

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

*APLICAÇÃO DO CONCEITO DE CITY INFORMATION  
MODELLING (CIM) ASSOCIADO AO USO DE TECNOLOGIAS  
INTELIGENTES EM CIDADES CONSOLIDADAS.*

LETÍCIA DE SOUZA

São Carlos  
2022

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**APLICAÇÃO DO CONCEITO DE *CITY INFORMATION*  
*MODELLING* (CIM) ASSOCIADO AO USO DE TECNOLOGIAS  
INTELIGENTES EM CIDADES CONSOLIDADAS.**

**LETÍCIA DE SOUZA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Profa. Dra. Cristiane Bueno

São Carlos

2022



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana

---

**Folha de Aprovação**

---

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Letícia de Souza, realizada em 24/11/2021.

**Comissão Julgadora:**

Profa. Dra. Cristiane Bueno (UFSCar)

Prof. Dr. Sérgio Leal Ferreira (USP)

Prof. Dr. Ricardo Augusto Souza Fernandes (UFSCar)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana.

**DEDICO** este trabalho à minha família, por incessantemente me apoiar e incentivar na busca pelo conhecimento, sem vocês nenhuma conquista valeria a pena.

## AGRADECIMENTO

À FAPESP (Fundação de Pesquisa de São Paulo) pelo apoio financeiro dado a esta pesquisa sob o número de processo 2019/23582-1.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A minha família, meus pais, irmãos, cunhados e sobrinhos, por terem assegurado todas as condições necessárias para que eu concluísse mais esta etapa, por servirem de inspiração e oferecerem colo acalentador. Obrigada por me apoiarem incondicionalmente em todas as minhas decisões.

Agradeço ao meu namorado, Mitchel Vilar, pelo companheirismo, compreensão, carinho e apoio irrestrito no decorrer deste trabalho. Obrigada por me apoiar incondicionalmente, pela paciência nos momentos de dificuldade, pelos reforços positivos e por sonhar junto comigo.

A minha orientadora, Profa. Cristiane Bueno, por me guiar durante todo o mestrado compartilhando seu conhecimento e sabedoria e me permitindo aprender com eles. Obrigada por toda a dedicação, confiança, compreensão e incentivo durante o desenvolvimento desta pesquisa, e em especial pela sua humanidade e gentileza.

À Cynthia Roberti, por todos os anos de amizade, por todas as correções, pelo apoio, amizade e conforto nesses anos todos. Obrigada por me mostrar que é possível estar perto mesmo estando longe.

A minha querida amiga Thaís Fanan, grande amizade que o mestrado me proporcionou, agradeço por poder compartilhar e por me amparar diante das angústias deste processo. Obrigada por todo o apoio, todas as risadas, todas as revisões, correções e discussões.

A todos os meus amigos, que se fazem presente na minha vida. Este trabalho tem um pedacinho de cada um de vocês.

Aos meus colegas do PPGEU, que compartilharam comigo as alegrias e angústias da pós-graduação, em especial o João Matheus e a Maria Eugênia.

Ao Alex, secretário do PPGEU, por sanar rapidamente todas as dúvidas e prestar-se como ombro amigo. Obrigada por todo apoio, atenção, disponibilidade e amizade.

À UFSCar pela infraestrutura disponível para realização da pesquisa e aos demais professores do PPGEU por todo o conhecimento transmitido.

*"I was taught that the way of progress was neither swift nor easy."*  
Marie Curie

## RESUMO

Os graves problemas sociais e ambientais decorrentes da intensa urbanização das cidades, elencados como os principais desafios dos gestores das cidades no século XXI, requerem o uso de novas ferramentas para uma gestão urbana eficiente, já que as abordagens convencionais de planejamento urbano são inflexíveis para enfrentar estes desafios. Dentro desse contexto, o *City Information Modelling* (CIM) torna-se uma importante ferramenta para que os planejadores urbanos consigam gerenciar a infraestrutura da cidade a partir de informações embasadas e, assim, adaptem-se as constantes mudanças. No entanto, a ausência de uma aplicação completa de CIM e de um conceito estabelecido tem sido observada na literatura. Destarte, como objetivo geral, buscou-se examinar e sintetizar as informações sobre o CIM presentes na literatura, e assim, identificar e viabilizar as contribuições do CIM para o planejamento e tomada de decisões urbanas em cidades consolidadas. Para tanto, utilizou-se da revisão sistemática da literatura e análises bibliométricas que oportunizou a identificação da interoperabilidade necessária para uma aplicação CIM; as ferramentas computacionais que apoiariam a implementação; as suas potencialidades; e as iniciativas de aplicação, bem como as tendências de pesquisas e lacunas existentes. Com estes resultados, foi possível delimitar níveis de maturidade em direção a aplicação do CIM, que forneceram as características pertinentes a cada nível de implementação. Para entender o cenário nacional da utilização de tecnologias que auxiliam a gestão urbana, foi realizado um levantamento *survey*, aplicado a servidores da prefeitura de seis cidades brasileiras, e aliado às pesquisas documentais foram verificadas as tecnologias implementadas, os resultados obtidos, as motivações e as dificuldades enfrentadas nas implementações vigentes. Portanto, estes resultados serviram como embasamento para a proposição de diretrizes para implementação do CIM, as quais poderão guiar implementações tecnológicas e de CIM no contexto brasileiro, de modo a mitigar as potenciais barreiras relatadas pelos representantes das cidades. Como contribuições, pode-se destacar a apresentação de uma conceituação para o CIM, identificação de diversas ferramentas tecnológicas com grandes potenciais de uso e sugestões de melhorias para ampliar a capacidade preditiva destas ferramentas quando integradas a plataforma CIM. A alocação dos estudos de caso da literatura e das cidades brasileiras nos níveis de maturidade do CIM, forneceram importantes contribuições para o desenvolvimento de metas e progressão em direção ao estabelecimento do CIM, bem como, a demonstração de algumas cidades modelos em níveis mais avançados de utilização de tecnologias, demonstraram como tal uso é factível e foram evidenciados os benefícios concedidos por estas experiências. Por fim, o desenvolvimento das diretrizes de implementação do CIM, nos permitiu propor soluções para mitigar os desafios relatados por representantes de cidades brasileiras e corresponder as condições necessárias do CIM. Como contribuição gerencial, os resultados podem ser usados para as cidades identificarem seus níveis de implementação, e assim, ter repertório suficiente para elaborar planos de ação para a aplicação do CIM.

**Palavras-chave:** City Information Modelling; Ferramenta de Apoio à Decisão; Ferramenta de Gestão Urbana; Planejamento Urbano Futuro.

## ABSTRACT

The serious social and environmental problems arising from the intense urbanization of cities, listed as the main challenges for city managers in the 21st century, require the use of new tools for efficient urban management since conventional approaches to urban planning are inflexible to face these challenges. Within this context, City Information Modelling (CIM) becomes an important tool for urban planners to manage the city's infrastructure based on sound information and thus adapt to constant changes. However, the absence of a complete application of CIM and of an established concept has been observed in the literature. Thus, as a general objective, it was sought to examine and synthesize the information about the CIM present in the literature, and thus, to identify and enable the contributions of CIM for planning and urban decision-making in consolidated cities. To this end, it was used a systematic literature review and bibliometric analyses enabled the identification of the interoperability required for a CIM application; the computational tools that would support the implementation; its potentialities; and the application initiatives, as well as the research trends and existing gaps. With these results, it was possible to delimit maturity levels towards the CIM application, which provided the pertinent characteristics to each implementation level. To understand the national scenario of the use of technologies that assist urban management, a survey was conducted, applied to servers of the city hall of six Brazilian cities, and allied to documentary research were verified the implemented technologies, the results obtained, the motivations and the difficulties faced in the current implementations. Therefore, these results served as a basis for the proposition of guidelines for CIM implementation, which may guide technological and CIM implementations in the Brazilian context, in order to mitigate the potential barriers reported by the representatives of the cities. As contributions, it can be highlighted the presence of a conceptualization for the CIM, identification of several technological tools with great potential of use and suggestions for improvements to expand the predictive capacity of these tools when integrated into the CIM platform. The allocation of the case studies of the literature and of the Brazilian cities in the CIM maturity levels, provided important contributions for the development of goals and progression towards the establishment of the CIM, as well as, the demonstration of some model cities in more advanced levels of technology use, demonstrated how such use is feasible, and the benefits granted by these experiences were evidenced. Finally, the development of the CIM implementation guidelines, allowed us to propose solutions to mitigate the challenges reported by representatives of Brazilian cities and match the necessary conditions of the CIM. As a managerial contribution, the results can be used for cities to identify their implementation levels, and thus have sufficient repertoire to elaborate action plans for the application of the CIM.

**Keywords:** City Information Modelling; Support Decision Tool; Urban Management Tool; Future Urban Planning.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Fluxograma de seleção dos estudos. ....	34
Figura 2. Distribuição espacial dos estudos de caso.....	56
Figura 3. Número de publicações por ano resultantes da revisão sistemática.....	63
Figura 4. Mapeamento das palavras-chave obtidas nos documentos.....	64
Figura 5. Distribuição das categorias temáticas.....	65
Figura 6. Rede de coautoria de publicações entres países.....	66
Figura 7. Níveis de implementação do CIM.....	70
Figura 8. Mapa com a localização das cidades representadas pelos participantes da pesquisa .. .....	88
Figura 9. Diretrizes para criação de um protocolo de implementação do CIM.....	120
Figura 10. Mapa conceitual das particularidades da implementação do CIM em cidades consolidadas. ....	127

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Metas e objetivos do governo digital até o ano de 2022. ....	21
Quadro 2. Lista de documentos elegíveis incluídos na revisão com seus objetivos de pesquisa e contribuições.....	36
Quadro 3. Estudos de caso identificados na revisão sistemática. ....	51
Quadro 4. Aplicação dos níveis de maturidade do CIM a estudos de caso identificados na revisão sistemática de literatura.....	74
Quadro 5. Questionário para coleta de dados: Pesquisa sobre tecnologias inteligentes para gestão de cidades. ....	89
Quadro 6. Características de inteligência que as cidades possuem do ponto de vista dos respondentes. ....	95
Quadro 7. Tecnologias implementadas pelas cidades participantes do estudo. ....	97
Quadro 8. Resultados obtidos a partir da implementação das tecnologias.....	107
Quadro 9. Aplicação dos níveis de maturidade do CIM a estudos de caso cidades brasileiras participantes da pesquisa. ....	115

## LISTA DE SIGLAS

2D	Representação Bidimensional
3D	Representação Tridimensional
ADE	Application Domain Extension
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações
AI	Artificial Intelligence
AR	Augmented Reality
BIM	Building Information Modelling
CAD	Computer-aided design
CE	City Engine
CIM	City Information Modelling
DEM	Digital Elevation Model
DOM	Digital Orthoimage Map
DSM	Modelo de Superfície Digital
EIV	Estudo de Impacto de Vizinhança
GIS	Geographic Information System
HBIM	Heritage Building Information Modelling
IFC	Industry Foundation Classes
IoT	Internet of Things
IoT.BR	Plano Nacional de Internet das Coisas
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais
LiDAR	Light Detection And Ranging
MLS	Mobile Laser Scanning
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PDTIC	Plano Diretor de Tecnologia' da Informação e Comunicação
PGT	Polos Geradores de Tráfego
PID	Programa de Inclusão Digital
PNBL	Programa Nacional de Banda Larga
QR code	Quick Response code
RIV	Relatório de Impacto de Vizinhança
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SinDigital	Sistema Nacional para a Transformação Digital

