

Impacto de parâmetros urbanos específicos para impulsionar cidades inteligentes sustentáveis – estudo de caso em Belo Horizonte

Impact of specific urban parameters to boost sustainable smart cities – a case study in Belo Horizonte

Isaias Carlos de Azevedo Júnior, Engenheiro Civil, CEFET-MG.

iscjunior@gmail.com

Raquel Diniz Oliveira, Professora Doutora, CEFET-MG.

raqueldo@gmail.com

Flávia Spitale Jacques Poggiali, Professora Doutora, CEFET-MG.

flaviaspitale@cefetmg.br

Resumo

A análise e compreensão de dados referentes aos processos urbanos são indispensáveis na gestão eficiente das cidades. No presente trabalho foram analisados diversos parâmetros e indicadores com o objetivo de estudar quais seriam mais relevantes para políticas públicas em Belo Horizonte. Os dados de bases públicas foram organizados em plataforma georreferenciada (*WebGIS*) e em planilhas eletrônicas, permitindo tratar e correlacionar parâmetros com indicadores urbanos. Como resultado, os parâmetros referentes ao porte, idade e uso das edificações, além da infraestrutura urbana e de riscos hidrogeológicos, foram os que apresentaram maior número de correlações fortes com os indicadores analisados. O estudo destes parâmetros, bem como a metodologia adotada, possui potencial para contribuir com a elaboração de planos de ação com foco na estruturação e desenvolvimento de cidades inteligentes e sustentáveis.

Palavras-chave: Desenvolvimento Urbano, Planejamento Urbano, Indicadores Urbanos, Parâmetros Urbanos.

Abstract

The analysis and understanding of data related to urban processes are indispensable for the efficient management of cities. In the present study, various parameters and indicators were analyzed to determine which would be most relevant for public policies in Belo Horizonte. Data from public databases were organized on a georeferenced platform (WebGIS) and in electronic spreadsheets, allowing for the treatment and correlation of parameters with urban indicators. As a result, the parameters concerning the size, age, and use of buildings, as well as urban infrastructure and hydrogeological risks, were those that showed the highest number of strong correlations with the analyzed indicators. The study of these parameters, as well as the adopted methodology, have the potential to contribute to the development of action plans focused on the structuring and advancement of smart and sustainable cities.

Keywords: *Urban Development, Urban Planning, Urban Indicators, Urban Parameters.*

1. Introdução

O século 21 é considerado como o século das cidades. Em 2030, espera-se que 60% da população viva em grandes metrópoles; já em 2050, estima-se que este percentual salte para 75%, podendo chegar a mais de 80% até o final do século. Em alguns países desenvolvidos, estas taxas de urbanização já foram ultrapassadas, como por exemplo no caso do Reino Unido [1].

Não é exagero dizer que as cidades estão no centro dos desafios globais e que, por isso, possuem papel importante e decisivo em suas soluções. Ao ocupar apenas 3% da superfície terrestre, impulsionam fortemente o crescimento econômico com 80% do PIB (Produto Interno Bruto) global, e são responsáveis pela emissão de 75% dos gases de efeito estufa [2]. Nesse sentido, as mudanças em âmbito local têm potencial para contribuir com a resolução desses grandes desafios por meio da inovação focada no aumento da eficiência dos processos urbanos.

Dentro deste contexto, o trabalho trata de analisar e classificar indicadores e parâmetros urbanos de acordo com seu impacto, podendo contribuir para análises mais assertivas deste ambiente. Neste sentido, o trabalho teve como objetivo identificar os parâmetros urbanos com maior potencial para contribuir com o desenvolvimento de Belo Horizonte – MG como cidade inteligente e sustentável.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Cidades Inteligentes Sustentáveis

Por meio do desenvolvimento de novas tecnologias, que permitiram o aumento da capacidade de *hardware*, armazenamento e processamento de dados, passou a ser possível a coleta e tratamento massivo de dados gerados pelos processos das cidades. Com base nestes avanços tecnológicos, foram viabilizadas análises mais completas e holísticas de diversos problemas urbanos, permitindo estudos com foco na otimização de diversos processos, impactando diretamente a vida e o bem-estar nas cidades [3].

