,343	0,410
Média	0,527	0,506	0,556	0,551	0,512	0,474	0,499	0,571
Desvio Padrão	0,084	0,089	0,069	0,065	0,064	0,057	0,091	0,101
Perc. de 25%	0,475	0,467	0,529	0,483	0,474	0,445	0,390	0,489
Perc. de 75%	0,591	0,532	0,623	0,611	0,531	0,529	0,579	0,662

Fonte: Autores (2020)

De acordo com Bibri (2018), o uso misto do solo (isto é, altos índices de LUM), é reconhecido por pesquisadores, urbanistas e planejadores por sua importante função na

obtenção de formas urbanas sustentáveis. Isso porque promove a melhoria da acessibilidade a serviços e instalações, reduz o uso de automóveis e as distâncias de viagem entre diversas atividades econômicas, incentiva o ciclismo e a caminhada – diminuindo as emissões de GEE e congestionamentos de tráfego –, além de estimular a interação dos moradores dos bairros e a segurança nos espaços públicos.

Esses benefícios também foram apontados no estudo de Song *et al.* (2013), que também destaca a tendência do uso misto do solo em elevar os valores dos imóveis, incentivar a distribuição e acessibilidade às vagas de emprego e ajudar a criar um maior senso de comunidade. A esse respeito, Bibri (2018) defende que a integração do uso misto do solo com o desenvolvimento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes tem como maior desafio a promoção da mobilidade virtual, que busca reduzir os impactos ambientais através das TIC.

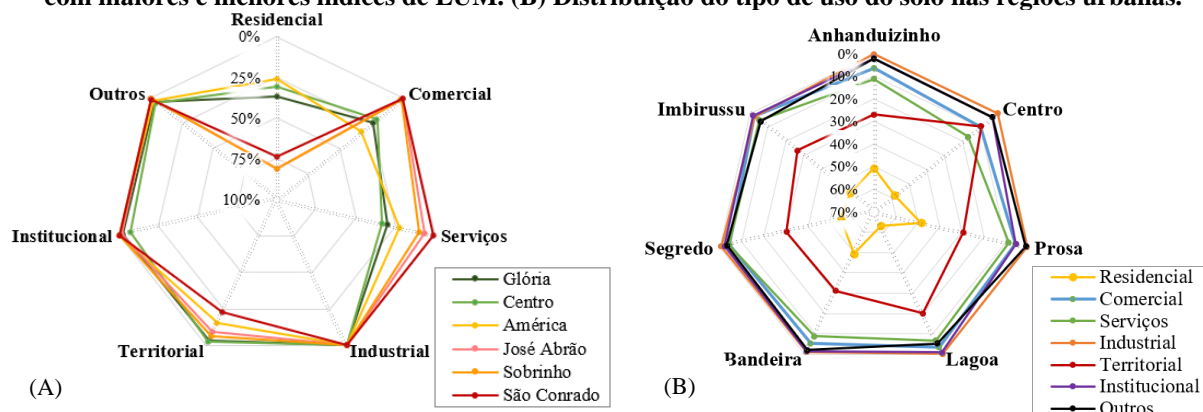
Esses benefícios conjuntos promovem a consequência positiva na melhoria da mobilidade física, promovendo acessibilidade e melhoria dos níveis de satisfação e qualidade de vida da comunidade. Por sua vez, o uso misto do solo e a utilização de aplicativos de *delivery* para *smartphones*, utilizando como filtro o critério de proximidade, por exemplo, podem atender a esta mobilidade virtual, visto que atendem interesses econômicos, com ganhos ambientais em diferentes usos (residenciais e serviços), dentro de um determinado bairro, destacando-se Glória, Centro e América, em Campo Grande.

Na perspectiva de Macke *et al.* (2019), relacionada à importância de se considerar aspectos espaciais que priorizem as interações sociais para o desenvolvimento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes, têm-se que os bairros Glória (0,727) Centro (0,717) e América (0,687) possuem aspectos mais favoráveis, enquanto que os bairros São Conrado (0,332), Sobrinho (0,343) e José Abrão (0,365), com os menores índices de LUM, os mais desfavoráveis.