StArt	State of the Art
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UIM	Underground Infrastructure Mapping
VR	Virtual Reality
WiFi	Wireless Fidelity

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO .....	15
1.1 Contextualização .....	15
1.2 Uso de tecnologias na esfera pública .....	17
1.3 Ações governamentais em prol do desenvolvimento tecnológico no Brasil .....	19
1.4 <i>City Information Modelling (CIM)</i> .....	26
1.5 Justificativa .....	28
1.6 Objetivos .....	28
1.7 Organização da Dissertação .....	29
CAPÍTULO 2. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA .....	31
2.1 Planejamento da revisão sistemática da literatura .....	31
2.2 Resultados da revisão sistemática da literatura .....	33
2.3 Conceituação do CIM .....	47
2.4 Ferramentas computacionais .....	48
2.5 Interoperabilidade .....	49
2.6 Potencialidades da implementação do CIM .....	50
2.7 Estudos de caso de implementação identificados na literatura .....	51
2.8 Lacunas e tendências de pesquisa .....	58
CAPÍTULO 3. ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA .....	62
3.1 Análise temporal .....	62
3.2 Análise de coocorrência de palavras-chave .....	63
3.3 Investigação das áreas de pesquisa .....	65
3.4 Análise de coautoria entre países .....	66
CAPÍTULO 4. NÍVEIS DE MATURIDADE DO CIM .....	68
CAPÍTULO 5. ESTUDOS DE CASO DE IMPLEMENTAÇÃO DO CIM EM CIDADES BRASILEIRAS .....	88
5.1 Caracterização das cidades participantes .....	90
5.1.1 Aracaju – SE .....	90
5.1.2 Campinas – SP .....	91
5.1.3 Campo Grande – MS .....	91
5.1.4 Franca – SP .....	92
5.1.5 Florianópolis – SC .....	92
5.1.6 Ribeirão Preto – SP .....	93
5.2 Resultados obtidos na aplicação do questionário .....	93
5.3 Discussão do uso das tecnologias identificadas nas cidades .....	109

5.4	Aplicação dos níveis de maturidade do CIM aos estudos de caso de cidades brasileiras ...	115
CAPÍTULO 6. DIRETRIZES PARA CRIAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE IMPLEMENTAÇÃO DO CIM .....		118
6.1	Diagnóstico da situação atual.....	120
6.2	Fase de planejamento .....	121
6.3	Desenvolvimento de infraestrutura física de suporte .....	123
6.4	Desenvolvimento de infraestrutura de TICs.....	124
6.5	Acompanhamento e melhoria contínua.....	125
CAPÍTULO 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....		128
REFERÊNCIAS .....		131
APÊNDICE A — RESPOSTAS, NA ÍNTEGRA, DO QUESTIONÁRIO APLICADO A SERVIDORES DE PREFEITURAS MUNICIPAIS PARTICIPANTES DOS ESTUDOS DE CASO .....		150

## CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Contextualização

A intensa urbanização das cidades exige da governança novos esforços para determinar ações que lidem com os desafios decorrentes dessa urbanização excessiva, cujos reflexos incluem o crescimento populacional e, aliado a isto, o crescimento das demandas de água, energia, resíduos sólidos, entre outros. Conseqüentemente, o crescimento dessas demandas causam dificuldades na gestão de resíduos sólidos, gestão ineficiente de recursos, precarização do sistema de saúde, saturação nas redes de mobilidade e insegurança pública (BERNARDES; WEISS; CONSONI, 2017). Estudos afirmam que as abordagens convencionais de planejamento urbano, tais como o uso de planos diretores, são inflexíveis para enfrentar os desafios do século XXI (FARHOODI et al., 2009; KOURTIT; ELMLUND; NIJKAMP, 2020; RASOOLIMANESH; BADARULZAMAN; JAAFAR, 2016).

Uma das tecnologias com alto potencial para ser usada como ferramenta para um planejamento urbano informado e eficaz é o *City Information Modelling* (CIM). O CIM tem estado nas discussões atuais de como instituir uma cidade efetivamente inteligente (ALMEIDA; ANDRADE, 2018; AMORIM, 2016a; CORRÊA; SANTOS, 2015; THOMPSON et al., 2016). Foi apontado que o CIM servirá para fornecer uma visão holística e interdisciplinar da cidade através da integração, aplicação e visualização de dados da cidade, viabilizando a interação entre os governantes, cidadãos e interessados (THOMPSON et al., 2016). Apesar desse fato, há uma lacuna perceptível na pesquisa sobre o CIM, pois sua aplicabilidade ainda não está consolidada.

O CIM surge neste cenário de imprecisa gestão de cidades como um grande aliado para o fornecimento de informações valiosas para a governança da cidade. Foi evidenciado o seu potencial para auxiliar na resposta a emergências; na análise futura de cenários urbanos como ventilação natural, sombreamento, inundações e tráfego; na proposição de projetos urbanos e políticas de regulação urbanísticas; na operação e manutenção de infraestrutura urbana; na simulação de demanda de água, energia, esgoto e resíduos sólidos; e para verificação do potencial de uso de fontes renováveis de energia (ALMEIDA; ANDRADE, 2018; DANTAS; SOUSA; MELO, 2019; LIMA; FREITAS; CARDOSO, 2019; MELO et al., 2019; PONNAPALLI; ASADI; SIVAKUMAR BABU, 2019). No entanto, ainda é necessário que sejam estabelecidos alguns parâmetros para sua efetivação, por exemplo, os padrões de processo de coleta, armazenamento, atualização e exclusão de dados; a investigação da

capacidade de aplicação do CIM; e a viabilização da integração com todos os sistemas e aplicativos da cidade (WANG et al., 2020).

Um das potencialidades do CIM é a integração de tecnologias fragmentadas em uso nas cidades como as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) que podem auxiliar na provisão e gerenciamento de informações para o monitoramento e gestão dos serviços e infraestrutura, e também para a comunicação entre a população e o poder público (BERNARDES; WEISS; CONSONI, 2017). A literatura revela que o impacto limitado destas TICs é decorrente do processo adotado no seu desenvolvimento, devido à falta de centralização e sistematização de aplicações, sem considerar o contexto, cultura, particularidades e envolvimento de repartições públicas e empresas privadas que prestam serviços à cidade (ALMEIDA; ANDRADE, 2018; KOMNINOS et al., 2016; KUMMITHA, 2020; TÖNJES et al., 2014). Já o CIM intenta integrar as tecnologias em curso para efetivação de uma cidade inteligente ao tornar-se uma ferramenta para gerenciar, construir, planejar e pensar em uma cidade (ALMEIDA; ANDRADE, 2018; AMORIM, 2016a; CORRÊA; SANTOS, 2015; THOMPSON et al., 2016; XU et al., 2014).

Na idealização do CIM, destaca-se a necessidade de um sistema de dados abertos, acessível e interativo a diversos usuários, planejadores urbanos e cidadãos, aliado à incorporação de todos os aspectos do projeto urbano, desde informações geográficas, geometria de construções, relações entre componentes e as propriedades dos componentes de construção (BEIRÃO, 2014; MONTENEGRO; DUARTE, 2009). O CIM deverá também fornecer informações qualitativas sobre os padrões urbanos e informar as diretrizes vigentes do ordenamento do uso e ocupação do solo, servirá ainda como um importante aliado para o alcance das metas de sustentabilidade (DALL'O'; ZICHI; TORRI, 2020a; DANTAS; SOUSA; MELO, 2019; STOJANOVSKI, 2018; THOMPSON et al., 2016). Mas para isso, o CIM deverá incluir informações semânticas a partir da incorporação de modelos BIM com informações do ciclo de vida das edificações (DALL'O'; ZICHI; TORRI, 2020a; XUE; WU; LU, 2021).

Inconsistências nas definições do conceito do CIM foram observadas na literatura. Há interpretações de que o CIM seria a idealização do *Geographic Information System* (GIS) 3D ou uma analogia ao *Building Information Modelling* (BIM), mas para cidades e, ainda, como sendo uma integração do BIM com o GIS (ALMEIDA; ANDRADE, 2018; CHENAUX et al., 2019; DANTAS; SOUSA; MELO, 2019; MONTENEGRO; DUARTE, 2009; STOJANOVSKI, 2013, 2018). Houve definições mais recentes e abrangentes que o CIM seria uma complexa plataforma que integra IoT (*Internet of Things*), GIS, BIM e outras tecnologias, como o *Big Data*, AI (*Artificial Intelligence*), *Data Mining* e *Data Fusion* (WANG; TIAN,



2021; WANG et al., 2020). No entanto, não foi identificado na literatura, uma revisão abrangente sobre o CIM, que reúna as iniciativas existentes de utilização e defina suas potencialidades para o planejamento urbano, revelando as lacunas existentes e as ferramentas para auxiliar sua aplicabilidade.

## **1.2 Uso de tecnologias na esfera pública**

A agenda de desenvolvimento urbano baseada em TICs, ganhou significativa popularidade em todo o mundo (YLIPULLI; LUUSUA, 2020). Os governos tornaram-se impulsionadores destas TICs, pois estas tecnologias podem fornecer uma maneira inovadora de se pensar no desenvolvimento das cidades (WALRAVENS, 2012; WANG; ZHOU; WANG, 2021). As justificativas que embasam estes usos são: melhorias na gestão de recursos, redução de custos dos serviços, agilidade nos processos da cidade, aumento na demanda de infraestruturas, entre outros que são decorrentes da intensa urbanização das cidades (ABELLA; ORTIZ-DE-URBINA-CRIADO; DE-PABLOS-HEREDERO, 2017; AGUILERA et al., 2017).

As TICs apresentam também o potencial de aumentar o engajamento cívico a partir da colaboração dos cidadãos em decisões governamentais, bem como impulsionaram o movimento em direção às cidades inteligentes (ARAÚJO; GUIMARÃES, 2018). O objetivo deste movimento foi fornecer aos cidadãos melhorias na qualidade de vida através de projetos inovadores (DENG; ZHANG; SHEN, 2021). No entanto, tornar as cidades e a governança inteligentes compreende uma série de novas responsabilidades, que incluem equipes multidisciplinares, transformações no governo e nas legislações, e uma liderança forte para concluir esta implementação (MEIJER; BOLÍVAR, 2016; YLIPULLI; LUUSUA, 2020). Além disso, a governança deverá preocupar-se também com os problemas relacionados a exclusão digital, e movimentar-se para aliviá-los promovendo o desenvolvimento de infraestruturas tecnológicas (WANG; ZHOU; WANG, 2021).

Ainda que a literatura demonstre diversas vantagens nas implementações de TICs, é notório que apenas utilizá-las na governança urbana não irá tornar as cidades inteligentes (ANGELIDOU, 2017). É necessário um equilíbrio entre o planejamento e a utilização destas tecnologias, associando o seu uso às mudanças nos processos e estruturas burocráticas, que devem ser atualizadas conforme suceder a implementação das TICs e outras ferramentas (KOMNINOS et al., 2016).

