

Artefatos para infraestrutura de mobilidade sustentável em cidades inteligentes usando metodologia BIM

Artifacts for sustainable mobility infrastructure in smart cities using BIM methodology

Carlos Eduardo de Lima(1); Josyanne Pinto Giesta(2); Alfredo Costa Neto(3)

1 Mestrando em Ciências Ambientais, Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, Brasil.

E-mail: carlos.lima2@escolar.ifrn.edu.br

2 Doutora em Arquitetura e Urbanismo, Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, Brasil.

E-mail: josyanne.giesta@ifrn.edu.br

3 Mestre em Engenharia Sanitária, Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, Brasil.

E-mail: alfredo.neto@ifrn.edu.br

Revista de Arquitetura IMED, Passo Fundo, vol. 12, n. 2, p. 141-156, julho-dezembro, 2023 - ISSN 2318-1109

DOI: <https://doi.org/10.18256/2318-1109.2023.v12i2.4959>

Artigo convidado do



IX Seminário Internacional de
Construções Sustentáveis

Sistema de Avaliação: *Double Blind Review*

Como citar este artigo / How to cite item: [clique aqui! / click here!](#)

Resumo

Este artigo visa fomentar o conhecimento, para a comunidade que estuda soluções em gestão de mobilidade urbana, no aspecto das cidades inteligentes e sustentáveis, contendo análises de artefatos com este encadeamento, elaborados nos programas *stricto sensu* no Brasil e para a realidade deste país. Seu objetivo é apresentar dados sobre esses inventos, que façam recomendações de uso da modelagem da informação e verificar proposições alinhadas às interfaces da sustentabilidade dos recursos naturais, frente às metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11, na Agenda 2030, da Organização das Nações Unidas. Quanto à metodologia, este reflete um estudo secundário, através de revisão bibliográfica, embarcado na especialidade de gestão dentro da área da engenharia; tem finalidade básica, propósitos exploratório e descritivo; foi versado pela análise de conteúdo, na forma comparativa. Seus dados têm importância para fundamentação do conhecimento, na composição de uma pesquisa maior em nível de mestrado, que visa a proposição de um constructo nesse viés e, assim, pode ser relevante para outros trabalhos similares. As buscas usando os termos remetentes aos quatro pilares deste artigo (artefatos; BIM; mobilidade; e cidade inteligente), retornaram apenas 1 dissertação publicada em 2017, denotando campo fértil para elaboração de estudos nesta seara.

Palavras-chave: Constructos; Gestão; Modelagem da informação; Mobilidade; Revisão bibliográfica.

Abstract

This article aims to promote knowledge, for the community that studies solutions in urban mobility management, in the aspect of smart and sustainable cities, containing analyzes of artifacts with this chaining, elaborated in *stricto sensu* programs in Brazil and for the reality of this country. Its objective is to present data on these inventions, which make recommendations for the use of information modeling and verify propositions aligned with the interfaces of sustainability of natural resources, against the goals of Sustainable Development Goal 11, in the 2030 Agenda, of the United Nations. As for the methodology, this reflects a secondary study, through a bibliographic review, embarked on the management specialty within the engineering area; has basic purpose, exploratory and descriptive purposes; was versed by content analysis, in a comparative way. Its data are important for the foundation of knowledge, in the composition of a larger research at the master's level, which aims to propose a construct in this bias and, thus, may be relevant to other similar works. The searches using the terms referring to the four pillars of this article (artifacts; BIM; mobility; and smart city), returned only 1 dissertation published in 2017, denoting a fertile field for the elaboration of studies in this area.

Keywords: Constructs; Management; Building information; Mobility; Literature review.

1 Introdução

A precária mobilidade no Brasil, é um problema com origem no desenvolvimento sem planejamento e preparo (QUARESMA *et al.*, 2017). As deficiências relativas ao emprego de tecnologias, à qualificação profissional e à interação entre disciplinas, por exemplo, são gargalos à implementação de modelagem da informação da construção (BIM – *building information modeling*) no setor de infraestrutura de transportes no país (CARDOSO, 2020). A consequência dessa situação, se reflete em estradas com estados de conservação ruim, falhas geométricas, trânsito caótico e desconexão entre os modais de transportes, colaborando para a perturbação nesse sistema. Santos (2021) concluiu em seu estudo que, as adversidades da mobilidade urbana (MU) se fazem atuais, são crescentes e preocupantes, para os *stakeholders* envolvidos nesse segmento, mediante o progressivo aumento da necessidade de deslocamentos no ambiente urbano.

Naline e Silva Neto (2017), enfatizam a importância de planejar o sistema de transportes coletivo com base em fontes de energia limpa e renovável, na construção de cidades sustentáveis, ao promover o viés ambiental da sustentabilidade. Para eles, as interfaces social e econômica desse tema são alcançadas dentro da política de acesso ao transporte de qualidade, à preços justos, combatendo a segregação territorial e permitindo o usufruto de outros serviços públicos como saúde, educação, lazer e moradia, por exemplo. Toda essa abordagem se insere no tratamento de gestão da MU que, segundo Quaresma *et al.* (2017, p. 25), deve ser discutida nessas três perspectivas (social, ambiental e econômica), observando a redistribuição e descentralização espacial das atividades econômicas.