Em se tratando do planejamento urbano, em Campo Grande, os bairros com maiores LUM possuem uma boa distribuição (entre 21% e 37%) de uso residencial, serviços e comercial, indicando que os bairros Glória, Centro e América oferecem uma localização conveniente aos seus residentes que procuram serviços regulares, como educação, por exemplo, nas proximidades (Figura 4-A). Ainda, a heterogeneidade de usos residenciais, comerciais e serviços fomenta a economia criativa do bairro, caracterizando importante atributo de Cidades Sustentáveis e Inteligentes, conforme apontado por Dhingra & Chattopadhyay (2016).

A Figura 4-A indica que os bairros com os três menores índices de LUM, em Campo Grande (MS), caracterizam-se pela alta concentração do uso residencial (entre 73% e 82%). O bairro Sobrinho apresenta, ainda, uma proporção de 9,6% de uso de serviços e 6,6% de territorial, enquanto os bairros São Conrado e José Abrão se destacam, além do uso residencial, pelo uso territorial (lotes vazios), com 23% e 9,2%, respectivamente.

Figura 4 – Uso misto do solo em Campo Grande (MS): (A) Distribuição do tipo de uso do solo nos bairros com maiores e menores índices de LUM. (B) Distribuição do tipo de uso do solo nas regiões urbanas.



Fonte: Autores (2020).

Em análise mais abrangente do conjunto de bairros que compõe as regiões urbanas, a Figura 4-B apresenta a maior frequência do uso residencial frente aos demais usos, com destaque à concentração de 63,2%, na Região Lagoa, e de 48,6%, na Região Prosa, representando, respectivamente, o maior e o menor percentual de uso residencial nas regiões urbanas.

Considerando a relação entre a distribuição do tipo de uso do solo e a sua variabilidade, representada pelo índice de uso do solo (LUM) (Tabela 1), verifica-se que a Região Lagoa, que apresenta maior concentração de uso residencial (63,2%), possui a menor variabilidade de uso (LUM 0,474). Em contrapartida, a Região Prosa, com menor concentração residencial (48,6%) apresentou a segunda maior variabilidade de uso do solo (LUM 0,556), evidenciando que quanto maior o percentual de uso residencial, menor a distribuição entre os demais usos e, por conseguinte, sua variabilidade.

Esta tendência não se verifica na Região Centro que, embora apresente a concentração de 58,4% do uso residencial, destacou-se pela maior variabilidade entre os demais usos, apresentando, conseqüentemente, o maior índice LUM (0,571). Outrossim, a Figura 4-B denota que a região central é a que apresenta menor concentração de uso territorial (9,4%), que representa a porção do território desocupada ou subutilizada.

Os resultados demonstram a alta concentração do uso territorial em Campo Grande que, com exceção da Região Centro (9,4%), apresentou percentuais de 20,0% (Região Lagoa) até 31,2% (Região Bandeira). A existência de um enorme estoque de terra urbana disponível para futura urbanização, conforme evidenciado na Figura 4-B, deve ser objeto de adequado planejamento urbano, conforme apontado pelo Observatório de Arquitetura e Urbanismo da UFMS (2016).