Neste contexto, surge no final da década de 1990, o conceito de *Smart Cities*. Nesta época, de forma pioneira, Genebra/Suíça, Tampere/Finlândia, Hong Kong/China e Cingapura já davam os primeiros passos no desenvolvimento de tecnologia da informação, com foco em aumentar sua competitividade econômica associada a indicadores de bem-estar social e sustentabilidade [4].

O conceito de cidade inteligente também leva em consideração a preparação de um ambiente urbano mais resiliente frente aos impactos relacionados às mudanças climáticas, fazendo uso das tecnologias digitais para aperfeiçoar o planejamento urbano [5] [3].

2.2 Análise de Parâmetros Urbanos

A análise dos parâmetros e indicadores urbanos georreferenciados tem sido viabilizada também por técnicas de classificação de cidades, também conhecidas como *benchmarking*¹ ou análise de *rating*². Para tanto, a comparação quantitativa entre diferentes cidades tem sido desenvolvida por diversas organizações. Nesse sentido, foi identificado o uso de conjuntos de múltiplos indicadores, por meio dos quais pode ser apurado um índice que indique o nível de

¹ Análise comparativa entre cidades.

² Classificação de cidades por meio do desempenho de indicadores pré-definidos.

desenvolvimento urbano que permita a comparação de cidades [6]. Assim, é imprescindível que os indicadores e parâmetros urbanos, selecionados para direcionar os estudos, possam refletir projetos específicos e focados na construção, melhoria e evolução das cidades, contribuindo assim para um ambiente urbano sustentável.

2.3 Pesquisas Correlacionadas

Por meio de revisão sistemática da literatura foram identificados estudos relevantes relacionados ao desenvolvimento de cidades inteligentes e sustentáveis por meio da organização georreferenciada de indicadores e parâmetros. Nesse sentido, alguns pesquisadores, sobretudo em países desenvolvidos, têm obtido bons resultados provenientes do desenvolvimento de tecnologias e metodologias para tratar problemas urbanos e fomentar a eficiência, inteligência e sustentabilidade das cidades.

No trabalho desenvolvido por Adachi *et al.* (2014) foi realizada a análise de um dos principais desafios enfrentados por grandes metrópoles: a formação de ilhas de calor. O estudo correlacionou a densidade demográfica da cidade aos efeitos de ilhas de calor. Os autores modelaram a cidade com uso de dados provenientes de levantamentos tributários (área útil de edificações), censitários e de demais informações provenientes de outros levantamentos que a cidade possuía. Ao final, os autores concluíram que, na média, há um aumento na temperatura da região metropolitana quando considerado o cenário com a população dispersa e há uma redução quando considerado o cenário com a população adensada.

Kyba *et al.* (2021) avaliaram a eficiência da iluminação pública da cidade de Tucson/EUA. Neste estudo, foram analisadas as contribuições luminosas de outras fontes que se sobrepõe a estrutura pública, tais como lâmpadas, telas e painéis existentes na cidade. Foram utilizadas as informações georreferenciadas da estrutura da iluminação pública e, posteriormente, os dados foram comparados com parâmetros urbanos e imagens noturnas obtidas por satélites. Foi possível propor uma operação mais eficiente da infraestrutura de iluminação pública, com menor consumo de energia, contribuindo para redução de custos e impactos ambientais decorrentes da iluminação artificial.

Poslonec-Petri *et al.* (2016) elaboraram um mapa georreferenciado de ruído na cidade de Zagreb/Croácia. O trabalho consistiu em elaborar um mapa dinâmico do ruído na cidade. Os resultados permitiram conhecer melhor as fontes de ruídos e a elaboração de um diagnóstico e de proposição de medidas mitigadoras de ruído.

2.4 Normas para Gestão de Cidades

As principais normas NBR ISO, referências sobre o desenvolvimento sustentável de comunidades e cidades, são: 37.101/2017 (Sistema de gestão para desenvolvimento sustentável — Requisitos com orientações para uso); 37.120/2021 (Indicadores de serviços municipais e qualidade de vida); 37.122/2020 (Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores para Cidades Inteligentes) e 37.123/2021 (Cidades e Comunidades Sustentáveis – Indicadores para Cidades Resilientes). Tais normas tem, dentre seus objetivos principais, orientar a estruturação de um sistema de gestão sustentável com indicadores relevantes e adequados a realidade específica de cidades de diversos portes. O conjunto de normas ISO enumera 19 temas e 276

indicadores os quais são compatíveis e alinhados aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS³, preconizados pela Agenda 2030 da ONU [10].