Em consequência da utilização de TICs nas cidades, estas resultam em uma grande quantidade de dados, o que evidencia a necessidade da criação de um plano para segurança e

proteção dos dados que serão gerados (YLIPULLI; LUUSUA, 2020). Este plano de segurança e proteção de dados deve assegurar os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade de pessoas e entidades públicas e privadas (BRASIL, 2018a). A definição deste plano irá envolver a decisão de abrir os dados ao público, e deverão ser cuidadosamente verificados quais dados poderão ser acessados, assegurando as políticas de proteção e segurança de dados (WALRAVENS, 2012). E ainda no âmbito do acesso a dados abertos, entrarão no debate os formatos destes dados, pois se forem em formato proprietário poderá limitar o acesso e manipulação destes.

Portanto, os gestores públicos devem se orientar pelos princípios fundamentais da governança com dados abertos, que são: o acesso, processo, conscientização, comunicação e envolvimento (OKOT-UMA, 2000). Pois, ao decidir disponibilizar amplamente estes dados, é necessário fornecer informações sobre a obtenção deles, sobre as opções disponíveis, desenvolver meios para troca de informações e aprendizagens e facilitar o envolvimento com a governança. A forma como isto será tratado pela governança pode afetar, ou não, a participação pública, o uso destas tecnologias e a confiança dos cidadãos (YLIPULLI; LUUSUA, 2020).

Como exemplo deste compromisso com os dados do cidadão, a cidade de Helsinque teve a iniciativa de possibilitar que os cidadãos possam opinar sobre como seus dados serão utilizados por meio do *Mydata* (HELSINKI, 2021). Com o decorrer destas inovações constantes, a necessidade de obter mais informações de maneira mais rápida tornou-se imprescindível para enfrentar os problemas urbanos.

Assim, uma inevitável tendência na digitalização das cidades é a progressão para a necessidade de realizar o monitoramento em tempo real, o que permite tomadas de decisão mais rápidas e eficazes. A literatura demonstra que o CIM será capaz de proporcionar o acompanhamento em tempo real de toda a cidade, de forma a efetivar simultaneamente o planejamento e gestão (DENG; ZHANG; SHEN, 2021).

Além disso, há um notável esforço para demonstrar como o BIM pode ajudar na gestão, conservação e manutenção edifícios e bairros históricos, intenta-se que isso seja também uma das possibilidades do CIM (DEZEN-KEMPTER et al., 2021; SIELKER; SICHEL; ALLMENDINGER, 2019). Neste contexto, o BIM apresenta um enorme potencial para a troca de informações entre edifícios e a infraestrutura da cidade, atuando como um componente fornecendo informações ao CIM (SIELKER; SICHEL; ALLMENDINGER, 2019).

O BIM poderá, também, contribuir com análises de sustentabilidade a partir da incorporação de modelos com informações semânticas sobre o ciclo da vida dos materiais empregados na construção (DALL'O'; ZICHI; TORRI, 2020a; XUE; WU; LU, 2021). O BIM

poderá auxiliar os departamentos que fornecem licenças de construção, com o uso de um sistema que proceda à verificação automática do modelo e dos regulamentos locais, detectando os conflitos e irregularidades (SHAHI; MCCABE; SHAHI, 2019; VAN BERLO; DIJKMANS; STOTER, 2013). No entanto, para que estas capacidades do BIM sejam efetivas, é necessário criar um CIM com uma integração de BIM e GIS, sem que ocorram perdas de informações semânticas ao decorrer neste processo de integração (ALMEIDA; ANDRADE, 2018; CHENAUX et al., 2019; DANTAS; SOUSA; MELO, 2019).

### **1.3 Ações governamentais em prol do desenvolvimento tecnológico no Brasil**

Nessa seção, apresentam-se os marcos regulatórios no país, dos últimos dez anos, no que se refere ao desenvolvimento de projetos e programas com o objetivo de estimular o uso de tecnologias no território brasileiro, assim como a disponibilização de recursos financeiros para investimentos em infraestruturas tecnológicas para os municípios.

O “Programa Nacional de Banda Larga” (PNBL), criado pelo Governo Federal em 12 de maio de 2010 pelo Decreto 7.175/2010 (BRASIL, 2010), teve o propósito de estimular, difundir o uso, e fornecer acesso a bens e serviços públicos por meios eletrônicos, através do aumento da oferta de banda larga e da capacidade de expansão da infraestrutura de telecomunicações, de modo a reduzir as desigualdades sociais, regionais e promover a inclusão digital.

Em agosto de 2011, foi criado o “Programa de Inclusão Digital” (PID), cujo objetivo foi apoiar a implementação de redes sem fio ou híbridas para a interligação de órgãos e instituições governamentais, aumentando assim a implementação de serviços públicos eletrônicos e a eficiência administrativa. A disponibilização de recursos para a implantação foi prevista em três modalidades: infraestrutura para cidade digital, implantação de telecentros e informatização de escolas públicas (SECIS/MCTI, 2011).

Em 2016 que o Governo Federal instituiu o “Programa Brasil Inteligente”, por meio do Decreto 8.776, de 11 de maio de 2016, que também teve o intuito de alcançar a universalização do acesso à internet no país, promover a implantação de cidades inteligentes, a capacitação e a qualificação profissional em TICs. Foi designada a coordenação do programa ao Ministério das Comunicações, atribuindo as responsabilidades de definir ações e metas prioritárias e ainda, monitorar e acompanhar o prosseguimento destas (BRASIL, 2016a).

Neste mesmo dia, o Ministério das Comunicações lançou o “Programa Minha Cidade Inteligente”, que selecionou propostas para disponibilizar recursos para projetos de cidades

inteligentes. Estes recursos foram destinados a instaurar a infraestrutura de rede para conexão à internet em órgãos públicos; instalação de pontos públicos de acesso à internet para uso livre da população; implantação de soluções para melhoria dos serviços públicos; suporte técnico para o projeto; capacitação e qualificação de servidores públicos e da população em TICs com intuito de promover melhorias na gestão pública e promoção da cidadania (BRASIL, 2016b).

Em 2018, foi publicado o Decreto nº 9.612/2018, que revogou os decretos nº 7.175 e nº 8.776, que referem-se respectivamente ao PNBL e ao “Programa Brasil Inteligente”, e dispôs sobre políticas públicas de telecomunicações de maneira geral, objetivando promover o acesso a TICS, a expansão do acesso à internet, inclusão digital da população, estimular a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico, e incentivar a atualização constante dos serviços tecnológicos no país (BRASIL, 2018b).

Mais tarde, em 2019, foi criado o “Plano Nacional de Internet das Coisas” (IoT.BR), com o intuito de desenvolver a IoT no país para: a promoção da melhoria na qualidade de vida da população e eficiência dos serviços; a capacitação profissional e a geração de empregos no desenvolvimento de aplicações IoT; buscar parcerias entre os setores público e privado; e aumentar a integração do país no cenário internacional (BRASIL, 2019). A partir destes objetivos, quatro ambientes de aplicação foram priorizados: Cidades Inteligentes, Saúde 4.0, Agro 4.0 e Indústria 4.0.

Um desfecho do IoT.BR, foi a criação da “Câmara de Internet das Coisas”, que em sua segunda fase adveio a “Carta Brasileira para Cidades Inteligentes” que estabelece a estratégia nacional para cidades inteligentes, elaborada em parceria com o governo alemão através da GIZ (*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*, agência de cooperação alemã). Nesta carta, foram definidos o conceito brasileiro para cidades inteligentes e os valores fundamentais com base na realidade brasileira, conforme segue abaixo:

São cidades comprometidas com o desenvolvimento urbano e a transformação digital sustentáveis, em seus aspectos econômico, ambiental e sociocultural, que atuam de forma planejada, inovadora, inclusiva e em rede, promovem o letramento digital, a governança e a gestão colaborativas e utilizam tecnologias para solucionar problemas concretos, criar oportunidades, oferecer serviços com eficiência, reduzir desigualdades, aumentar a resiliência e melhorar a qualidade de vida de todas as pessoas, garantindo o uso seguro e responsável de dados e das tecnologias da informação e comunicação (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2020, p. 28).

O Decreto nº 9.319, de 21 de março de 2018 (BRASIL, 2018c), declara o

estabelecimento do “Sistema Nacional para a Transformação Digital” (SinDigital), que prevê uma estrutura de governança para implementação da transformação digital. A estrutura que foi proposta está dividida em dois eixos fundamentais: os eixos habilitadores e os eixos de transformação digital. O primeiro, dispõe sobre os requisitos imprescindíveis para a transformação: o acesso à infraestrutura e às TICs; o estímulo à pesquisa, desenvolvimento e à inovação para alcançar soluções para os problemas locais; a confiabilidade do ambiente digital; a formação e capacitação profissional orientados ao uso de tecnologias; e o fortalecimento da participação brasileira em fóruns internacionais relacionados ao uso de tecnologias. E o segundo, dispõe sobre o que pretende esta transformação, de modo a transformar a economia através da informatização, do aumento da produtividade, do dinamismo para acompanhar a economia mundial e tornar o governo mais eficiente e acessível, bem como, prover serviços ao cidadão.

Após, foi publicado o Decreto nº 10.332, de 28 de abril de 2020 (BRASIL, 2020a), que estabelece a estratégia de implementação do Governo Digital para o período de 2020 a 2022. Determina que os órgãos e as entidades deverão elaborar os seguintes instrumentos para o planejamento de implementação: a) um plano de transformação digital que deverá conter as ações de transformação digital de serviços, a unificação dos canais digitais e a interoperabilidade entre os sistemas; b) um Plano Diretor de Tecnologia da Informação e Comunicação (PDTIC); e c) um plano de Dados Abertos. E ainda, alterou algumas seções do Decreto nº 9.319 (BRASIL, 2018c), que teve uma relevante inclusão, no que diz respeito ao nosso estudo, acresceu o intuito de “promover políticas públicas baseadas em dados e evidências e em serviços preditivos e personalizados, com utilização de tecnologias emergentes” (BRASIL, 2020a). Além disso, trouxe em anexo os objetivos e metas, que irão nortear a implementação do governo digital por meio do uso de tecnologias, demonstrados no Quadro 1.

**Quadro 1.** Metas e objetivos do governo digital até o ano de 2022.

<b>Objetivos</b>	<b>Metas</b>
1 - Oferta de serviços públicos digitais	1.1. Transformar as etapas e os serviços públicos digitalizáveis
	1.2. Simplificar e agilizar processos, para que sejam realizados em até um dia as aberturas, alterações e extinção de empresas
2 - Avaliação de satisfação nos serviços digitais	2.1. Disponer avaliação de satisfação para pelo menos 50% dos serviços públicos digitais.
	2.2. Obter pelo menos uma avaliação de satisfação de 4,5 em escalas de até 5 pontos.