Nesse meio, estudiosos sobre processos de gestão em engenharia, buscam a proposição de artefatos, elaborados a partir de situações específicas, para aplicação generalista em um grupo de problemas (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015); (LACERDA *et al.*, 2013). A identificação de instrumentos como estes e sua configuração nas classes de problemas, se constitui como etapa de embasamento para a condução de pesquisas delineadas com a *Design Science Research (DSR)*, consoante Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015, p. 128). É nesse contexto, que esse estudo investiga os produtos desenvolvidos nas academias para uso prático na infraestrutura de transportes, dentro da especialidade de gerenciamento da mobilidade urbana e aqui se comunica o apanhado nas pré-análises.

O tratamento das atividades de gestão de projetos, mediante a implantação da metodologia BIM, requer verificação exaustiva dos processos então praticados, a seleção de ferramentas adequadas em cada caso e a proposição de adaptações e melhorias. Esse paradigma, amplamente difundido no setor de edificações, tem forte potencial para mitigação de muitos transtornos relacionados às disciplinas da mobilidade urbana. Então, se faz primordial uma apuração dos artefatos disponíveis na atual cesta de

produtos, aplicados ao sistema em questão, que tenham sido originados com rigor científico, em busca de preencher lacunas e desenvolver novas soluções. Isto permitirá indicar caminhos, para que as tarefas de contratações de projetos em BIM promovam práticas de desenvolvimento tecnológico e sustentável, possibilitando o usufruto dos recursos naturais no longo prazo.

Diante o exposto, este estudo buscou respostas para as seguintes questões de pesquisa (QP): (QP1) em quais áreas do conhecimento existem estudos completos sobre cidades inteligentes, com a holística dos problemas da mobilidade urbana? (QP2) Quais estudos relacionaram aplicação de *softwares* BIM e os usos a eles imputados? (QP3) Quais os artefatos técnico-tecnológicos produzidos pelos estudos identificados? (QP4) Os estudos abordaram questões sobre sustentabilidade, ou aspectos dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, da Organização das Nações Unidas (ONU)? (QP5) E, quais as lacunas indicadas nas publicações, dentro desse contexto?

O objetivo geral deste conteúdo é concentrar dados oriundos de estudos brasileiros, em nível de *stricto sensu*, pautados nas estratégias sustentáveis de gestão e planejamento urbano empregando a metodologia BIM, para solução de problemas nos sistemas de mobilidade urbana. Diante disto, os objetivos específicos relacionados para este caso foram: (1) agrupar estudos segundo as áreas do conhecimento e as classes de problemas dos artefatos; (2) relacionar os objetivos conduzidos nos trabalhos; (3) Identificar os produtos técnicos elaborados, as soluções BIM aplicadas e os usos trabalhados; (4) Verificar as metodologias de pesquisa empregadas na condução da pesquisa; e (5) Relacionar as lacunas apontadas nos capítulos conclusivos dos trabalhos selecionados. De modo que essas metas conseguem responder as questões levantadas neste estudo.

Este trabalho é parte de uma série de estudos associados em uma pesquisa de mestrado, que investiga diretrizes para a concepção de sistemas de mobilidade urbana, na conjuntura das cidades inteligentes, empregando softwares em plataforma de modelagem da informação. Logo, se mostra relevante, à medida em que traz dados das etapas iniciais (por ocasião dos processos de investigação de problemáticas aderentes ao tema), os quais servem de embasamento para o conhecimento mais amplo. Também se destaca a importância em mitigar o risco de tratar conteúdo já publicado, se configurando como uma etapa necessária da pesquisa, com chances de contribuir para outros estudos, na identificação de artefatos e acompanhar a evolução da produção desses *constructos*.

2 Metodologia

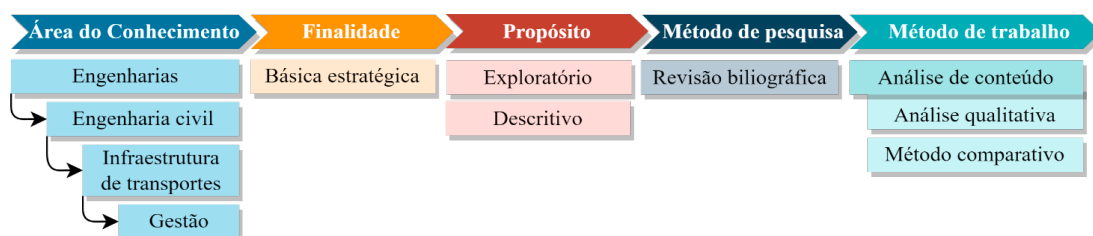
Este é um estudo aglutinado à grande área do conhecimento das Engenharias, conforme a tabela do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, 2022), na medida em que investiga produtos dedicados ao tratamento de

processos inseridos na especialidade de gestão. Quanto à finalidade, segundo Gil (2022), é uma pesquisa básica estratégica para identificação de produtos técnico-tecnológicos (PTTs), com solução de problemas no sistema de mobilidade urbana, com implantação do paradigma BIM em estudos para cidades inteligentes e sustentáveis. Relacionado aos seus propósitos, tem caráter exploratório e descritivo (GIL, 2022, p. 27), buscando a familiarização com esses artefatos desenvolvidos em estudos completos, descrevendo suas características, a configuração das classes de problemas por eles trabalhados e suas lacunas apontadas.