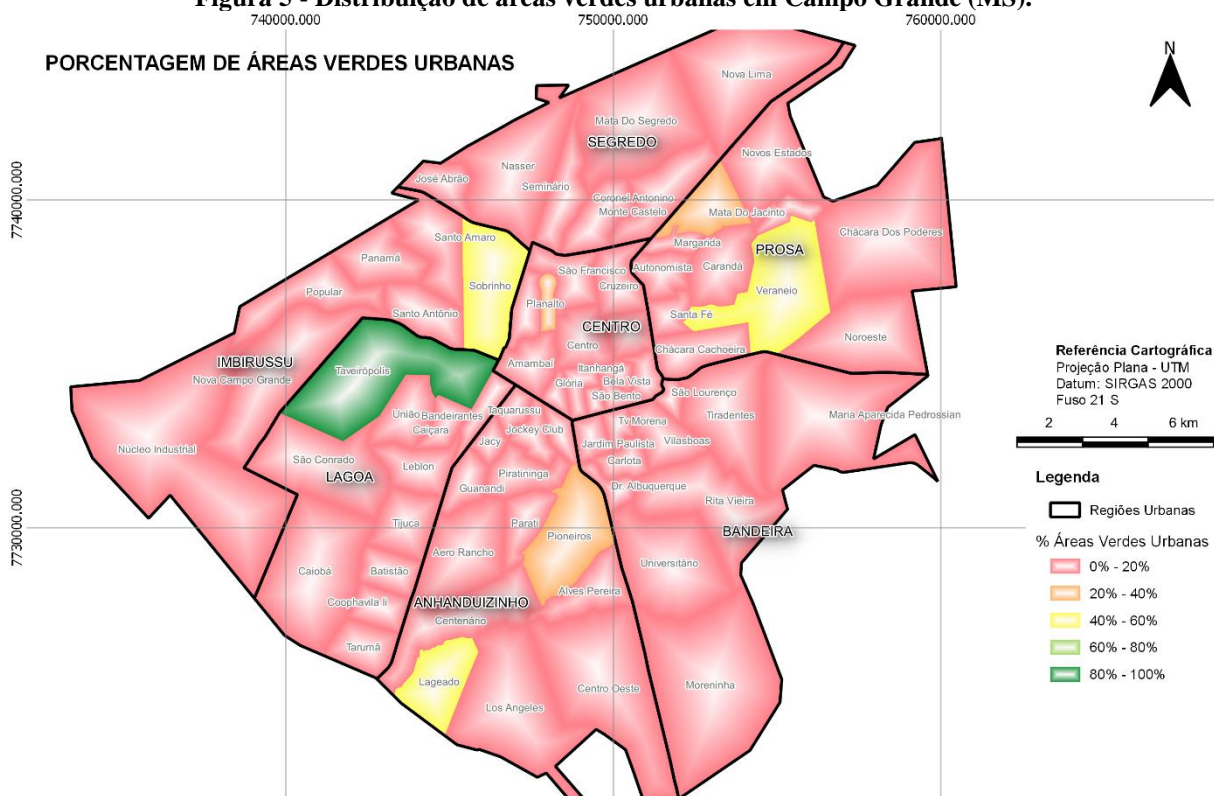
A análise do LUM, em cidades de médio porte, como Campo Grande (MS), se mostra um importante resultado prático que, aliado ao planejamento urbano e à tomada de decisão adequados, contribui para o desenvolvimento da cidade com atributos de Cidades Sustentáveis e Inteligentes, visto que grande parcela de lotes ainda são desocupados ou subutilizados, podendo prever o uso misto do solo e maximizar os índices de LUM, identificados neste trabalho. Assim, a priorização do uso misto do solo em cidades de médio porte, pode auxiliar o desenvolvimento urbano sustentável e a ocorrência de atributos de Cidades Sustentáveis e Inteligentes.

3.2 Distribuição de áreas verdes urbanas públicas e acessíveis (AVU)

A Figura 5 demonstra que a quase totalidade dos bairros campo-grandenses (93,2%) apresentou percentuais de AVU menores que 25%. Três bairros (Lageado, Pioneiros e Veraneio) apresentaram percentuais entre 25% e 50%, enquanto o bairro Sobrinho apresentou percentual entre 50% e 75% e o bairro Taveirópolis apresentou percentual maior que 75%.

Os resultados da análise estatística descritiva (Tabela 2) evidenciaram a desigualdade da distribuição de AVU na cidade, tendo em vista que não foi encontrada no bairro Bandeirantes (Região Lagoa) e que atingiu o valor máximo de 89,8% no bairro Taveirópolis (também na região urbana do Lagoa). A média de AVU na cidade foi de 10%, sendo os bairros que compõem as regiões do Centro (5,6%) e Bandeira (6,1%) aqueles que apresentaram menor média, enquanto os que integram as regiões do Imbirussu, Lagoa e Prosa, as maiores (17,0%, 14,2% e 11,4%, respectivamente).

Figura 5 - Distribuição de áreas verdes urbanas em Campo Grande (MS).



Fonte: Autores (2020).

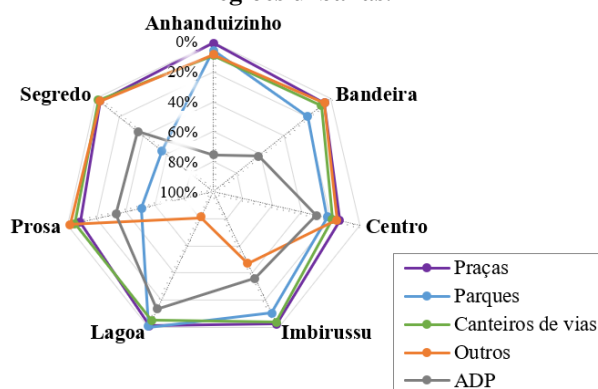
Tabela 2 - Estatística descritiva da distribuição de AVU em Campo Grande (MS).