3. Procedimentos Metodológicos

O presente estudo, inserido no âmbito de uma pesquisa de mestrado [11], busca, por meio da análise de dados urbanos, contribuir com o aprimoramento do planejamento das cidades. Para o desenvolvimento da pesquisa foi delineada metodologia para conversão e padronização de dados urbanos da cidade de Belo Horizonte, disponibilizados em diferentes formatos. Além disso, para consolidar e comparar os parâmetros e indicadores, foi necessário calcular e inserir novos atributos aos arquivos tais como informações relacionadas a localização (regional administrativa), levantamento de áreas, agrupamento de pontos, padronização de unidades de medida e formatação de arquivos com alta densidade de dados. Após realizar o tratamento vetorial de dados, com sobreposição e interseção de camadas e atributos georreferenciados, os arquivos foram convertidos do formato vetorial para planilhas eletrônicas, o que viabilizou análises comparativas entre regiões da cidade e, posteriormente, a correlação entre indicadores e parâmetros urbanos disponibilizados pelo município [12], [13], [14].

Neste sentido, o trabalho considerou 62 indicadores disponibilizados pela prefeitura na base de dados do observatório do Milênio [13]. Tais indicadores foram regionalizados, uma vez que indicadores globais não permitiriam uma análise comparativa. Os dados foram manipulados e consolidados com o uso do *software* QGIS. Posteriormente foi realizada a correlação entre parâmetros e indicadores com uso de *software* de edição de planilhas. Os parâmetros utilizados descrevem características da cidade, por bairros, tais como a existência de estruturas e serviços urbanos, restrições e/ou exigências urbanísticas, área urbanizada, ocupação de espaços ao longo dos anos, características de imóveis, dentre outros parâmetros. Para fins de organização e apresentação sintética, os parâmetros considerados foram agrupados, conforme apresentado no Quadro 01.

Quadro 1: Lista de grupos dos 194 parâmetros.

Item	Grupo de Parâmetros	Número de parâmetros
1	Coleta Resíduos	4
2	Infraestrutura Urbana	18
3	Infraestrutura de Educação e Saúde	8
4	Instalações de Serviço social	2
5	Infraestrutura de Seg. Pública	2
6	Infraestrutura de Esporte	1
7	Desenvolvimento Área Urbana	21
8	Uso e Ocupação do Solo	31
9	Atividade Econômica	12
10	População e Renda	17
11	Meio Ambiente	43
12	Mobilidade	35

Fonte: Elaborado pelos autores com base em BHGEO, 2022.

A título de exemplo e, para melhor entendimento da metodologia empregada no trabalho, apresenta-se a camada denominada “cadastro imobiliário” que disponibiliza diversos parâmetros urbanos relacionados aos imóveis existentes na cidade.

³ Objetivos estabelecidos pela ONU em 2015, que compõem uma agenda mundial para a construção e implementação de políticas públicas que visam guiar a humanidade para um mundo mais sustentável até 2030.

Na

01 pode ser vista a forma como os elementos vetoriais são visualizados no *software* QGIS. A sobreposição de camadas disponibilizou um modelo digital da cidade para a organização dos dados de forma espacial. Na referida camada os imóveis foram vetorizados individualmente pela prefeitura e, a cada um, foram inseridos atributos semânticos tais como área construída, área do terreno, tipo construtivo, padrão de acabamento, atendimento por serviços e infraestrutura, dentre outros. Para comparação entre as diferentes regiões da cidade, foi necessário tratar, agrupar e consolidar os parâmetros que são disponibilizados pela prefeitura por imóvel, para cada região da cidade.



Figura 1: Camada Cadastro Imobiliário. Fonte: BHGEO (2022)

A Tabela 01 apresenta, como exemplo, a consolidação de parte dos parâmetros urbanos relacionados a disponibilidade de infraestrutura pública por região da cidade. Cada linha foi considerada como um parâmetro urbano, dentre os 194 analisados, para posterior pesquisa de correlação com indicadores.

Tabela 01: Atendimento serviços e infraestrutura urbana.