Assim, o estudo foi concebido a partir de pesquisa bibliográfica que, segundo Gil (2022, p. 29), Marconi e Lakatos (2022, p. 200) e Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015, p. 30) é um estudo secundário, fundamentado em publicações científicas, como teses e dissertações, objetos dessa revisão, concomitante aos seus produtos. Seu desígnio é embasar trabalhos mais amplos, identificando o estado da arte sobre o tema e enquadrados nas questões e objetivos elencados na introdução. Pela definição de Hohendorff (2014, p. 41), a revisão de literatura (bibliográfica) promove avaliações críticas de publicações, com o objetivo de organizar, integrar e avaliar estudos importantes acerca de um tema específico.

A técnica de examinação transcorreu-se pela análise de conteúdo que, em harmonia com Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015, p. 35), tem o objetivo de retirar conclusões sobre o tema das comunicações elaboradas em estudos anteriores. Essa verificação se deu pelo método comparativo (dos problemas, produtos e lacunas) que, consoante Marconi e Lakatos (2022), consiste em realizar analogias, buscando similitudes e divergências entre ocorrências de elementos. A Figura 1 compila a caracterização metodológica deste estudo, em que a área do conhecimento é estruturada segundo CNPq (2022), a finalidade e os propósitos estão pautados em Gil (2022) e as técnicas de pesquisa e trabalho são definidos por Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015).

Figura 1. Enquadramento metodológico da pesquisa



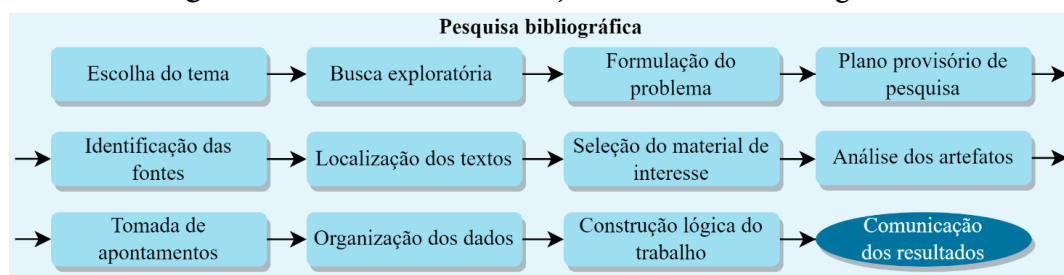
Fonte: Elaborado pelos autores (2023), com base em CNPq (2022) e Gil (2022).

A pesquisa bibliográfica realizou-se através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), aplicando os termos de interesse (segundo as questões e os objetivos estabelecidos), por tentativas, buscando formar a *string* mais favorável. Essa base de dados reúne estudos completos defendidos no Brasil, permitindo o acesso

livre e gratuito às pesquisas produzidas nos programas de mestrado e doutorado. A motivação para a escolha dessa base, se deu em função de aproximar o estudo em questão à realidade brasileira do desenvolvimento sociotecnológico, bem como a possibilidade de obter uma amostra de fontes factível de trabalhar no curto prazo. Em função do tipo de estudos pretendidos para análise, os termos aplicados se mantiveram em português, apenas.

Em sequência, a execução ocorreu a partir da instituição de ensino superior (IES), na qual este estudo tem vínculo, com uso de microcomputador interno, conectado por meio de acesso remoto às publicações disponibilizadas no Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Os procedimentos iniciais ocorreram em 26 de junho de 2023, com atualização e refinamento em 10 de julho do mesmo ano, em condições favoráveis de navegabilidade na internet. Embora essa busca bibliográfica não tenha se dado de maneira sistemática, ainda sim, para conferir rigor científico, replicabilidade e meios de aferição das conformidades dos resultados, se estabeleceu o protocolo minimamente delineado na Figura 2, de acordo com a proposta de Gil (2022).

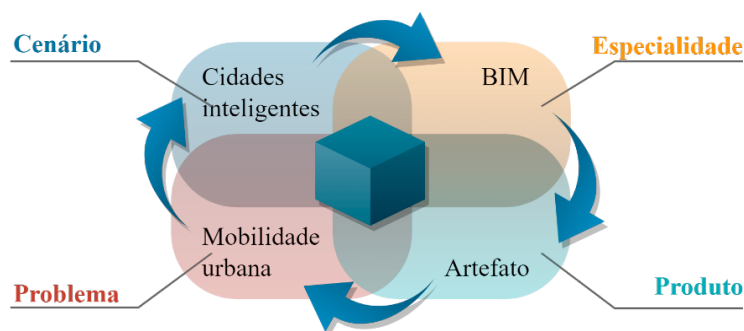
Figura 2. Processo de condução da revisão bibliográfica



Fonte: Elaborado pelos autores (2023), com base em Gil (2022).