	2.3. Demonstrar a utilidade das informações e serviços digitais, e obter 75% de avaliações positivas.
3 - Canais e serviços digitais simples e intuitivos	3.1. Estabelecer um padrão mínimo de qualidade para serviços públicos digitais.
	3.2. Realizar, no mínimo, cem pesquisas de experiência com os usuários reais dos serviços públicos.
4 - Acesso digital único aos serviços públicos	4.1. Consolidar mil e quinhentos domínios do Governo federal no portal único gov.br.
	4.2. Integrar todos os Estados à Rede Gov.br.
	4.3. Integrar a oferta dos aplicativos em uma única na conta do Governo federal.
	4.4. Utilização de <i>login</i> único para acesso ao gov.br em pelo menos mil serviços públicos digitais.
5 - Plataformas e ferramentas compartilhadas	5.1. Implantar meios de pagamentos digitais para 30% dos serviços públicos digitais que gerem cobranças.
	5.2. Ofertar plataforma para caixa postal digital do cidadão.
6 - Serviços públicos integrados	6.1. Tornar interoperável os sistemas do Governo federal, para que 900 serviços públicos tenham preenchimento automático de informações.
	6.2. Ampliar para vinte a quantidade de atributos no cadastro base do cidadão.
	6.3. Estabelecer quinze cadastros base de referência para interoperabilidade do Governo federal.
	6.4. Estabelecer barramento de interoperabilidade para garantir que pessoas, organizações e sistemas computacionais compartilhem os dados.
7 - Políticas públicas baseadas em dados e evidências	7.1. Produzir quarenta novos painéis gerenciais de avaliação e monitoramento de políticas públicas.
	7.2. Catalogar, no mínimo, as trezentas principais bases de dados do Governo federal.
	7.3. Disponibilizar o mapa de empresas no Brasil.
8 - Serviços públicos do futuro e tecnologias emergentes	8.1. Desenvolver pelo menos seis projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação com parceiros, instituições de ensino, setor privado e terceiro setor.
	8.2. Implementar recursos de inteligência artificial em, no mínimo, doze serviços públicos federais.
	8.3. Ofertar, ao menos, nove conjuntos de dados por meio de soluções de <i>blockchain</i> no governo federal.
	8.4. Dispor recursos para criação de uma rede <i>blockchain</i> interoperável, com uso de identificação confiável e de algoritmos seguros.
	8.5. Implantar um laboratório de experimentação de dados com tecnologias emergentes.
9 - Serviços preditivos e personalizados ao cidadão	9.1. Desenvolver personalização para oferta de serviços públicos digitais, com base no perfil do usuário.
	9.2. Aumentar as notificações ao cidadão em, no mínimo, 25% dos serviços digitais.
	10.1. Desenvolver método de adequação e conformidade com os requisitos da Lei Geral de Proteção de Dados.

10 - Implementação da Lei Geral de Proteção de Dados no âmbito do Governo federal	10.2. Criar plataforma para gestão da privacidade e uso dos dados pessoais do cidadão.
11: Garantia da segurança das plataformas de governo digital e de missão crítica	11.1. Dispor de 99% de disponibilidade das plataformas compartilhadas de governo digital.
	11.2. Realizar monitoramento de 80% dos riscos de segurança nos sistemas.
	11.3. Definir padrão mínimo de segurança cibernética a ser aplicado nos canais e serviços digitais.
12 - Identidade digital ao cidadão	12.1. Dispor de dois milhões de validações biométricas mensais para serviços públicos federais.
	12.2. Disponibilizar identidade digital ao cidadão, com expectativa de emissão de quarenta milhões até 2022.
	12.3. Expandir e reduzir os custos dos certificados digitais.
	12.4. Criar novos recursos para assinatura digital para os cidadãos.
	12.5. Incentivar o uso de assinaturas digitais com alto nível de segurança.
	12.6. Definir critérios para adoção de certificado de atributos para simplificação dos processos de qualificação de indivíduo ou entidade.
	12.7. Promover a divulgação de sistemas e aplicações para uso de assinatura com códigos abertos e interoperáveis.
13 - Reformulação dos canais de transparência e dados abertos	13.1. Integrar os portais de transparência, de dados abertos e de ouvidoria em um único portal gov.br.
	13.2. Aumentar a quantidade de bases de dados abertos.
	13.3. Melhorar a qualidade das bases de dados abertos.
14 - Participação do cidadão na elaboração de políticas públicas	14.1. Fomentar aplicações de controle social, através maratonas de desenvolvimento tecnológico.
	14.2. Desenvolver meios para participação social e disponibilizar uma nova plataforma.
15 - Governo como plataforma para novos negócios	15.1. Ofertar vinte novos serviços de interesse privado que sejam interoperáveis com o portal do governo.
	15.2. Estabelecer parcerias com instituições da indústria de TICs e de identificação digital.
16 - Otimização das infraestruturas de tecnologia da informação	16.1. Centralizar, pelo menos, seis compras de bens e serviços de TICs.
	16.2. Ampliar o compartilhamento de soluções de <i>software</i> estruturantes.
	16.3. Ofertar, no mínimo, quatro soluções de TICs por meio do <i>marketplace</i> .
	16.4. Melhorar a infraestrutura de, ao menos, trinta <i>datacenters</i> do Governo federal, até 2022.
	16.5. Migração de serviços de trinta órgãos para a nuvem.
	16.6. Efetivar acordos com fornecedores de TICs do governo, para reduzir, no mínimo, 20% dos custos.
	17.1. Aperfeiçoar a metodologia para medir a economia de recursos com a transformação digital realizada.

17 - O digital como fonte de recursos para políticas públicas essenciais	17.2. Disponibilizar painel com o total de recursos economizados com a transformação digital.
	17.3. Determinar processos para reinvestimento dos recursos economizados, em políticas públicas essenciais.
18 - Equipes de governo com competências digitais	18.1. Capacitar, pelo menos, dez mil profissionais do Governo federal em temáticas essenciais para a transformação digital.
	18.2. Difundir os princípios da transformação digital por meio de eventos e ações de comunicação.
	18.3. Ampliar a equipe de trabalho dedicada à transformação digital na administração pública federal.

**Fonte:** adaptado de Brasil (2020a).

Em agosto de 2020, foi publicado o plano para monitorar a execução das referidas metas da Estratégia de Governo Digital para o período de 2020 a 2022. Este monitoramento ocorrerá por meio de relatórios de informações, de maneira sistemática e de reuniões de acompanhamento que, preferencialmente, deverão ocorrer mensalmente, e ainda, com publicações trimestrais dos resultados no portal do Governo Federal (BRASIL, 2020b). O monitoramento está disponível no Painel de Raio-X do Governo Federal, onde a transformação em curso é demonstrada por meio de gráficos e descrição dos recursos economizados (GOVERNO FEDERAL DO BRASIL, 2021). Os gráficos demonstram a porcentagem de serviços que foram digitalizados, estão em digitalização, não foram digitalizados e os que não são digitalizáveis; a evolução em direção ao alcance das metas a cada trimestre; e a quantidade de serviços públicos digitalizados por área temática.

A Lei de Governo Digital nº 14.129, que entrou em vigor em agosto de 2021, teve como objetivo estabelecer regras e instrumentos para aumentar a eficiência da administração pública através da transformação digital, da inovação e da desburocratização da gestão pública (BRASIL, 2021). Dentre os princípios e diretrizes descritos nesta lei, os mais significativos para esta pesquisa são: a desburocratização por meio dos serviços digitais; a disponibilização de uma única plataforma para acesso às informações e aos serviços públicos; transparência na execução e monitoramento dos serviços públicos ofertados; estímulo à participação popular para controle e fiscalização da gestão pública; o uso da tecnologia para aprimorar os processos e serviços da administração pública. Destacamos os incisos XIV e XXIII, que preveem a interoperabilidade entre os sistemas e o fomento aos dados abertos; a implantação do governo como plataforma e a promoção do uso de dados, com propósitos a concepção de políticas públicas e pesquisas científicas.

Estas propostas de digitalização de serviços e transformação digital estão



intrinsecamente interligadas à Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 (BRASIL, 2018a). A LGPD tem o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e privacidade, bem como garantir o direito de receber informações sobre os critérios utilizados para tratar seus dados. Dispõe que os tratamentos de dados deverão cumprir a boa-fé e os seguintes princípios: propósitos legítimos e informados ao titular; assegurar tratamentos apropriados e com as finalidades informadas ao titular; limitar o tratamento dos dados ao mínimo necessário para sua finalidade; garantir o livre acesso sobre a forma de tratamento dos dados e informações sobre a sua integralidade; garantir clareza, exatidão e atualização dos dados conforme a necessidade e finalidade; assegurar informações acessíveis, claras e precisas sobre os tratamentos e os respectivos agentes de tratamento; proporcionar segurança e proteção aos dados pessoais, impedindo acessos não autorizados, vazamento acidentais, destruição, alteração ou perda; prevenção de danos em decorrência do tratamento de dados pessoais; impedimento de atos discriminatórios a partir do tratamento realizado; garantir e responsabilizar o agente pela demonstração das medidas adotadas para o cumprimento desta Lei.

Política Nacional de Governo Aberto é também concordante com os programas de Transformação Digital e de Governo Digital que estão em vigor atualmente, esta política foi instituída pelo Decreto nº 10.160, de 9 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2018d). A política propõe planos para efetivar maior acesso à informação e transparência nas ações e melhorias nos serviços públicos prestados. As diretrizes que compõem a Política Nacional de Governo Aberto são: aumento da disponibilidade de informações sobre a atuação governamental; estímulo à participação pública nas decisões governamentais; incentivo ao uso de novas tecnologias na governança pública; promover aumento nos processos de transparência, acesso a informações e a aplicação de tecnologias que contribuam para estes processos. Os planos que irão compor a Política Nacional de Governo Aberto deverão proporcionar: aumento da transparência; melhorias na governança pública; melhoria no acesso às informações públicas; prevenção e combate a corrupção; melhorias na prestação de serviços públicos; eficiência administrativa; e o fortalecimento da integridade pública.

Em suma, estas ações do Governo Federal correspondem ao que preconiza o CIM. Este é um tema que exige atenção, visto que a tendência demonstra que estas ações se tornarão prioridade também para os governos estaduais e municipais no decorrer do tempo.

#### 1.4 *City Information Modelling (CIM)*

A literatura declara que o termo CIM foi utilizado inicialmente por Khemlani (2005), em seu *blog* “*AECbytes*”, onde o definiu como sendo um modelo de cidade inteligente, que poderia ser utilizado para planejar uma cidade com mais eficiência e eficácia. Outros autores descreveram o CIM como uma plataforma baseada em computação, que envolve diversas tecnologias e visa permitir que a cidade se torne colaborativa, competitiva e sustentável, permitindo que os interessados possam contribuir para o seu desenvolvimento (ALMEIDA; ANDRADE, 2018). A plataforma CIM integrará a infraestrutura existente a dados e informações semânticas, de diversas fontes e dimensões temporais, para estruturar e padronizar as informações da cidade (PETROVA-ANTONOVA; ILIEVA, 2021; WANG; TIAN, 2021).

O princípio fundamental do CIM é que, diferente de modelos exclusivamente tridimensionais de cidades, que contém apenas a sua representação, o CIM vislumbra integrar informações semânticas como, por exemplo, os relacionamentos entre elementos da cidade (CAVALCANTI; DE SOUZA, 2015; DALL’O’; ZICHI; TORRI, 2020a; XUE; WU; LU, 2021). Neste ponto é onde os modelos BIM contribuem para o CIM, autores apontam que ele trará uma base física e espacial para uma visão contundente de uma cidade inteligente (MARZOUK; OTHMAN, 2020; SIELKER; ALLMENDINGER, 2018). O BIM fornecerá informações semânticas ao modelo, por exemplo, o tipo de uso dos edifícios, ciclo da vida dos materiais constituintes, a data de construção do edifício, índices urbanísticos e se possui painéis geradores de energia. É importante notar, que o CIM só será possível a partir da vinculação de inúmeros dados, com características diversas, ou seja, de diversos formatos, grande extensão, diversas fontes, com variações de tempo e escalas (BI et al., 2021; WANG, 2015).