Estatística descritiva	Campo Grande	Regionais Urbanas						
		Segredo	Prosa	Bandeira	Anhanduizinho	Lagoa	Imbirussu	Centro
Máxima	89,8%	18,2%	43,1%	12,9%	42,6%	89,8%	59,1%	23,1%
Mediana	6,4%	6,4%	7,8%	5,2%	5,5%	7,5%	12,2%	4,3%
Mínima	0,0%	3,8%	0,7%	2,6%	0,3%	0,0%	4,3%	0,2%
Média	10,0%	7,6%	11,4%	6,1%	10,6%	14,2%	17,0%	5,6%
Desvio Padrão	13,6%	4,5%	11,4%	3,1%	11,7%	24,2%	17,6%	5,7%
Perc. de 25%	1,8%	0,2%	1,3%	0,1%	1,4%	5,8%	3,1%	0,3%
Perc. de 75%	3,6%	4,8%	3,0%	3,3%	3,5%	5,1%	6,7%	1,6%

Fonte: Autores (2020)

Em análise aos diferentes espaços que compõem as áreas verdes urbanas consideradas neste estudo, a Figura 6 demonstra que o perímetro da região urbana do Centro conta com maior concentração de praças (13,9%) e canteiros (22,1%), as regiões urbanas do Segredo e do Prosa concentram alta incidência de parques (56,1% e 50,7%); enquanto as regiões urbanas do Lagoa e do Imbirussu apresentam maior concentração de outros espaços, principalmente por abrigarem a maior parte das áreas militares da cidade (80,8% e 47,3%, respectivamente). Por fim, a concentração de áreas de domínio público corresponde à maior concentração na região urbana do Anhanduizinho (75,4%).

Figura 6 – Áreas verdes urbanas em Campo Grande (MS): Distribuição do tipo de área verde urbana nas regiões urbanas.



Fonte: Autores (2020)

Diante da distribuição heterogênea das distintas categorias de áreas verdes urbanas na cidade, um planejamento que vise o desenvolvimento urbano sustentável deve priorizar uma distribuição igualitária, isto é, mais fragmentada dessas áreas, considerando que, segundo Sokolov *et al.* (2019), a facilitação do acesso público a áreas verdes é um elemento que impacta o desenvolvimento de Cidades Sustentáveis e Inteligentes, pois atua na diminuição de problemas de saúde relacionados à qualidade do ar. Vujcic *et al.* (2019) também afirmam que a maior presença de áreas verdes ocasiona melhores índices de saúde física e mental dos residentes urbanos.

Kumar *et al.* (2020) consideram a distribuição de AVU urbanas um importante aspecto de inteligência das cidades por fornecer benéficas vantagens socioeconômicas. Em vista da distribuição heterogênea dessas áreas na cidade, o status socioeconômico é apontado por Steiniger *et al.* (2020), como um fator predominante que determina o acesso a áreas verdes públicas, sendo, portanto, um indicador de particular importância para avaliar e monitorar as mudanças na segregação socioeconômica, dadas as fortes disparidades dos países do Sul global, que abrigam diversos países em desenvolvimento, como o Brasil.

De acordo com Borsdorf & Hidalgo (2010) e Pauchard *et al.* (2013), o acesso a áreas verdes urbanas é impactado por desigualdades urbanas, isto é, discrepâncias no arranjo espacial dos bairros urbanos. Essa desigualdade é especialmente observada nas regiões urbanas do Segredo e do Centro, onde o acesso a áreas verdes urbanas públicas e acessíveis se mostrou extremamente limitado, devido ao alto índice de urbanização vivenciado nessas localidades.

Nessas localidades, as áreas verdes geralmente dão espaço a altos índices de superfícies impermeáveis, como estradas, edifícios, estacionamentos e calçadas. Segundo Yigitcanlar *et al.* (2015) a alta incidência de superfícies impermeáveis representa menores níveis de sustentabilidade, pois a maior presença de superfícies impermeáveis na cidade resulta em enchentes devido ao aumento nos picos de escoamento das águas pluviais.