A realização da busca com a *string* completa, pré-definida, [(BIM OR “modelagem da informação da construção”) AND (artefato OR guia OR manual OR produto OR *framework*) AND (mobilidade OR “mobilidade urbana”) AND “cidade inteligente”], teve o objetivo de alcançar o resultado mais favorável. A Figura 3, em que os trechos centrais mais escuros indicam a interseção entre os vocábulos, o cubo ao centro representa os objetos de interesse (os artefatos) e as setas imprimem o fluxo dos arranjos elaborados. Ao todo se transcorreram 8 eventos, agrupados em 3 etapas, que estão relacionadas no Quadro 1, onde: etapa 1 corresponde às buscas pelos termos individualizados; na segunda, se aplicou a *string* completa; por conseguinte, a última se aplicou os termos aos pares.

Figura 3. Representação do fluxo para localização dos objetos de interesse



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Quadro 1. Sistematização dos eventos de buscas

Etapa	Evento	Variáveis de referência (<i>strings</i>)
1	1	(BIM OR “modelagem da informação da construção”)
	2	(artefato OR guia OR manual OR produto OR <i>framework</i>)
	3	(mobilidade OR “mobilidade urbana”)
	4	“cidade inteligente”
2	5	[(BIM OR “modelagem da informação da construção”) AND (artefato OR guia OR manual OR produto OR <i>framework</i>) AND (mobilidade OR “mobilidade urbana”) AND “cidade inteligente”]
3	6	(BIM OR “modelagem da informação da construção”) AND artefato
	7	(BIM OR “modelagem da informação da construção”) AND (mobilidade OR “mobilidade urbana”)
	8	(BIM OR “modelagem da informação da construção”) AND “cidade inteligente”

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A análise de conteúdo por si só precisaria de um artigo à parte para ser explanada, porém, neste caso, cabe destacar seus aspectos mais intrínsecos nesta pesquisa. Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015, p. 104) comunicam que não há um conceito para distinguir o que são classe de problemas, no entanto, eles apresentam a definição de que se trata de um agrupamento sistemático de problemas práticos ou abstratos contendo artefatos aplicáveis nas organizações. Alinhado à Bardin (2016, p. 48), o objetivo desse método neste artigo é explorar e descrever indicadores nas mensagens contidas nos produtos analisados, inferindo variáveis para a produção de um novo artefato.

3 Resultados e discussões

Foram gerados dois cenários cabíveis de investigação (Figuras 4 e 5), em função da variância provocada pelos termos que aparecem em vermelho, que correspondem, exatamente, aos objetos de análise e onde a palavra “produto”, por ser bastante genérica, foi o pivô das distorções. Assim, na matriz da Figura 4, a sua parte superior

(acima da linha preta na diagonal principal), indica a situação mais provável de localizar os estudos esperados, apresentando um total de 4 resultados. Nesta posição, o estudo de Miranda (2017) foi o único que se apresentou na interseção entre os quatro blocos de vocábulos (*string* completa) e se manteve constante, para todas as demais simulações neste caso (quatro ao todo). A dissertação de Ibarra (2016) foi a segunda que apareceu na interceptação entre o conjunto [BIM, artefato e mobilidade], portanto, sendo os dois trabalhos com maior aderência para essas buscas.

Figura 4. Matriz 1 – maior aderência para o estudo, com análise completa

MATRIZ 1		Combinações entre BIM e os demais termos			
	(BIM OR "modelagem da informação da construção")	(artefato OR guia OR manual OR produto OR <i>framework</i>)	(mobilidade OR "mobilidade urbana")	"Cidade inteligente"	
(BIM OR "modelagem da informação da construção")	516				
(artefato OR guia OR manual OR produto OR <i>framework</i>)	158	142.357	2	1	(BIM OR "modelagem da informação da construção")
(mobilidade OR "mobilidade urbana")	12	2.961	487	1	(BIM OR "modelagem da informação da construção")
"cidade inteligente"	2	74	131	15.596	

Legenda:

- Resultado mais favorável para análises
- Mesmo retorno da combinação completa
- Busca individualizada dos termos
- Divisão da matriz (seções inferior e superior)

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Nesta primeira situação, considera-se que a amostra foi, relativamente, insignificante, com apenas duas fontes coletadas, no entanto, se fez importante proceder às análises destas, face à aderência mais próxima do planejado neste estudo. Por outro lado, a experiência tem mostrado que, quanto maior a aglutinação de termos na formação de *strings*, a amostra coletada tende a ser minimalista. O que pode ser útil em algumas situações, mas não para o caso deste estudo. Então, se procedeu à nova rodada de buscas, deixando apenas o termo “artefato” (denominação comum, utilizada em estudos que se valem das técnicas da *Design Science* e *Design Science Research*, para obter um produto de uso genérico destinado à solução de um problema específico (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015).