Dentre os dados vinculados ao CIM estão o BIM, dados de sensores da cidade e informações qualitativas geradas pelos usuários a partir do uso de tecnologias da cidade, entre outros. Para que o uso do CIM seja efetivo, este deverá pertencer a um controle público e manter o propósito de utilidade efetiva ao município, cidadãos e interessados e, desta forma, conquistar os seus objetivos: o compartilhamento de informações e colaboração, para então servir de apoio ao planejamento, manutenção e gestão dos espaços urbanos (ALMEIDA; ANDRADE, 2018; CORRÊA; SANTOS, 2015; WANG; TIAN, 2021; XU et al., 2014).

Para alcançar a efetividade do compartilhamento e colaboração, deverá centralizar informações atualizadas em tempo real, permitir a colaboração de diversos setores e conter dados de acesso aberto (AMORIM, 2015, 2016b; BEIRÃO, 2014; WANG; TIAN, 2021). Com isto, será possível visualizar planos futuros e fazer análises que facilitarão o processo de

planejamento urbano, pois são necessárias informações relevantes como, por exemplo, regulamentos de uso e ordenamento de solo (GIL; ALMEIDA; DUARTE, 2011). E para cumprir todos estes requisitos, segundo o autor Marzouk e Othman (2020), o CIM deverá incluir as seguintes características:

- Será necessário abranger todas as áreas da cidade, sejam elas desenvolvidas, subdesenvolvidas ou não urbanizadas;
- Deverá ser capaz de identificar alterações nos dados fornecidos e gerar informações sobre os impactos causados por estes dados nas diversas áreas da cidade;
- O modelo deve ser capaz de ser replicado em outras cidades, não como uma solução de tamanho único, mas como um modelo ajustável às necessidades de cada cidade;
- Possibilitar demonstrações de projeções de consumo de recursos considerando diferentes cenários de desenvolvimento;
- E por último, deverá ser possível lidar com análises e simulações em diferentes escalas, seja para analisar impactos em um bairro, uma rua, na cidade, e até mesmo em regiões metropolitanas.

Estudos demonstram que a plataforma CIM facilitaria o entendimento do público leigo, por meio da demonstração das modificações propostas em consultas públicas (CORRÊA; SANTOS, 2015; THOMPSON et al., 2016). O estudo de Gordon et al. (2018) identificou cinco maneiras de aumentar a participação pública na tomada de decisões municipais: a) incentivando o uso de tecnologias e dispositivos digitais para participação pública; b) utilizando a criatividade e conhecimento dos cidadãos para recomendar tecnologias que atendam às necessidades dessas comunidades; c) inovando os meios para envolvimento do público no processo decisório através de novas abordagens participativas e da absorção de novas tecnologias; d) discutindo o como e o porquê os dados são coletados e utilizados nos processos decisórios; e) e utilizando recursos tecnológicos para visualização e experimentação de projetos propostos. Desta forma, observa-se que o CIM incorpora estas cinco características que promovem um maior engajamento público nas decisões da cidade.

O CIM propõe aumentar o engajamento da população nas ações do governo, reforçar o compromisso de tornar transparente as ações do governo e ajudar a alcançar as metas de sustentabilidade estabelecidas pela Organização das Nações Unidas (ONU) (CURETON; DUNN, 2021; DALL'O'; ZICHI; TORRI, 2020a; DANTAS; SOUSA; MELO, 2019; UNGUREANU, 2019).

## 1.5 Justificativa

O processo que envolve o desenvolvimento das cidades é, necessariamente, um processo multidisciplinar e complexo por conta da diversidade de fatores envolvidos. Exige a cooperação de diversos profissionais, atuando em diferentes disciplinas e depende, também, de aspectos econômicos, sociais e políticos. As possibilidades de diferentes prioridades podem ocasionar transformações desiguais em uma mesma cidade.

Com o expressivo crescimento da população urbana e as dificuldades em atender às necessidades desta que emergiu, tornou-se ainda mais complexo gerenciar as demandas e as consequências desta superpopulação vivendo nas cidades. Ao mesmo tempo, surgiram diversas tecnologias que poderiam auxiliar de maneira pontual em alguns problemas das cidades. Neste contexto, o CIM emergiu como uma importante ferramenta que irá integrar as diversas tecnologias em uso, e assim, poderá ajudar a gerenciar de forma coordenada e sistemática os diversos sistemas existentes na cidade, de maneira simultânea, multidisciplinar, participativa e holística.

Apesar dos inúmeros benefícios, o CIM se demonstra ainda em processo de estruturação, pois apresenta uma diversidade de definições ainda não estabelecidas e sem uma aplicação abrangente. E, apesar de existirem diversas tecnologias implementadas nas cidades, grande parte das informações geradas a partir destas tecnologias são perdidas. Percebe-se isso na gestão deficiente, na falta de transparência e na morosidade com que são tratados os problemas das cidades.

Neste contexto, destaca-se a importância da utilização do CIM como solução para a integração das tecnologias em uso, extração das informações associadas às tecnologias, efetivação da transparência governamental e diminuição do tempo de resposta aos problemas urbanos, para assim implementar uma tomada de decisão eficiente. Por fim, será possível assegurar uma maior participação dos cidadãos nas decisões públicas, por meio da apresentação das consequências geradas pelas mudanças propostas de maneira compreensível a todos.

## 1.6 Objetivos

Em vista do que foi exposto, a presente dissertação teve como objetivo examinar e sintetizar as informações sobre o CIM presentes na literatura, e assim, identificar e viabilizar as contribuições do CIM para o planejamento e tomada de decisões urbanas. E ainda, a partir da verificação do uso tecnologias em cidades consolidadas, desenvolver diretrizes de aplicação e

níveis de maturidade em direção a adoção do CIM, visando auxiliar a governança pública no desenvolvimento de planos de ação, examinando e sintetizando contribuições na realidade prática para converter em uma trajetória menos árdua.

Considerando o objetivo geral deste trabalho, a fim de direcionar a aplicação da metodologia de trabalho, buscaram-se soluções para os seguintes objetivos específicos:

- Fazer um levantamento do estado da arte do CIM, que identifique a interoperabilidade necessária para uma aplicação CIM; as ferramentas computacionais que apoiariam a implementação; as potencialidades; e as iniciativas de aplicação do CIM;
- Identificar tendências de pesquisas, lacunas existentes e sugerir itinerários de pesquisas;
- Propor níveis de maturidade em direção a uma aplicação CIM plenamente estabelecida;
- Verificar o atual estágio de uso tecnologias em cidades consolidadas, bem como, as dificuldades enfrentadas, as motivações de implementação, os resultados esperados e obtidos com as aplicações vigentes;
- Propor diretrizes para aplicação do CIM, conjuntamente com as etapas de desenvolvimento até uma aplicação consolidada;

## **1.7 Organização da Dissertação**

Esta dissertação está estruturada em sete capítulos, a saber:

O Capítulo 1 traz a introdução e o referencial teórico da pesquisa, que demonstra o embasamento teórico percorrido para o desenvolvimento deste trabalho. Traz ainda, no contexto brasileiro, as ações governamentais que conduzem à percepção de que o país se direciona à proposição da aplicação do CIM. E, finalmente, expõe as justificativas e objetivos da pesquisa.

O Capítulo 2 dedicado à revisão sistemática da literatura do CIM apresenta brevemente os parâmetros utilizados para a realização da busca sistemática. Este capítulo buscou corresponder aos objetivos desta dissertação e preencher a lacuna existente na literatura do CIM no que tange a sua conceituação, por meio da investigação aprofundada e sistematizada do estado da arte que compõe o CIM, com isto foram reveladas: importantes ferramentas computacionais que poderiam apoiar a implementação do CIM; a interoperabilidade necessária na plataforma; as potencialidades apresentadas mediante a sua implementação; e os estudos de

caso que buscaram aplicar alguns princípios do CIM, que trouxeram valiosas percepções sobre as potencialidades da plataforma; as limitações e recomendações para trabalhos futuros.

O Capítulo 3 foi dedicado às análises bibliométricas dos artigos selecionados na revisão sistemática da literatura e buscou mensurar e apresentar os padrões que correlacionam os artigos selecionados.

Capítulo 4, por sua vez, destina-se a apresentar uma definição desenvolvida de níveis de maturidade do CIM, por meio da identificação de características essenciais e intrínsecas da aplicação.

O Capítulo 5 apresenta brevemente a metodologia utilizada para os estudos de caso desta dissertação e um breve apanhado histórico sobre as cidades brasileiras participantes da pesquisa, seguida da síntese das respostas obtidas pela aplicação do questionário, que buscou entender o cenário de utilização de tecnologias em prefeituras de cidades brasileiras, bem como, as tecnologias implementadas, resultados obtidos e as dificuldades enfrentadas.

No Capítulo 6 é apresentada uma proposta de diretrizes para implementação de uma plataforma CIM, com o objetivo de fornecer orientação para o desenvolvimento de um plano abrangente o suficiente que mitigue as barreiras frequentes constatadas pelos representantes das cidades brasileiras, consultadas nesta pesquisa, e as relatadas na literatura.

E finalmente, no Capítulo 7, são apresentadas as considerações finais e os principais resultados obtidos nesta pesquisa.

## **CAPÍTULO 2. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Conforme apresentado no capítulo introdutório, foi verificado na literatura que muitas pesquisas até então discutiam uma conceituação do CIM que demonstrava contradições entre os autores, evidenciando a lacuna da indefinição do seu conceito. Para preencher esta lacuna e corresponder ao primeiro objetivo específico da pesquisa, foi desenvolvida uma revisão sistemática da literatura, com o propósito de reunir e discutir as evidências disponíveis sobre o CIM, sintetizando as iniciativas existentes de aplicação, suas potencialidades para o planejamento urbano, revelar as lacunas existentes e as ferramentas que poderão auxiliar na sua aplicação. A presente revisão, publicada em revista internacional de alto impacto, evidenciou a relevância da pesquisa para a comunidade científica (SOUZA; BUENO, 2022).

### **2.1 Planejamento da revisão sistemática da literatura**

A revisão sistemática é uma das estratégias existentes para fornecer uma lista que reúna as evidências disponíveis sobre um determinado tópico de pesquisa com critérios explícitos e rigorosos para sua execução, de modo a assegurar a replicação e o rigor da busca, e que contribua para identificar, avaliar e sintetizar a literatura científica referente aquele tema.

Esta revisão sistemática seguiu o protocolo proposto por Potter (2004) que compreende as seguintes etapas: a) Formulação da questão de pesquisa; b) Definição dos critérios de elegibilidade; c) Seleção e acesso à literatura; d) Avaliação da qualidade dos estudos incluídos; e) Análise, síntese e divulgação dos resultados.

Os critérios de elegibilidade revelam os parâmetros utilizados para a seleção dos artigos com relevância científica para a pesquisa, uma vez que a seleção feita através das bases de dados, por intermédio da seleção das palavras-chave e operadores booleanos, não garantem que o material coletado esteja integralmente ajustado ao tema (PEDREIRA et al., 2007). Faz-se necessário então aplicar filtros que definam porquê incluir ou excluir publicações do estudo.

As publicações incluídas nesta etapa satisfaziam aos seguintes critérios:

- Análises e discussões abordadas traziam implicações para o desenvolvimento da cidade, de modo que o ambiente urbano seja o tema central do artigo;
- Apresentem o uso de tecnologias como uma ferramenta para gestão e auxílio na tomada de decisão urbana;
- Tragam contribuições para o estabelecimento do CIM, seja através de artigos teóricos ou empíricos.