Nesse contexto, de acordo com Frame & Vale (2006), Yigitcanlar *et al.* (2015) e Santos (2017), um adequado planejamento urbano deve priorizar a ocorrência de baixos índices de superfícies impermeáveis. Consequentemente, deve promover e proteger a presença igualitária e fragmentada de áreas verdes na malha urbana, como também sugere Steiniger *et al.* (2020).

Diante dos resultados aqui descritos, em conformidade com os delineamentos da pesquisa desenhada, há de se considerar que o indicador de AVU exerce papel fundamental na representação do nível de sustentabilidade e inteligência da cidade, em termos de promoção da qualidade de vida dos residentes, pois fornece um indicativo do acesso diário a atividades ao ar livre, que contribui com notáveis benefícios à saúde física e mental dos moradores, como bem mostraram os estudos de Sokolov *et al.* (2019) e Vujcic *et al.* (2019).

Além da promoção da qualidade de vida dos residentes, a priorização desse indicador no planejamento urbano de Cidades Sustentáveis e Inteligentes se deve ao fato de que áreas

verdes urbanas públicas e acessíveis promovem maiores níveis de sustentabilidade e inteligência nas cidades pois, segundo Macke *et al.* (2019), equilibram as emissões de CO₂ provenientes das atividades humanas, industriais e de criação animal.

Diante da caracterização da cidade, em relação às áreas verdes urbanas públicas e acessíveis, estratégias de planejamento urbano que promovam a efetivação de Cidades Sustentáveis e Inteligentes devem incentivar a sua distribuição igualitária no território urbano e considerar os benefícios, por elas fornecidos às comunidades, incluindo a melhora dos índices de qualidade de vida, bem estar e saúde da população, a regulação do clima urbano e a maior presença de áreas permeáveis na cidade.

4 CONCLUSÃO

A literatura coloca que a caracterização de cidades através de indicadores urbanos é uma forma de avaliar o progresso rumo ao desenvolvimento sustentável e a promoção de Cidades Sustentáveis e Inteligentes. Esta pesquisa, ao considerar a escala de bairro, visou a busca do entendimento do ambiente físico e da qualidade urbana no sentido de responder à rápida urbanização que ocorre em países em desenvolvimento. Ao longo da pesquisa, verificou-se que ampliar o presente estudo para outros indicadores urbanos torna-se importante para enriquecer as discussões, contribuindo no diagnóstico de oportunidades que possam ser melhoradas na escala do bairro e especialmente aplicadas em países em desenvolvimento – que como visto, carecem de recursos para melhor eficiência do planejamento urbano.

A análise dos indicadores de uso misto do solo e distribuição de áreas verdes urbanas revelou limitações consideráveis no acesso igualitário a condições que representam melhores níveis de sustentabilidade e inteligência urbana e, conseqüentemente, melhores índices de qualidade de vida e saúde dos residentes.

À luz desses entendimentos e dos aportes teóricos exercidos, verificou-se que a cidade de Campo Grande (MS) apresentou distribuição heterogênea nos indicadores LUM e AVU. A média dos resultados dos indicadores nos bairros que compõe a Região Centro apresentou melhor índice de LUM (0,571) enquanto os da Região Imbirussu de AVU (17,0%). As piores médias de LUM e AVU foram aferidas para o conjunto de bairros da Região Lagoa e Centro, respectivamente.

Embora as ferramentas de gestão da administração pública tendam a elencar importantes diretrizes e objetivos para alcance de maior sustentabilidade e inteligência, desafios significativos para implementar ações eficientes, principalmente em países em desenvolvimento, evidenciam a falta de uma visão estratégica compartilhada acompanhada de metas quantitativas – nesse sentido, o acompanhamento de indicadores-chave se mostra especialmente eficaz para o monitoramento do progresso da cidade em seu desenvolvimento como Cidade Sustentável e Inteligente.

Assim, as lições deste estudo almejam subsidiar a tomada de decisão dos gestores públicos municipais ao fornecer a caracterização de indicadores urbanos intimamente relacionados a aspectos de planejamento espacial. Igualmente, sugerem que o desenvolvimento urbano sustentável, em localidades de países em desenvolvimento, é desafiado pelo crescimento geralmente desordenado dos bairros urbanos e pelo acesso não igualitário a áreas verdes urbanas e distintos usos do solo na cidade.