Atendimento Infra / Serviços	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Pavimentação (unid.)	852658	63167	216438	66588	84540	80904	47397	121016	105166	67442
Galeria Drenagem Pluvial (unid.)	556903	32973	195864	34018	48893	46215	25085	77103	62766	33986
Iluminação Pública (unid.)	852139	63260	216433	66500	84421	80911	47459	120863	105064	67228
Rede de Esgoto (unid.)	826238	61617	213966	63654	80537	78966	45951	115883	101000	64664
Rede Água (unid.)	847229	63242	216370	65824	84091	80763	47096	118593	104303	66947
Rede Telefonia (unid.)	844416	62515	216142	65012	82649	80765	47179	118930	104354	66870

Fonte: Elaborado pelos autores com dados de BHGEO, 2022.

Também como exemplo, é apresentada a Tabela 02, por meio da qual são apresentados alguns dos 62 indicadores consolidados e analisados para verificação de correlação frente aos parâmetros urbanos.

Tabela 021: Indicadores regionalizados – ODS

Indicador	Regionais									
	BH	Bar-reiro	Centro Sul	Leste	Nor-deste	No-ro-este	Norte	Oeste	Pam-pulha	Venda Nova
O01-I04 (2021) Proporção de pessoas em pobreza extrema pré-transferência de renda (em %)	43,68	46,01	53,73	45,75	39,58	32,60	53,12	34,56	38,50	45,17
O03-I04 (2021) Taxa de mortalidade na Infância - menores de 5 anos (por mil nascidos vivos)	10,65	11,44	12,89	11,62	11,99	12,35	11,63	7,64	12,74	9,07
O03-I12 Taxa de incidência de dengue (por 100 mil habitantes)	214,2	262,6	96,66	391,2	293,1	163,4	229,6	115,0	145,0	254,04

Fonte: Elaborado pelos autores com dados de PMBH, 2021.

Com os parâmetros e indicadores organizados em tabelas com dados consolidados por região, foi construída uma matriz de correlação. Como resultado foi obtida uma grande matriz com os parâmetros listados em 192 colunas e os indicadores organizados em 62 linhas. Nessa matriz, cada interseção entre indicador e parâmetro apresenta um coeficiente de Pearson. A Tabela 03 abaixo demonstra a organização das informações na matriz.

Tabela 03: Matriz de correlação - Coeficientes de Pearson.

Parâmetros	Indicadores	I01	I02	I62
		Proporção de pessoas em pobreza extrema pré-transferência de renda (em %)	Taxa de mortalidade na Infância - menores de 5 anos (por mil nascidos vivos)	Taxa de incidência de dengue (por 100 mil habitantes)
P01	Pavimentação (unid. imov. atend.)	0,053	-0,080	-0,141
P02	Arborização (unid. imov. atend.)	0,141	0,000	-0,235
P03	Galeria Drenagem Pluvial (unid. imov. atend.)	0,107	-0,041	-0,201
P04	Iluminação Pública (unid. imov. atend.)	0,053	0,080	-0,141
P05	Rede de Esgoto (unid. imov. atend.)	0,056	0,077	-0,144
P06	Rede Água (unid. imov. atend.)	0,054	-0,078	-0,141
	(...)			
P192	Rede Telefonia (unid. imov. atend.)	0,054	0,078	-0,143

Fonte: Elaborado pelos autores.

O número de correlações fortes foi consolidado para cada indicador, tal como pode ser visto no Quadro 02, que apresenta, a título de exemplo para entendimento da metodologia, parte das 62 colunas referentes aos indicadores.

Quadro 02: Número de correlações fortes por indicador.

Correlações	Indicadores	I01	I02	(...)	I62
		Proporção de pessoas em pobreza extrema pré-transferência de renda (em %)	Taxa de mortalidade na Infância - menores de 5 anos (por mil nascidos vivos)	(...)	Taxa de incidência de dengue (por 100 mil habitantes)
Número de correlações positivas fortes (P>0,8)		6	3		2
Número de correlações Negativas fortes (P>0,8)		1	0		0

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a consolidação do número de correlações fortes, foram identificados os parâmetros mais influentes. Estes parâmetros foram analisados com foco em formular hipóteses que expliquem sua maior influência frente ao desempenho de um maior número de indicadores. Ao final das análises, foi possível concluir quais parâmetros exercem influência relevante no desempenho do maior número de indicadores urbanos sendo, possivelmente, os que possuem maior potencial no desenvolvimento de cidades mais inteligentes e sustentáveis.