Observando a Figura 5, as análises se concentram na primeira coluna da matriz, em que foram coletados 51 resultados, nas buscas promovidas por pares de blocos, por exemplo: (BIM OR “modelagem da informação da construção”) AND artefato; recuperando 37 fontes nesta situação. Sucendendo-se para as outras duas formações, ainda na região inferior da diagonal principal da matriz, resultaram em 12 e 2 estudos, respectivamente. Porém, entre os 12 obtidos ao aplicar a variável de referência [3.7] (conforme Quadro 1), os 2 trabalhos abarcado na matriz 1 aparecem também nesta

cena e o de Araújo (2018) aparece duplicado dentre os demais. Assim, em caráter de pré-análise, como proposto no protocolo de Bardin (2016), para verificar a aderência desses estudos junto aos elementos construtivos desta pesquisa, o recorte para [BIM e mobilidade] foi o selecionado, contendo 11 fontes no total.

Figura 5. Matriz 2 – menor aderência para o estudo completo e análise fragmentada

MATRIZ 2	(BIM OR "modelagem da informação da construção")	artefato	(mobilidade OR "mobilidade urbana")	"Cidade inteligente"	Combinações entre BIM e os demais termos
	(BIM OR "modelagem da informação da construção")	516			
	artefato	37	4.674	0	(BIM OR "modelagem da informação da construção")
	(mobilidade OR "mobilidade urbana")	12	163	15.596	1 (BIM OR "modelagem da informação da construção")
	"cidade inteligente"	2	6	131	487

Legenda:

- Resultado mais favorável para análises
- Mesmo retorno da combinação completa
- Busca individualizada dos termos
- Divisão da matriz (seções inferior e superior)

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Retomando os elementos aqui investigados, o Quadro 2 alinha sucintamente as questões e os objetivos específicos deste estudo (detalhados na introdução), para a análise de conteúdo da amostra recortada, buscando responder a esses anseios e possibilitar o apontamento de indicadores e diretrizes.

Quadro 2. Relação Questões X Objetivos (da pesquisa)

Questões desta pesquisa (QP - Questões de Pesquisa)		OE - Objetivos específicos desta pesquisa	
QP1-	Áreas do conhecimento do estudo?	OE1-	Identificar quais áreas estudam o tema posto;
QP2-	Houve aplicação de software e usos BIM?	OE2-	Indicar aplicações BIM nessa questão;
QP3-	Que tipo de artefato foi produzido?	OE3-	Agrupar as classes de problemas e artefatos;
QP4-	O estudo aborda sobre sustentabilidade e ODSs?	OE4-	Identificar contribuições para os ODSs;
QP5-	Quais as lacunas foram apontadas?	OE5-	Identificar carência de estudos.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Para facilitar o processo de análise, Bardin (2016) recomenda o uso de codificação para as fontes que serão trabalhadas. Deste modo, o sistema de códigos aqui aplicados, foi padronizado conforme as sequências nos Quadros 1 e 3. Este último identifica as 11 fontes

operadas da seleção, segundo suas principais identificações. A respectiva lista se inicia pelos dois primeiros trabalhos de maior ênfase (relativos à primeira matriz), seguidos dos demais constantes no recorte contendo mobilidade. Em análise mais profunda, cabe acrescentar a amostra do termo [artefato], bem como o acréscimo de vocábulos remetentes ao segmento de infraestrutura e outras investigações sobre *constructos*.

Quadro 3. Lista das fontes selecionadas na etapa de pré-análise

Código	Autor	Ano	Título (segmento de estudo)
[2.5.1]	Miranda, F. S.	(2017)	Curitiba-Viewport: contribuição ao desenvolvimento de uma plataforma computacional para cidades virtuais (infraestrutura urbana / cidades inteligentes)
[3.7.1]	Ibarra, J. F. V.	(2016)	Integração de modelos de processo e produto na fase de construção para o controle da produção e da qualidade com o apoio de BIM (construção civil / edificações)
[3.7.2]	Santana, C. C. A. P.	(2017)	Aplicativo BIM: promoção do autocuidado na doença renal crônica infantojuvenil (medicina)
[3.7.3]	Bunemer, R.	(2020)	Construção 4.0: proposta de inovações tecnológicas digitais para o setor da construção civil - estudo de caso de uma smart house (construção civil / edificações)
[3.7.4]	Côco Júnior, V. H.	(2021)	O processo colaborativo entre arquitetos e algoritmos na concepção arquitetônica: um estudo sobre a geração automatizada de layouts de mobiliário como ferramenta projetual (arquitetura / mobiliário)
[3.7.5]	Araújo, A. N. D.	(2018)	Uso de realidade aumentada como auxílio para concepção de projetos arquitetônicos em BIM: experimentos de pesquisa aplicada desenvolvida em disciplinas de modelagem e BIM no Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPB entre 2015 e 2017 (arquitetura / edificações)
[3.7.6]	Fernandes, R. da S.	(2013)	Flexibilização e personalização de unidades habitacionais: Estudo de caso em Porto Alegre, RS (construção civil / edificações)
[3.7.7]	Souza, R. P.	(2020)	Varredura 3D de baixa complexidade com uso de dispositivos móveis para apoio ao acompanhamento de obras (construção civil / edificações)
[3.7.8]	Ribas, L. R.	(2021)	Rechat: ferramenta para estudo do comportamento de usuários em sistemas de comunicação do estilo Whatsapp (desenvolvimento de software)
[3.7.9]	Ferroni, J. G.	(1996)	Aplicação do método integral de contorno na modelagem do transporte de traçadores radioativos em meios porosos (engenharia do petróleo e gás)
[3.7.10]	Firmino, R. M.	(2021)	Um Protocolo de Roteamento Multitabelas para Monitoramento de Sinais Vitais em Cenários de Operações Militares (serviço militar)