Deste modo, os artigos que não atenderam aos critérios de inclusão foram excluídos por estarem fora do escopo, isto é, não se relacionando com o ambiente urbano, ou abordando o tema como uma proposta para trabalho futuro, ou publicações em idiomas diferentes de português e inglês.

A pesquisa foi realizada nas bases de dados *Web of Science*, *Scopus* e *Science Direct* que, de acordo com Mongeon e Paul-Hus (2016), são bases com maior utilização em pesquisas das áreas de Ciências Naturais e Engenharias. Foram incluídos estudos publicados nos últimos dez anos, até o primeiro semestre de 2021, justificado pelos grandes avanços tecnológicos da última década. A pesquisa abrangeu todos os tipos de documentos (artigos de periódicos, de congressos e capítulos de livros), e a inclusão de artigos de congressos justifica-se, pois o tema vem sendo amplamente discutido em eventos científicos, reflexo de ser um tema de vanguarda.

A condução da revisão sistemática foi realizada com o apoio do *software State of the Art (StArt)*, que visa auxiliar o pesquisador fornecendo suporte à aplicação desta técnica. A ferramenta fornece facilidades no processo de condução, tornando-o menos exaustivo, e revela que foi desenvolvida de maneira iterativa e interativa considerando feedbacks dos usuários para atualizações, sendo assim mais adequado às necessidades dos usuários (HERNANDES et al., 2012).

As quatro etapas para a seleção dos estudos que compuseram a revisão foram realizadas da seguinte forma:

- **Identificação:** A etapa de identificação estabelece os parâmetros de pesquisa utilizados para permitir a replicação do estudo, define as bases de dados, as palavras-chave e o intervalo de tempo de publicações selecionadas para a condução da pesquisa. Como o uso do CIM ainda não se encontra estabelecido na literatura, foram empregues na busca palavras-chave relacionadas à modelagem de cidades e ao uso de tecnologias para auxílio à gestão urbana.

A pesquisa nas bases de dados foi realizada nos campos de títulos, palavras-chave e resumos utilizando operadores booleanos, palavras-chave, e caracteres especiais, de modo a abranger o maior número de artigos que pudessem contribuir para o estudo, limitado a estudos publicados nos últimos dez anos (2010-2021). Assim, as cláusulas de busca utilizadas para a pesquisa foram: (“Cit\* information model\*”); (((“Cit\* information model\*”) AND (“smart cit\*”))); ((“information model\*”) AND (“digital twin\*”)); ((“information model\*”) AND (“smart cit\*”)); ((“information model\*”) AND (“urban plan\*”)); ((“information model\*”) AND (“Urban management”)); (“3D city model” AND “urban data”). Essa busca resultou em 1089 documentos.

- **Seleção:** Nessa fase, os estudos identificados nas bases de dados foram triados



para excluir artigos duplicados, de modo a permanecer com apenas um exemplar para continuar as próximas etapas de seleção. Nesta etapa foram excluídos 441 documentos duplicados, restando 622 documentos para a próxima etapa.

- **Elegibilidade:** Nesta etapa, foram lidos os títulos, resumos e palavras-chave dos artigos, e verificados se atendiam preliminarmente aos critérios de inclusão definidos para esta revisão. De modo que, ao verificar que os estudos não se referiam ao ambiente urbano, ou seja, que não abrangesse a cidade em seu escopo ele seria excluído, e em caso de dúvida ou ausência de informação, os artigos passariam para a próxima fase de seleção. Foram excluídos 341 documentos, restando 281 para a próxima etapa.

- **Inclusão:** Nessa fase, foi realizada a leitura completa dos artigos, verificamos se atendiam aos critérios de inclusão, ou se enquadravam em algum critério de exclusão, restando apenas aqueles que fariam parte da revisão. Estes artigos foram categorizados em grupos de acordo com suas contribuições para esta revisão, demonstrados no Quadro 2.

Por fim, foram incluídos 80 artigos para a revisão sistemática da literatura, e em seguida, foi realizada a extração de dados para proceder às análises bibliométricas.

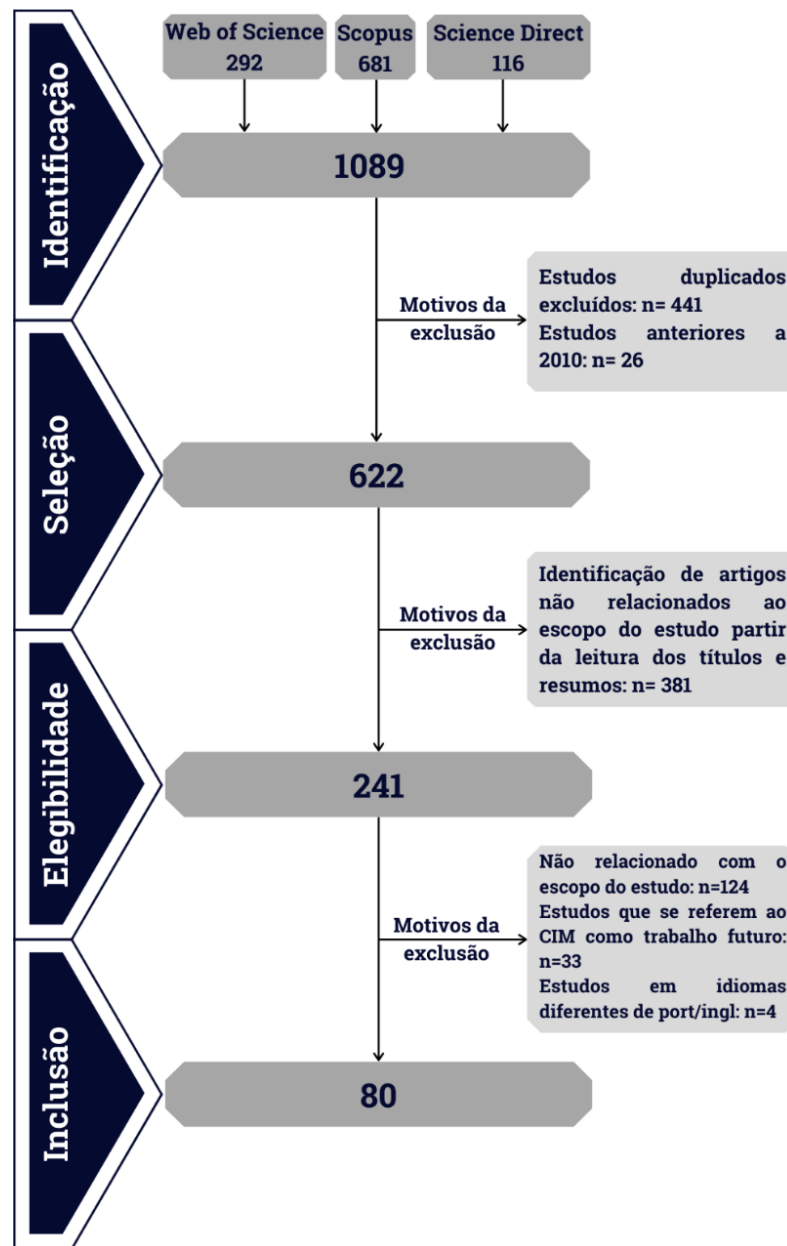
## 2.2 Resultados da revisão sistemática da literatura

Originalmente, 1089 artigos foram identificados nas bases de dados selecionadas utilizando os termos de pesquisa definidos para este estudo. Após as etapas de seleção descritas, 80 artigos que contribuiriam para o estabelecimento do CIM foram classificados para a revisão, conforme Figura 1.

Constatou-se uma heterogeneidade de tema e tipo (teóricos e empíricos) nas pesquisas incluídas nesta revisão, posteriormente, foram revisados e categorizados em grupos, de acordo com suas contribuições para esta revisão. As categorizações ocorreram para reunir os assuntos mais abordados, portanto, mais importantes do CIM e discuti-los, agrupando as informações constantes nos estudos em cinco tópicos: conceituação do CIM; ferramentas computacionais; interoperabilidade; potencialidades; e estudos de caso.

**Conceituação do CIM:** A conceituação do tema satisfaz a necessidade de conhecê-lo, para então poder revelar a conexão do CIM com outras tecnologias que podem vir a complementá-lo. A definição do conceito permite o avanço na análise das necessidades do sistema, e com isso, a possibilidade de avançar rumo a sua implementação. Diversos autores empenham-se em definir o CIM a partir de comparações com outros termos firmados na indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações (AECO).

**Figura 1.** Fluxograma de seleção dos estudos.



**Fonte:** Elaborado pela autora.

**Ferramentas computacionais:** entendem-se como sendo tecnologias capazes de aplicar o conhecimento científico com propósitos práticos e pode envolver desenvolvimentos de *software*, hardwares, middleware, equipamentos e sistemas de rede necessários para aplicação prática deste conhecimento.

**Interoperabilidade:** Dispõe sobre o requisito necessário para estruturar e padronizar informações em várias dimensões para que constitua uma plataforma com dados unificados, intercambiáveis e sem perda de informações semânticas. Algo importante a ser considerado é que o CIM é proposto como um sistema dinâmico, que abriga tanto dados estáticos quanto

dinâmicos (atualizados em tempo real), tornando ainda mais complexa a interação com outras partes do sistema. Portanto, o CIM deverá ter a capacidade de ler dados de diferentes formatos, com grande extensão, proveniente de várias fontes, heterogêneos, com variação de tempo e diversas variáveis envolvidas.

**Potencialidades:** Em muitos estudos, o CIM é apontado como um catalisador para a mudança, destinado a: reduzir o abismo entre as demandas da cidade e a atuação governamental no atendimento dessas demandas; reduzir a fragmentação das aplicações tecnológicas em curso; melhorar sua eficiência e eficácia; e possibilitar a participação cívica nas decisões da cidade a partir da visualização facilitada das ações públicas. Tais abrangências destacam a falta e a necessidade de uma estrutura de pesquisa que organize o conhecimento disponível, o que, por sua vez, requer uma investigação sistemática do CIM.

**Estudos de caso:** resultados de estudos empíricos, os estudos de caso aqui descritos devem compreender aplicações práticas, não necessariamente intitulados como CIM, mas com implicações para o planejamento urbano e amparo na tomada de decisões que envolvem a cidade. Podem ser utilizados para testar processos de aplicação, analisar a qualidade de dados, identificar relações de causalidade e subsidiar a proposição de decisões ou ajustes.

No entanto, alguns artigos possuíam potencial para serem classificados em mais de uma categoria, portanto, 36 estudos trouxeram definições do conceito de CIM, 28 apresentaram ferramentas computacionais que poderiam auxiliar numa aplicação do CIM, 35 abordaram a interoperabilidade que seria necessária para um sistema CIM, 59 apontaram potencialidades que o CIM possibilitaria com sua aplicação e 30 apresentaram estudos de casos que o CIM seria capaz de incorporar. O Quadro 2 apresenta os 80 estudos elegíveis na revisão sistemática, elenca os objetivos e contribuições constantes nestes artigos.