3.1 Correlação entre variáveis

A Correlação entre duas variáveis expressa a associação entre elas. O Coeficiente de correlação populacional de Pearson, entre duas variáveis aleatórias, mede o grau com que estas se associam linearmente, bem como se essa associação é positiva ou negativa [15]. Dadas as variáveis aleatórias X e Y com valores médios μ_x e μ_y e desvios padrão σ_x e σ_y , superiores a zero, o coeficiente de correlação de Pearson ρ , pode ser calculado por meio da Equação 1.

(Equação 1)

$$\hat{\rho} = R = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Os valores de correlação de Pearson estão no intervalo $-1 \leq R \leq 1$. Quanto mais próximos de 1, ou de -1, mais forte será a correlação entre as variáveis. Neste sentido, as correlações fortes podem ser positivas ou negativas. Entretanto, um valor de R próximo de 0 sugere que não há uma relação linear entre as variáveis. Uma correlação positiva ocorre quando o aumento de uma variável está associado ao aumento de outra. Já uma correlação negativa acontece quando o aumento de uma variável leva à diminuição de outra. Uma correlação com $R \leq 0,5$ é considerada fraca, visto que em uma regressão de y sobre x tem-se que $R^2 = 0,25$, ou seja, apenas 25% da variação y seria explicada pelo modelo. Assim, um fator com valor compreendido no intervalo $0,5 \leq R \leq 0,8$ pode ser associado a uma correlação de força moderada e valores de $R \geq 0,8$ representa uma correlação forte. Para o presente trabalho foi adotado como referência, para

identificar a força de uma correlação, os valores de $R \geq 0,8$, tal como sugerido por Devore (2010).

4. Aplicações

Ao estudar os parâmetros e indicadores urbanos de Belo Horizonte, percebe-se que a análise destes dados, de forma visual, demandaria muito tempo e trabalho minucioso para reconhecimento de padrões, sendo também necessário o uso de computadores e *softwares* específicos para uma observação interativa. Tal tipo de estudo poderia, ainda, ser suscetível a análises que possuam determinado viés por parte do observador. Assim, o cálculo do fator de correlação entre variáveis permitiu a realização de análises comparativas entre regiões da cidade.

4.1 Organização dos Parâmetros e Indicadores

Os 62 indicadores foram agrupados por Objetivo de Desenvolvimento Sustentável, conforme apresenta o Quadro 03.

Quadro 03: Indicadores por Objetivo de Desenvolvimento Sustentável.

ODS	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável	Número de Indicadores
M-ODS	Índice de Qualidade de Vida Urbana - IQVU	1
ODS-01	Erradicação da Pobreza	5
ODS-02	Fome Zero	2
ODS-03	Saúde e Bem Estar	13
ODS-04	Educação de Qualidade	5
ODS-05	Igualdade de Gênero	3
ODS-06	Água Potável e Saneamento	5
ODS-07	Energia Limpa e Acessível	2
ODS-08	Trabalho Decente e Crescimento Econômico	1
ODS-09	Indústria, Inovação e Infraestrutura	1
ODS-10	Redução das Desigualdades	1
ODS-11	Cidades e Comunidades Sustentáveis	17
ODS-12	Consumo e Produção Responsáveis	1
ODS-14	Vida na Água	1
ODS-15	Vida Terrestre	2
ODS-16	Paz, Justiça e Instituições Eficazes	2
ODS-17	Parcerias e Meios de Implementação	0

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em dados de PMBH, 2021.

Os parâmetros e indicadores foram lançados em uma planilha para cálculo dos índices de correlação entre cada uma das variáveis. Para análise de correlação, os parâmetros e indicadores foram organizados e regionalizados, conforme pode ser visto no exemplo apresentado na Tabela 04.

Tabela 04: Exemplo de organização dos indicadores e parâmetros para cálculo do fator de correlação.