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Entre os títulos, verifica-se que parte dos estudos poderiam ter sido descartados ainda na base, contudo, na forma de permitir replicabilidade e aferição das informações, a relação foi exportada integralmente e o tratamento dos dados foram executados *offline* (em arquivo interno fora da BDTD). Com isto, A Figura 6 apresenta a proporção das áreas do conhecimento, segundo comunicado nas publicações, em que se percebe 58% dos estudos relacionados às engenharias e 18% ao segmento de arquitetura. Um dos estudos aparece ligado à área básica da Medicina e, o mais curioso nas observações é que, justamente, a dissertação, até então, mais aderente a esta pesquisa, em azul no Quadro 3 (MIRANDA, 2017), está vinculada à formação em engenharia elétrica.

Figura 6. Distribuição das fontes e a quantidade por Grandes áreas e Áreas básicas, com base em CNPq (2022)

Engenharias		Eng. Mecânica - [3.7.3], 1	Ciênc. Soc. Aplicadas	Ciênc. Ex. e da Terra
		Eng. Do Petróleo - [3.7.9], 1		Ciênc. da Comput. - [3.7.8], 1
Eng. Civil - [3.7.1]; [3.7.6]; [3.7.7], 3	Eng. Elétrica - [2.5.1]; [3.7.10], 2		Arq. e Urb. - [3.7.4]; [3.7.5], 2	Ciênc. da Saúde
				Medicina - [3.7.2], 1

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Mesmo constatando-se 3 estudos envolvidos na Engenharia Civil, nenhum deles se insere na subárea da Infraestrutura de Transportes (segmento de propriedade desta pesquisa), na qual era esperado localizar comunicações no tocante à mobilidade urbana. Dentre essas fontes apresentadas no quadro 3, foram descartados os códigos [3.7.2], [3.7.4], [3.7.9] e [3.7.10], em razão dos seus segmentos (medicina, mobiliário, petróleo e gás e serviço militar, respectivamente) não estarem relacionados à temática deste estudo. Assim, foi realizada a inventariação das palavras nos arquivos textos (com uso da ferramenta “localizar”, manualmente), inseridas no cenário desta pesquisa, desconsiderando nome de pessoas e “mobilidade” fora do contexto do espaço urbano. O resultado logrado se manifesta na Figura 7, cuja intenção foi compreender como os estudos foram alcançados, observando a intensidade (em quantidade) da povoação dos termos.

Figura 7. Inventário dos termos aplicados nas buscas, identificados nas publicações

Termos	Fontes							Escala
	[2.5.1]	[3.7.1]	[3.7.3]	[3.7.5]	[3.7.6]	[3.7.7]	[3.7.8]	
BIM		431	51	155	49	127		1 - 5
"modelagem da(e) informação da construção"		5	1		1	4		6 - 10
artefato	1	30						11 - 15
guia	8	2				2		16 - 20
manual (sinônimo de produto)		6	2	3	6	14		21 - 25
produto	11	233	21	1	48	11		26 - 30
framework	10	4			1	1	3	31 - 35
mobilidade	4							36 - 40
"mobilidade urbana"								41 - 45
"cidade inteligente"	13							46 - +
Situação: S (selecionado) / D (descartado)	S	S	D	D	D	D	D	0

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A dissertação [3.7.1], apesar de estar aplicada ao segmento imobiliário, não tendo qualquer relação com o foco em “mobilidade urbana” e “cidades inteligentes” ainda sim foi mantida como fonte de dados, visto que se dedica ao processo construtivo nos canteiros de obra, se percebendo potencial aproveitamento para o setor da infraestrutura. Um fato destoante, e relevante de ser comentado, é a falta de motivação para o estudo [3.7.8] ter sido obtido, se apenas o termo “*framework*” aparece no mesmo três vezes, porém, na lista de referências bibliográficas, sem fazer qualquer relação com o tema abordado.