**Quadro 2.** Lista de documentos elegíveis incluídos na revisão com seus objetivos de pesquisa e contribuições.

Autor (ano)	Objetivos do estudo	O que o estudo aborda que contribui para nossa revisão sistemática?				
		Conceito de CIM	Ferramentas Computacionais	Interoperabilidade	Potencialidades	Estudos de caso
(GIL et al., 2010)	Identifica programas disponíveis para desenho urbano e busca determinar uma estrutura para uma plataforma de integração do processo de desenho urbano para o projeto <i>City Induction</i> .	✓	✓			
(GIL; ALMEIDA; DUARTE, 2011)	Apresentou um modelo de dados espaciais para a prática de desenho urbano que pode servir como espinha dorsal do CIM.	✓		✓		
(ISIKDAG; ZLATANOVA ; UNDERWOOD, 2011)	Apresenta uma análise comparativa de oportunidades futuras dos BIMs no gerenciamento de dados urbanos.				✓	
(MONTENEGRO; BEIRAO; DUARTE, 2011)	Descreve os padrões de espaço público usados como elementos básicos do CIM proposto em um projeto que visa desenvolver uma ferramenta de apoio ao desenho urbano.	✓			✓	
(MONTENEGRO et al., 2011)	Fornecer descrições semânticas e legíveis de dados espaciais georreferenciados, para disponibilizar estratégias de programação e opções de projeto aos participantes do processo de desenvolvimento urbano.	✓				
(BEIRÃO; ARROBAS, 2013)	Investiga uma metodologia para produção de cenários alternativos e cálculo de indicadores urbanos para entender e apoiar as tomadas decisão de projeto.	✓	✓		✓	
(CHASZAR; BEIRÃO, 2013)	Apresenta e compara métodos de análise e categorização de formas urbanas para ajudar projetistas urbanos a entender a estrutura e o funcionamento das aglomerações existentes, verificar problemas futuros e identificar oportunidades.	✓			✓	
(FORD et al., 2013)	Demonstra como modelos urbanos 3D podem integrar dados espaciais para criar ferramentas de análise, visualização e simulação, através da integração de aplicações.				✓	

Autor (ano)	Objetivos do estudo	O que o estudo aborda que contribui para nossa revisão sistemática?				
		Conceito de CIM	Ferramentas Computacionais	Interoperabilidade	Potencialidades	Estudos de caso
(RUA; FALCÃO; ROXO, 2013)	Integra GIS e BIM em uma aplicação urbana para análises espaciais que responda à três perguntas 1) menor caminho para visitar fachadas de azulejos no centro de Lisboa 2) edifícios com área envidraçada maior que 630m <sup>2</sup> 3) relações entre os layouts de igrejas pré-1755 e as atuais.		✓	✓	✓	✓
(STOJANOVSKI, 2013)	Conceitua o CIM a partir de investigações de diferentes teorias urbanas, discursos e representações em arquitetura, sociologia, geografia, economia, transporte e ciência da computação.	✓				
(VAN BERLO; DIJKMANS; STOTER, 2013)	Utilização de um modelo 3D da cidade a partir da importação de modelos BIMs com informações de planejamento espacial para serem usadas durante a fase inicial de projeto e permitir a verificação 3D das licenças de construção.			✓	✓	
(BEIRÃO, 2014)	Apresenta uma plataforma CIM que conecta dados espaciais a um ambiente de projeto paramétrico e fornece um fluxo interativo de informações, contribuindo para tomada de decisões.	✓	✓	✓		
(REITZ; SCHUBIGER-BANZ, 2014)	Revela como a utilização do CIM pode auxiliar na simplificação, criação, manutenção e uso de cidades.	✓	✓		✓	
(XIE; ZENG; DU, 2014)	Aplica a modelagem de informações a dutos de drenagem urbana de Kunming para fornecer apoio científico, racional e à decisão de planejamento e gerenciamento.				✓	✓
(PADSALA; COORS, 2015)	Conceituação de um método para converter, gerenciar, atualizar e visualizar um conjunto de bancos de dados espaciais 3D.	✓	✓	✓		✓
(TAO; QIAN, 2015)	Simula a prática de renovação urbana em Chongqing na China com modelos de layouts que são avaliados e analisados obtendo índices de exposição solar, ventilação e consumo de energia.				✓	✓

Autor (ano)	Objetivos do estudo	O que o estudo aborda que contribui para nossa revisão sistemática?				
		Conceito de CIM	Ferramentas Computacionais	Interoperabilidade	Potencialidades	Estudos de caso
(AGUGIARO, 2016)	Relata os principais problemas na integração de dados e as estratégias desenvolvidas para resolvê-los para obter um modelo 3D da cidade enriquecida.		✓		✓	✓
(FILIPPOVSKA; WICHMANN; KADA, 2016)	Propõe técnicas de abstração e ofuscação na visualização de dados urbanos 3D, propondo diferentes qualidades de imagem em regiões de privacidade.				✓	✓
(HOWELL et al., 2016)	Apresenta uma plataforma que mostra os benefícios de explorar as sinergias entre IoT da cidade inteligente, ferramentas de suporte à decisão, sistemas baseados em conhecimento e BIM.			✓		✓
(THOMPSON et al., 2016)	Investiga como o CIM pode auxiliar o planejamento urbano através da geração e exploração de informações avaliando dois estudos de caso na <i>Northumbria University</i> , Reino Unido.	✓		✓	✓	
(AGUGIARO; ROBINEAU; RODRIGUES, 2017)	Relato de experiências de modelagem de dados urbanos e arquitetura geral do <i>software</i> desenvolvidos para gerenciar os dados e integrar diferentes ferramentas.		✓		✓	✓
(LUO; HE; HE, 2017)	Discute como usar a modelagem baseada em regras para gerar modelos 3D de apoio a projetos de planejamento urbano.		✓		✓	✓
(LUO; HE; NI, 2017)	Apresenta um método para análise do potencial de ventilação urbana da cidade, através da combinação do método de modelagem baseado em regras com o índice de cercamento urbano.		✓		✓	✓
(NOUVEL et al., 2017)	Apresenta padrões de dados de entrada necessários para a modelagem energética urbana e a influência destes dados na estimativa de demanda de aquecimento em modelos de cidades 3D.		✓		✓	✓
(WENDEL et al., 2017)	Explora quatro metodologias para a geração de modelos de cidades 3D semânticas a partir de fontes de dados abertos.		✓		✓	

Autor (ano)	Objetivos do estudo	O que o estudo aborda que contribui para nossa revisão sistemática?				
		Conceito de CIM	Ferramentas Computacionais	Interoperabilidade	Potencialidades	Estudos de caso
(ALMEIDA; ANDRADE, 2018)	Traz novos elementos para a discussão sobre o CIM para responder às seguintes questões 1) o que viria a ser CIM? 2) Quais aspectos e propósitos se caracteriza a necessidade do CIM?	✓		✓	✓	
(BEIRÃO; DUARTE, 2018)	Ilustra uma aplicação de desenho urbano com implementação da gramática genérica, resultando em uma plataforma CIM com interface de design paramétrico conectada a um banco de dados geográfico.	✓	✓		✓	
(CHEN et al., 2018)	Avaliação de uma ferramenta desenvolvida para reconstrução automática de modelos BIM em áreas urbanas de alta densidade.	✓	✓			
(DELVAL et al., 2018)	Demonstra o potencial do BIM como vetor de dados para simulações em um modelo urbano BIM (ou CIM).		✓	✓	✓	✓
(ELLUL et al., 2018)	Apresenta uma revisão de aplicações GeoBIM existentes e identifica os principais benefícios e desafios desta integração.			✓	✓	
(GILBERT et al., 2018)	Implementa e apresenta um método de integração GIS-BIM para visualização e análise de fluxos de recursos através de redes de infraestrutura em diversas escalas.			✓	✓	
(STOJANOVSKI, 2018)	Revisa a morfologia urbana, modelagem de construções e de cidades, e a modelagem e visualizações de cidades 3D, para estruturar o conhecimento da morfologia urbana e criar classes de programação para o CIM derivadas da prática de desenho urbano.	✓				
(VISHNU; SARAN, 2018)	Descreve uma metodologia detalhada para modelagem semântica de redes de utilidades distintas e sua interdependência com o espaço urbano.		✓		✓	✓
(ARGENZIANO; AVELLA; ALBANESE, 2018)	Integração de GIS e BIM para investigar a radiação ionizante emitida pelos materiais utilizados na construção da região histórica central da cidade de Pompeia na Itália.	✓		✓		✓

Autor (ano)	Objetivos do estudo	O que o estudo aborda que contribui para nossa revisão sistemática?				
		Conceito de CIM	Ferramentas Computacionais	Interoperabilidade	Potencialidades	Estudos de caso
(ASSEM; ABDELMOHSEN; EZZELDIN, 2020)	Fornecer uma abordagem para gestão inteligente e eficaz da reconstrução de cidades pós-conflitos. Fornece a possibilidade de visualizar em tempo real o status dos projetos em andamento, as operações e processos subsequentes.			✓	✓	✓
(CARNEIRO et al., 2019)	Apresenta esforços de integração de BIM, GIS, IoT e AR / VR ( <i>Augmented Reality/Virtual Reality</i> ) e identifica os potenciais e vantagens da integração para aplicação na manutenção e gerenciamento da infraestrutura rodoviária.			✓	✓	
(CHENAUX et al., 2019)	Ilustra a integração BIM e GIS, abordada como parte do fluxo de trabalho na criação de um projeto de modelo 3D interativo baseado em WEB de edifícios históricos de cidades.	✓	✓	✓		
(DANTAS; SOUSA; MELO, 2019)	Demonstra como o CIM pode contribuir para melhoria dos serviços públicos, para qualidade de vida dos cidadãos e como o BIM e o CIM auxiliam a obtenção de dados para extração dos indicadores da norma internacional de desenvolvimento sustentável de comunidades urbanas.	✓			✓	
(LIMA; FREITAS; CARDOSO, 2019)	Desenvolve uma metodologia para investigar os processos de produção dos assentamentos precários para apresentação de dados que subsidiem políticas de regulação urbanística condizentes com a realidade existente.	✓			✓	✓
(MELO et al., 2019)	Produção de um modelo para facilitar a gestão da rede de esgoto no município de Piumhi, Brasil, e viabilizar aos gestores públicos informações para tomada de decisões em ações preventivas.	✓		✓	✓	✓
(PETROVA-ANTONOVA; ILIEVA, 2019)	Propor um quadro metodológico para a modelagem digital das cidades, que permita avaliar o seu desempenho e apoiar a tomada de decisões.	✓	✓		✓	