A busca pelo desenvolvimento urbano sustentável e a promoção de Cidades Sustentáveis e Inteligentes devem se apoiar no uso misto do solo e na distribuição igualitária de áreas verdes urbanas, que só serão alcançados através da aplicação criteriosa do planejamento urbano espacial apoiado em relações sociais, ambientais e econômicas positivas para tornar as cidades em ambientes seguros, inclusivos, resilientes, sustentáveis e inteligentes, convergindo com a Agenda 2030 e os ODS, principalmente o ODS 11 e a Nova Agenda Urbana.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E PLANEJAMENTO URBANO. **Perfil Socioeconômico de Campo Grande, Mato Grosso do Sul**. 26 ed. re ed. Campo Grande, MS: Agência Municipal de Meio Ambiente e Planejamento Urbano - PLANURB, 2019. v. 26
- AHVENNIEMI, H. et al. What are the differences between sustainable and smart cities? **Cities**, v. 60, p. 234–245, 2017.
- BIBRI, S. E. **Smart Sustainable Cities of the Future: the untapped potential of big data analytics and context aware computing for advancing sustainability**. Berlin, Germany: Springer, 2018. v. 38
- BIBRI, S. E.; KROGSTIE, J. Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. **Sustainable Cities and Society**, v. 31, p. 183–212, 1 maio 2017.
- BORSODORF, A.; HIDALGO, R. From Polarization to Fragmentation. Recent Changes in Latin American Urbanization. In: LINDERT, P.; VERKOREN, O. (Eds.). **Decentralized Development in Latin America: Experiences in Local Governance and Local Development**. [s.l.] Springer Netherlands, 2010. v. 97p. 23–34.
- CNU - CONGRESS FOR THE NEW URBANISM. **Carta do Novo Urbanismo**. Disponível em: <https://www.cnu.org/sites/default/files/cnucharter_portuguese.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2019.
- DHINGRA, M.; CHATTOPADHYAY, S. Advancing smartness of traditional settlements-case analysis of Indian and Arab old cities. **International Journal of Sustainable Built Environment**, v. 5, n. 2, p. 549–563, 2016.
- EWING, R.; NELSON, A. C. CO2 Reductions Attributable to Smart Growth in California. **REPORT**, n. December, p. 1–30, 2008.
- FRAME, B.; VALE, R. Increasing uptake of low impact urban design and development: The role of sustainability assessment systems. **Local Environment**, v. 11, n. 3, p. 287–306, 2006.
- FRANK, L. D.; ANDRESEN, M. A.; SCHMID, T. L. Obesity relationships with community design, physical activity, and time spent in cars. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 27, n. 2, p. 87–96, 2004.
- GARAU, C.; PAVAN, V. M. Evaluating urban quality: Indicators and assessment tools for smart sustainable cities. **Sustainability (Switzerland)**, v. 10, n. 3, 2018.
- HÖJER, M.; WANGEL, J. Smart Sustainable Cities: Definition and Challenges. In: **Advances in intelligent systems and computing**. [s.l.] Springer, Cham, 2015. v. 310p. 333–349.
- ITU - INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. **Recommendation ITU-T Y.4902/L.1602 on key performance indicators (KPIs) related to the sustainability impacts of information and communication technology (ICT) in smart sustainable cities**.
- JABAREEN, Y. R. Sustainable Urban Forms. **Journal of Planning Education and Research**, v. 26, n. 1, p. 38–52, 2006.
- KUMAR, H. et al. Moving towards smart cities: Solutions that lead to the Smart City Transformation Framework. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 153, n. Abril, p. 119281, 2020.
- LAI, P. C. et al. Neighborhood variation of sustainable urban morphological characteristics.

International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 15, n. 3, 2018.

LEITE, C. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano**. Bookman ed. [s.l.] Bookman, 2012.

MACKE, J.; RUBIM SARATE, J. A.; DE ATAYDE MOSCHEN, S. Smart sustainable cities evaluation and sense of community. **Journal of Cleaner Production**, v. 239, p. 118103, 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Parques e Áreas Verdes**. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/parques-e-areas-verdes.html>>. Acesso em: 22 ago. 2020.

MUSAKWA, W.; NIEKERK, A. VAN. Implications of land use change for the sustainability of urban areas: A case study of Stellenbosch, South Africa. **Cities**, v. 32, p. 143–156, 2013.

NEIROTTI, P. et al. Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts. **Cities**, v. 38, p. 25–36, 2014.