Observando esses dados, o estudo recorrente [2.5.1] atendeu ao critério sobre mobilidade e cidades inteligentes, diferente dos demais. Mesmo este não mostrando termos ligados ao BIM, ainda assim, foi selecionado junto com o [3.7.1], dentre os onze iniciais, para verificação dos artefatos produzidos nas suas pesquisas. Os Quadros 4 e 5 trazem informações extraídas de ambas as fontes, em respostas às questões (RQs) 2, 3, 4 e 5 (sucessivamente) levantadas nesta pesquisa, através da pré-análise de conteúdo. Devido ao espaço disponível neste artigo, não coube discorrer, a contento, sobre mais dados possíveis de inferência e fundamentação teórica nos objetos deste estudo.

Quadro 4. Respostas às QPs 2 e 3 neste artigo

Código	Artefato proposto	Problema	Classe de problema ¹	Software BIM	Usos BIM
[2.5.1]	Jogo digital	Uso das TICs ² para solução de problemas	Análise de problema e tomada de decisão	SR ³	SR ³
[3.7.1]	Modelo de processo gerencial e modelo de BIM de edificação	Gestão da informação na construção civil	Gestão de processos	BIM 360°; Field; Navisworks; Revit; Visilean	Colaboração, gestão da informação, modelagem

¹Com base em Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015);

²Tecnologia da Informação e Comunicação; ³Sem registro.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Quadro 5. Respostas às QPs 4 e 5 neste trabalho

Código	Aspectos de desenvolvimento sustentável e ODS	Principal lacuna apontada
[2.5.1]	Expansão urbana sustentável; governança; qualidade de vida; gestão de recursos; mobilidade. (Sem registro de ODSs)	Expansão da modelagem do ambiente com o programa.
[3.7.1]	Sem registro relevante para este estudo. O texto faz uma breve abordagem, no referencial teórico, sobre sustentabilidade de obras. (Sem registro de ODSs)	Adaptação do modelo proposto para outros fins e incremento de informações, para aplicação nas demais etapas do ciclo de vida dos empreendimentos.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

4 Considerações

Esta pesquisa compreendeu etapa de pré-análise, em processo de revisão bibliográfica, para embasamento de um estudo em nível de *stricto sensu* na área de Ciências Ambientais, com ênfase em Sustentabilidade e Uso Sustentável de Recursos Naturais. Em que o estudo é aplicado na proposição de um artefato para o segmento de infraestrutura de mobilidade sustentável em cidades inteligentes, empregando metodologia BIM. Na construção do conhecimento para esse estudo, se promoveu investigação acerca de produções científicas desenvolvidas para solução de problemas reais em sistemas de mobilidade urbana, sem, contudo, pretender esgotar o universo das publicações nessa área.

A identificação de estudos pregressos nesse contexto, permite melhor orientação na elaboração de uma nova proposta de guia (*constructo*), para auxiliar os profissionais atuantes nas tarefas de concepção de empreendimentos horizontais de infraestrutura urbana para a mobilidade. Diante do que se observou nos dados apresentados, nestas condições, é que os termos de uso comum nessa área, se mostraram pulverizados e insuficientes; que, a depender do ponto de vista, se configura como campo fértil para novas produções, ou sujeição à vacância de contribuições anteriores. Porém, é imprescindível complementar as investigações com o recorte maior, apontado na matriz ilustrada na Figura 5 (com 37 estudos), que não se fez oportuno nesta publicação, devido aos seus limites.

Com isto, diante o seu caráter preliminar, acredita-se que o presente instrumento cumpre o seu papel, servindo de bússola no refinamento e melhoria dos processos aqui trabalhados. O mesmo apontou que a temática da mobilidade urbana se faz estudada sob diversos olhares das diferentes áreas do conhecimento, denotando comunhão interdisciplinar no ambiente acadêmico. Esta observação comprova que as problemáticas no sistema em análise são percebidas e sentidas por diversos estudiosos e o quanto essas questões afetam a sociedade em sua completude. A lacuna

deixada por este estudo se direciona ao rearranjo dos termos, de forma a obter melhor aproveitamento, assim como expandir as observações para extrair o máximo de análises factíveis com o material alcançado.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Diretoria de Pesquisa e Inovação (DIPEQ), do *campus* Natal-Central do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), pela bolsa de fomento (a partir do edital nº 03/2023 – DIPEQ/CNAT/IFRN) ao projeto de pesquisa, no qual este trabalho é vinculado, por meio do Núcleo de Estudos e Pesquisa em Integração de Projetos (GIP).