Regional	Indicador População atendida por coleta seletiva porta a porta ou ponto a ponto (%)	Parâmetro Altura média das edificações (m)
BH	21,86	5,27
Barreiro	5,44	3,40

Centro Sul	82,57	9,57
Leste	5,17	5,38
Nordeste	12,21	5,20
Noroeste	3,52	5,08
Norte	3,33	4,68
Oeste	37,72	5,86
Pampulha	33,14	5,26
Venda Nova	5,16	4,75

Fonte: Elaborado pelos autores.

5. Resultados

O cálculo da correlação entre os 62 indicadores e os 194 parâmetros urbanos foi feito de forma a verificar 12.028 coeficientes de correlação. Assim, foi possível identificar quantas correlações fortes ocorreram entre indicadores e parâmetros. Após esta análise, os indicadores que obtiveram o maior número de correlações (positivas e negativas) fortes foram ordenados, conforme apresentado no Quadro 04.

Quadro 04: Indicadores com alto número de correlações fortes com parâmetros.

Item	Indicador	Correlações fortes ($P > 0,8$) com parâmetros	Tipo
1	Número de mulheres em situação de rua	160	pos.
2	População em situação de rua	154	pos.
3	Área construída (cadastrada no IPTU) por habitante ($m^2/hab.$)	4	pos./neg.
4	População atendida por coleta seletiva porta a porta ou ponto a ponto (%)	4	pos./neg.
5	Índice de qualidade de vida urbana	3	pos./neg.
6	Proporção de parto normal no SUS e na saúde suplementar (%)	3	pos.
7	Percentual de empresas do setor de TIC no total de empresas ativas no município (%)	3	pos./neg.
8	Razão entre espaço público aberto e área construída da cidade	3	pos./neg.
9	Percentual de imóveis residenciais com acesso adequado (a 10 minutos de caminhada) a equipamentos culturais (%)	3	pos./neg.
10	Percentual de viagens em modos coletivos em relação ao total de viagens motorizadas (%)	2	pos./neg.

Fonte: Elaborado pelos autores. Legenda: pos. = positivo e neg. = negativo.

Após analisar cada um dos indicadores com correlações fortes foi possível descartar, no contexto da pesquisa, os itens 1 e 2 do Quadro 04, visto que apresentaram correlações fortes com a maior parte dos parâmetros pesquisados (82% dos listados), indicando, possivelmente, correlações espúrias.

6. Análise dos Resultados

Por meio da organização dos parâmetros analisados foi viável correlacioná-los a indicadores e identificar aqueles mais relevantes que podem ser priorizados. Assim, foi possível identificar os parâmetros urbanos que possuem maior correlação com o grupo de indicadores estudado, sendo estes relacionados principalmente a: (i) Verticalização / porte das edificações (altura, área e fração ideal); (ii) Atendimento por infraestrutura urbana e serviços públicos; (iii) Número de economias por imóvel; (iv) Idade de urbanização das regiões da cidade; (v) Renda domiciliar e; (vi) Presença de riscos hidrogeológicos.

A pesquisa permitiu identificar parâmetros urbanos que exercem influência relevante nos indicadores analisados. Para tanto, a elaboração de um modelo digital, alimentado por meio de camadas georreferenciadas de bases de dados abertos, com o uso de *software* do tipo *WebGIS*, foi fundamental, pois viabilizou análises comparativas por regiões da cidade. Tal tratamento e organização dos dados permitiu o uso de um número elevado de variáveis, proporcionando agilidade nas análises. Adicionalmente, evidenciou-se a grande importância e utilidade dos dados abertos.

Destaca-se que o método utilizado para correlacionar parâmetros e indicadores, pode ser adaptado para uso em outras pesquisas. Assim, o trabalho também apresenta como contribuição a metodologia utilizada para tratamento de dados e correlação entre indicadores e parâmetros. Problemas crônicos das grandes cidades como, por exemplo, aqueles relacionados a intensidade do tráfego de veículos, não apresentaram correlação forte com nenhum dos indicadores regionalizados disponíveis, possivelmente em função do recorte de dados utilizado.