OBSERVATÓRIO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL. **Os vazios urbanos na cidade de Campo Grande - Relatório Final. 2016**. Disponível em: <<http://www.campogrande.ms.gov.br/planurb/downloads/os-vazios-urbanos-na-cidade-de-campo-grande/>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

ONU-HABITAT - Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos. **Nova Agenda Urbana - 2017**. Disponível em: <<http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Portuguese-Brazil.pdf?fbclid=IwAR2koIM7MtgBh6i57G4fxWeWpbK52Jr7sXIrGdBbJF81bF2GSzY527FWdAY>>. Acesso em: 8 nov. 2019.

_____. **Tracking Progress Towards Inclusive, Safe, Resilient and Sustainable Cities and Human Settlements; SDG 11 Synthesis Report**. Nairobi, Kenya, 2018.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development - 2015**. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030_Agenda_for_Sustainable_Development_web.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Urban green spaces: A brief for action**. Disponível em: <https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/342289/Urban-Green-Spaces_EN_WHO_web3.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2020.

PAUCHARD, A. et al. Regional assessment of Latin America: Rapid urban development and social economic inequity threaten biodiversity hotspots. In: **Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A Global Assessment**. [s.l.: s.n.].

PMCG - PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPO GRANDE (PMCG). **Lei Municipal n.º 5.177, de 28 de dezembro de 2012, institui o Plano de Ciclovias no Município de Campo Grande/MS e dá outras providências**. Disponível em: <<http://www.campogrande.ms.gov.br/planurb/downloads/plano-de-ciclovias/>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

_____. **Decreto Municipal n. 12.680, de 9 de julho de 2015, que aprova o Plano Diretor de Drenagem Urbana do Município de Campo Grande/MS**. Disponível em: <<http://www.campogrande.ms.gov.br/planurb/downloads/plano-diretor-de-drenagem-urbana/>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

_____. **Plano de Coleta Seletiva: Versão Final (Tomo I, Tomo II, Tomo III e Tomo IV). 2017**. Disponível em: <<https://pcscgdmtr.wixsite.com/coletaseletiva/downloads>>.

Acesso em: 9 nov. 2019.

_____. **Lei Complementar Executivo n.º 349, de 4 de dezembro de 2018.** Campo Grande, MS., 2018.

_____. **Sistema Municipal de Indicadores de Campo Grande/MS - SISGRAN.** Disponível em: <<https://sites.google.com/view/sisgran-cg>>. Acesso em: 22 ago. 2020.

SANTOS, G. P. DE O. DOS. **Aplicação de Indicadores de Sustentabilidade em Bairros da Cidade de Bragança.** (Dissertação de Mestrado) Bragança, Portugal: Instituto Politécnico de Bragança, 2017.

SHARIFI, A.; MURAYAMA, A. Viability of using global standards for neighbourhood sustainability assessment: insights from a comparative case study. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 58, n. 1, p. 1–23, 2015.

SHEN, L. Y. et al. The application of urban sustainability indicators - A comparison between various practices. **Habitat International**, v. 35, n. 1, p. 17–29, 2011.

SOKOLOV, A. et al. Scenario-based identification of key factors for smart cities development policies. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 148, n. Agosto, p. 119729, 2019.

SONG, Y.; MERLIN, L.; RODRIGUEZ, D. Comparing measures of urban land use mix. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 42, p. 1–13, 2013.

STEINIGER, S. et al. Localising urban sustainability indicators: The CEDEUS indicator set, and lessons from an expert-driven process. **Cities**, v. 101, n. Junho, p. 102683, 2020.

TAMPOURIDOU, A.; POZOUKIDOU, G. Smart Cities and Urban Sustainability: two complementary and inter-related concepts. **International Journal of Real Estate and Land Planning**, v. 1, p. 1–9, 2018.

THE EUROPEAN COUNCIL OF TOWN PLANNERS. **The New Charter of Athens.** Disponível em: <<http://www.ectp-ceu.eu/images/stories/download/charter2003.pdf>>. Acesso em: 8 nov. 2011.

VUJCIC, M. et al. Connection between urban green areas and visitors' physical and mental well-being. **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 40, n. Abril, p. 299–307, 2019.

YIGITCANLAR, T.; KAMRUZZAMAN, M.; TERIMAN, S. Neighborhood sustainability assessment: Evaluating residential development sustainability in a developing country context. **Sustainability (Switzerland)**, v. 7, n. 3, p. 2570–2602, 2015.