Referências

- ARAÚJO, Alan Nóbrega Dantas de. *Uso de realidade aumentada como auxílio para concepção de projetos arquitetônicos em BIM: experimentos de pesquisa aplicada desenvolvida em disciplinas de modelagem e BIM no Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPB entre 2015 e 2017*. 2018. Dissertação - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/13725>. Acesso em: 12 jul. 2023.
- BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. [3ª Reimp.] 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BUNEMER, Ricardo. *Construção 4.0: Proposta de Inovações Tecnológicas Digitais para o Setor da Construção Civil-Estudo de caso de uma Smart House*. 2020. Tese de doutorado - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/Acervo/Detalhe/1165208>. Acesso em: 13 jul. 2023.
- CARDOSO, Marcus Cesar. *Autodesk Civil 3D 2020: Aplicações BIM para projetos de infraestrutura*. 1. ed. São Paulo: Érica, 2020.
- CNPQ. *Tabela de Áreas de Conhecimento/Avaliação*. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/avaliacao/instrumentos/documentos-de-apoio-1/tabela-de-areas-de-conhecimento-avaliacao>. Acesso em: 24 jun. 2023.
- CÔCO JÚNIOR, Verley Henry. *O processo colaborativo entre arquitetos e algoritmos na concepção arquitetônica: um estudo sobre a geração automatizada de layouts de mobiliário como ferramenta projetual*. 2021. Dissertação - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2021. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/Acervo/Detalhe/1166686>. Acesso em: 13 jul. 2023.
- DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES JÚNIOR, José Antonio Valle. *Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- FERNANDES, Rosana Da Silva. *Flexibilização e personalização de unidades habitacionais: Estudo de caso em Porto Alegre, RS*. 2013. Dissertação de mestrado - Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo, 2013. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/4139>. Acesso em: 13 jul. 2023.
- FERRONI, Jose Geral. *Aplicação do metodo integral de contorno na modelagem do transporte de traçadores radioativos em meios porosos*. 1996. Dissertação de mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996. Disponível em: http://acervus.unicamp.br/index.asp?codigo_sophia=105740. Acesso em: 13 jul. 2023.
- FIRMINO, Ricardo Moura. *Um Protocolo de Roteamento Multitabelas para Monitoramento de Sinais Vitais em Cenários de Operações Militares*. 2021. Dissertação de mestrado - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2021. Disponível em: <https://www.repositorio.mar.mil.br/handle/ripcmb/844784>. Acesso em: 13 jul. 2023.
- GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 7. ed. Barueri (SP): Atlas, 2022.
- HOHENDORFF, Jean Von. Como escrever um artigo de revisão de literatura. Em: KOLLER,

- Sílvia H.; COUTO, Maria Clara P. de Paula; HOHENDORFF, Jean Von (org.). *Manual de produção científica*. 1. ed. Porto Alegre: Penso, 2014. v. 1, p. 39–54.
- IBARRA, José Fernando Villamayor. *Integração de modelos de processo e produto na fase de construção para o controle da produção e da qualidade com o apoio de BIM*. 2016. Dissertação de mestrado - UFRGS, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/149814>. Acesso em: 8 jul. 2023.
- LACERDA, Daniel Pacheco *et al.* Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. *Gestão & Produção*, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 741–761, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2013000400001&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 25 jun. 2023.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Fundamentos de metodologia científica*. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2022.
- MIRANDA, Frederico Severo. *Curitiba-Viewport: contribuição ao desenvolvimento de uma plataforma computacional para cidades virtuais*. 2017. Dissertação de mestrado - UTFPR, Curitiba, 2017. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2891>. Acesso em: 8 jul. 2023.
- NALINI, José Renato; SILVA NETO, Wilson Levy Braga da. Cidades inteligentes e sustentáveis: desafios conceituais e regulatórios. Em: CORTESE, Tatiana Tucunduva Philippi; KNISS, Cláudia Terezinha; MACCARI, Emerson Antonio (org.). *Cidades inteligentes e sustentáveis*. 1. ed. Barueri (SP): Manole, 2017. p. 3–18.
- QUARESMA, Cristiano Capellani *et al.* A crise de mobilidade urbana brasileira e seus antecedentes socioespaciais. Em: CORTESE, Tatiana Tucunduva Philippi; KNISS, Cláudia Terezinha; MACCARI, Emerson Antonio (org.). *Cidades inteligentes e sustentáveis*. 1. ed. Barueri (SP): Manole, 2017. p. 21–36.
- RIBAS, Lucian Rossini. *Rechat: ferramenta para estudo do comportamento de usuários em sistemas de comunicação do estilo Whatsapp*. 2021. Dissertação de mestrado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2021. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/27521>. Acesso em: 13 jul. 2023.
- SANTANA, Cristina Célia de Almeida Pereira. *Aplicativo BIM: promoção do autocuidado na doença renal crônica infantojuvenil*. 2017. Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/9790>. Acesso em: 12 jul. 2023.
- SANTOS, Alef Menezes dos. *SMALL: Soluções Computacionais em Mobilidade Urbana para Auxiliar na Consolidação de Cidades Inteligentes*. 2021. 1–113 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão (SE), 2021. Disponível em: <https://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/15027>. Acesso em: 24 jun. 2023.
- SOUZA, Rogério Püten. *Varredura 3D de baixa complexidade com uso de dispositivos móveis para apoio ao acompanhamento de obras*. 2020. [s. l.], 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/9680>. Acesso em: 13 jul. 2023.