7. Considerações finais

Em síntese, o presente trabalho tem como uma das suas principais contribuições a metodologia e os procedimentos adotados para tratar e consolidar os dados provenientes de bases abertas e que são pouco exploradas pela administração pública, bem como pouco consultadas pela população. As diversas atividades e processos desenvolvidos no ambiente urbano geram grande quantidade de dados. Entretanto, é indispensável que, além de disponibilizados ao público, os dados sejam inteligíveis, interoperáveis e de fácil consulta, para que possam ser transformados em informações úteis. Desta forma, será possível promover uma maior participação da sociedade nas decisões da administração pública municipal, com foco na eficiência dos serviços e infraestrutura urbana, contribuindo com o desenvolvimento de cidades mais inteligentes e sustentáveis.

Referências

- [1] T. Yigitcanlar and M. Kamruzzaman, “Does smart city policy lead to sustainability of cities?,” *Land use policy*, vol. 73, no. November 2017, pp. 49–58, 2018, doi: 10.1016/j.landusepol.2018.01.034.
- [2] K. Kankaala, M. Vehiläinen, P. Matilainen, and P. Välimäki, “Smart city actions to support sustainable city development,” *Techne*, vol. SpecialSer, no. 01, pp. 108–114, 2018, doi: 10.13128/Techne-23569.
- [3] R. L. Stadler, “Icts As a Tool To Increase the Attractiveness of Public Spaces / Ikt Kaip Viešųjų Erdvių Patrauklumo Didinimo Priemonė,” *Mokslas - Lietuvos ateitis*, vol. 5, no. 3, pp. 216–228, 2013, doi: 10.3846/mla.2013.39.
- [4] M. J. Mousavi, T. McGrail, and S. Varadan, “Monitoring and diagnostics,” *Smart Grids: Advanced Technologies and Solutions, Second Edition*, vol. 16, no. 1, pp. 385–395, 2017, doi: 10.1201/9781351228480.
- [5] M. Hämäläinen, “A Framework for a Smart City Design: Digital Transformation in the Helsinki Smart City,” *Contributions to Management Science*, no. September 2019, pp. 63–86, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-23604-5_5.
- [6] A. Vanolo, “Smartmentality: The Smart City as Disciplinary Strategy,” *Urban Studies*, vol. 51, no. 5, pp. 883–898, 2014, doi: 10.1177/0042098013494427.
- [7] S. A. Adachi *et al.*, “Moderation of summertime heat island phenomena via modification of the Urban form in the Tokyo metropolitan area,” *J Appl Meteorol Climatol*, vol. 53, no. 8, pp. 1886–1900, 2014, doi: 10.1175/JAMC-D-13-0194.1.
- [8] C. C. M. Kyba *et al.*, “Direct measurement of the contribution of street lighting to satellite observations of nighttime light emissions from urban areas,” *Lighting Research and Technology*, vol. 53, no. 3, pp. 189–211, 2021, DOI:10.1177/1477153520958463.
- [9] V. Poslonec-Petri, V. Vukovi, and S. Frangeš, “VOLUNTARY NOISE MAPPING for SMART CITY,” *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. 4, no. 4W1, pp. 131–137, 2016, doi: 10.5194/isprs-annals-IV-4-W1-131-2016.
- [10] H. Takiya *et al.*, “Application of Open Government Data to Sustainable City Indicators: A Megacity Case Study,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 14, Jul. 2022, doi: 10.3390/su14148802.
- [11] I. C. Azevedo Jr., “Impacto de parâmetros urbanos específicos para impulsionar cidades inteligentes sustentáveis - estudo de caso em Belo Horizonte,” *Dissertação de Mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022. Accessed: Apr. 30, 2024. [Online]. Available:*

<https://sig.cefetmg.br/sigaa/verArquivo?idArquivo=4579532&key=64b0be29661390296fc46a00f51818fc>

- [12] PMBH, “Planejamento e Orçamento - Indicadores ODS.” Accessed: Jun. 25, 2021. [Online]. Available: <https://prefeitura.pbh.gov.br/planejamento/planejamento-e-orcamento/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/indicadores-ods>

- [13] PMBH and O. do Milênio, “Relatório de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de Belo Horizonte 2020,” Belo Horizonte, 2020. [Online]. Available: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/planejamento/relat_ods_bh_2020.pdf

- [14] BHGEO, “BHGEO.” Accessed: Dec. 14, 2022. [Online]. Available: <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhgeo>

- [15] J. L. Devore, *Probabilidade e Estatística para Engenharia e Ciências*. Cengage Learning Edições Ltda, 2010.