Autor (ano)	Objetivos do estudo	O que o estudo aborda que contribui para nossa revisão sistemática?				
		Conceito de CIM	Ferramentas Computacionais	Interoperabilidade	Potencialidades	Estudos de caso
(PONNAPALI; ASADI; SIVAKUMAR BABU, 2019)	Apresenta métodos de tecnologia geoespacial para adquirir dados adequados para CIM e BIM como o GIS, Sensoriamento Remoto, Fotogrametria e LiDAR ( <i>Light Detection And Ranging</i> ).		✓		✓	
(PROVIDAKIS; ROGERS; CHAPMAN, 2019)	Apresenta uma metodologia para usar modelos baseados em 3D-BIM, com as informações geológicas associadas, para previsão da suscetibilidade de edifícios a danos causados por túnel subterrâneo.		✓		✓	✓
(RONG et al., 2019a)	Busca explorar uma nova estrutura para modelar inundações urbanas em 3D, integrando BIM, GIS e fotogrametria aérea digital, e avaliar a capacidade de modelagem verificando as diferenças entre as simulações 2D e 3D e determinar como pode ser usado o modelo hidrodinâmico 3D para identificação de riscos de inundação em áreas urbanas.			✓	✓	✓
(SABRI et al., 2019)	Descrever o desenvolvimento de uma plataforma multidimensional chamada QUEST ( <i>Quantitative Urban Environment Simulation Tool</i> ) que visa apoiar os requisitos de modelagem e simulação do planejamento urbano em Cingapura.			✓	✓	✓
(SHAHI; MCCABE; SHAHI, 2019)	Investigar níveis distintos de permissão eletrônica, definidos com base na automação e integração, que considera o impacto de cada nível em todo o ciclo de vida do projeto, desde o envio do documento de permissão até a construção, operação e manutenção da instalação construída.			✓	✓	
(TAN et al., 2019)	Desenvolve uma abordagem para o enriquecimento semântico de nuvens de pontos de LiDAR para classificar elementos do telhado utilizando árvore de decisão.		✓		✓	
(UNGUREANU, 2019)	Utiliza o CIM como uma ferramenta para entender como as regulamentações urbanas afetam as áreas residenciais ao longo do tempo e aspectos relacionados à qualidade de vida.	✓			✓	

Autor (ano)	Objetivos do estudo	O que o estudo aborda que contribui para nossa revisão sistemática?				
		Conceito de CIM	Ferramentas Computacionais	Interoperabilidade	Potencialidades	Estudos de caso
(WANG et al., 2019a)	Propõe uma estrutura que integra BIM e GIS para gerenciamento de utilidades subterrâneas, proporcionando uma melhora no compartilhamento de informações, na eficiência do gerenciamento de serviços públicos e na tomada de decisões.		✓	✓	✓	✓
(WANG et al., 2019b)	Apresenta os desenvolvimentos dos sistemas de digitalização <i>Mobile Laser Scanning</i> (MLS) e suas aplicações típicas nas áreas urbanas, discutindo as principais questões do processamento e análise de dados.			✓	✓	
(BI et al., 2020)	O trabalho apresenta o conteúdo chave para a construção do CIM utilizando as tecnologias BIM, GIS e IoT. Aponta possibilidade de promover a digitalização espacial da cidade através da plataforma CIM e a integração de dados, tecnologias e negócios em vários campos.		✓		✓	✓
(BREUNIG et al., 2020a)	Demonstrar a linha do tempo das contribuições alcançadas pela ciência no gerenciamento de dados geoespaciais revelando as tendências de pesquisas na área.			✓	✓	
(DALL'O'; ZICHI; TORRI, 2020b)	Argumenta que o CIM é o mais recente avanço do BIM e tem um considerável potencial de uso como ferramenta de análises urbanas. Ressalta que os dados devem ser de acesso aberto e que a plataforma necessita de uma integração de sensores, IoT, e até mesmo, câmeras e mídias sociais.	✓			✓	
(GIL, 2020)	Apresenta uma revisão da literatura do CIM, para desenvolver uma definição geral do tema. Além disso, identifica um roteiro para o desenvolvimento futuro do CIM afim de concretizar o conceito de uma cidade inteligente plena.	✓		✓	✓	

Autor (ano)	Objetivos do estudo	O que o estudo aborda que contribui para nossa revisão sistemática?				
		Conceito de CIM	Ferramentas Computacionais	Interoperabilidade	Potencialidades	Estudos de caso
(LEHNER; DORFFNER, 2020)	Este artigo discute uma estratégia para produção de um modelo 3d de cidade que consiste em usar dados existentes de levantamentos e mapeamentos para transformar em um geoTwin Digital - uma réplica virtual e semântica em 3D de todos os elementos e objetos da cidade. Aponta que ao conectar o geoTwin Digital com outros dados e informações, por exemplo, dados censitários, socioeconômicos, consumo de energia, dados de gerenciamento e de manutenção, se tornaria um CIM.	✓				
(LIU; YU; FEI, 2020)	O artigo propõe um método de aquisição de dados de edifícios para cidades inteligentes baseado em IoT, <i>big data</i> e <i>cloud computing</i> . E demonstra a possibilidade de promover a eficiência e precisão da coleta de dados e transformar edifícios tradicionais em edifícios inteligentes.		✓			
(LU et al., 2020)	Propõe uma metodologia para simulações multiriscos em um campus de uma universidade, que corresponde a análises em bairros residenciais. E tem o intuito de apoiar as partes interessadas, como os gestores da cidade, a avaliar e reconhecer os riscos enfrentados em situações como terremoto, incêndio, risco de vento, inundação e tsunamis.	✓				✓
(MA et al., 2020)	Utilização da VR para criar uma ferramenta para comunicar informações espaciais aos interessados urbanos sobre as complexidades da ecologia da infraestrutura e as interações entre os recursos da infraestrutura.		✓		✓	
(MARZOUK; OTHMAN, 2020)	Apresenta uma estrutura para integrar BIM e GIS para planejamento e previsão de infraestrutura de serviços públicos para cidades emergentes destacando o conceito de inteligência durante a fase de planejamento.			✓	✓	✓

Autor (ano)	Objetivos do estudo	O que o estudo aborda que contribui para nossa revisão sistemática?				
		Conceito de CIM	Ferramentas Computacionais	Interoperabilidade	Potencialidades	Estudos de caso
(MASSON et al., 2020)	Identifica as variáveis de entrada para análises em modelos urbanos que visa fornecer interações entre a cidade, o clima urbano e a Ilha de calor urbano.				✓	
(MELO et al., 2020)	Apresenta uma solução para manter atualizados dados da rede de esgoto, onde as ferramentas e fluxo de trabalho possam ser utilizadas por operadores sem treinamento específico.				✓	✓
(OTI; ABANDA, 2020)	Sugere a aplicação de um metamodelo para coletar, armazenar e sistematizar informações sobre a população e o ambiente urbano, com o intuito de formar um banco de dados e identificar as exigências para seu desenvolvimento futuro.				✓	
(MITYAGIN et al., 2020)	Revisa os sistemas existentes de modelagem de informação no ambiente construído, com definições claras de suas funções e áreas de sobreposição para fornecer subsídios de escolha aos interessados.	✓	✓	✓		
(ROCHA et al., 2020)	O artigo apresenta o LGeoSIM, um modelo de informação baseado em dados interligados que utiliza dados de diferentes fontes em cidades inteligentes. Este permite a correlação de dados e análise avançada que podem revelar novas informações e apoiar decisões baseadas em investigações abrangentes de diferentes departamentos.			✓		
(SCHAUFLER ; SCHWIMMER, 2020)	A pesquisa intenta responder às questões essenciais para o desenvolvimento do CIM: quais conjuntos de dados devem ser incluídos na plataforma?; quais requisitos o CIM deve cumprir?; qual valor agregado o CIM pode ofertar aos envolvidos? E indica que inicialmente o CIM deve contribuir para o progresso de cidades mais responsivas e resilientes.	✓		✓	✓	

Autor (ano)	Objetivos do estudo	O que o estudo aborda que contribui para nossa revisão sistemática?				
		Conceito de CIM	Ferramentas Computacionais	Interoperabilidade	Potencialidades	Estudos de caso
(SOARES; BARACHO; PORTO, 2020)	Propõe o desenvolvimento de uma extensão para recuperar automaticamente informações de modelos BIM e alimentar um sistema de análise que verifica a conformidade de empreendimentos imobiliários.				✓	
(STOJANOVS KI et al., 2020)	O artigo contribui para a reflexão da literatura do CIM, revelando o seu entrelaçamento com AI, sendo concebida como uma máquina para criação de projetos urbanos. Sua contribuição seria a criação digital do mundo dos designers urbanos e a compreensão de comportamentos e procedimentos.	✓		✓		
(WANG et al., 2020)	Apresenta as implicações e os desenvolvimentos necessários de uma plataforma CIM, relata os principais desafios existentes para sua construção e contribui para a conceituação do tema.	✓			✓	
(ACAMPA et al., 2021)	Apresenta uma metodologia para criação do CIM através da integração do BIM e GIS para otimização da gestão e monitoramento urbano, auxiliando os gestores a tornar o uso de recursos econômicos mais eficiente.	✓		✓	✓	
(BI et al., 2021)	Busca contribuir com a melhora do serviço de informações e para gestão inteligente através da compreensão da dinâmica da cidade pela plataforma CIM.			✓	✓	✓
(CURETON; DUNN, 2021)	O artigo aponta que a construção de um modelo CIM é um primeiro passo em direção a um gêmeo digital. E levanta algumas questões primordiais como o engajamento público com as plataformas; a necessidade de maior envolvimento nas especificações de arquivos BIM e GIS; e preocupações com a privacidade de dados.	✓			✓	
(DEZEN-KEMPTER et al., 2021)	Relata uma metodologia para a integração de ferramentas GIS e BIM Histórico (HBIM) para uma gestão e conservação de bairros de interesses históricos e culturais.			✓		✓

Autor (ano)	Objetivos do estudo	O que o estudo aborda que contribui para nossa revisão sistemática?				
		Conceito de CIM	Ferramentas Computacionais	Interoperabilidade	Potencialidades	Estudos de caso
(GANDINI et al., 2021)	Apresenta uma metodologia para avaliação de risco de cidades costeiras a eventos extremos de precipitação e aumento do nível do mar, com intuito de ajudar a identificar vulnerabilidades, e auxiliar na tomada de decisão na ocorrência destes eventos.		✓		✓	✓
(KOLBE; DONAUBAUER, 2021)	O artigo evidencia as diferenças entre os modelos BIM e os modelos semânticos de cidade em 3D em relação diversos aspectos como: escala; nível de detalhe; representação de características; e aparência. E alerta que a qualidade dos modelos não é limitada apenas pelos processos de coleta de dados, mas pelas normas empregadas relativas à estrutura de modelagem de dados e a capacidade de interoperabilidade dos dados.	✓		✓	✓	
(PETROVA-ANTONOVA; ILIEVA, 2021)	Propõe uma metodologia para apoiar governantes na obtenção de informações da evolução da cidade. Proporciona a avaliação de resultados em uma plataforma de dados abertos para avaliar o desempenho de cidades de forma transparente.	✓				
(WANG; TIAN, 2021)	Apresenta uma conceituação e características básicas para o CIM, sendo a integração do BIM, GIS e IoT as tecnologias chaves. Revela que o uso do CIM para obter uma análise precisa e uma gestão eficiente das informações da cidade é uma tendência inevitável de desenvolvimento.	✓		✓		
(WHITE et al., 2021)	Foi desenvolvido um modelo de gêmeo digital aberto e público para simulações como de inundações, caminhabilidade, mobilidade urbana, áreas verdes e de visibilidade. O modelo habilita o <i>feedback</i> de cidadãos com base em visualizações realistas.		✓		✓	✓
(XUE; WU; LU, 2021)	O estudo apresenta uma abrangente revisão do enriquecimento semântico de BIM e CIM na literatura dos últimos dez anos. Aponta tendências futuras de pesquisas e apresenta um	✓		✓	✓	

	quadro com os componentes do modelo conceitual de enriquecimento semântico.					
(YAMANI et al., 2021)	O artigo apresenta um modelo baseado na integração de BIM e CIM para a estimativa de valores de propriedades e analisa o impacto de variáveis no valor de propriedades.				✓	
(YOSINO; FERREIRA, 2021)	O estudo apresenta um ambiente CIM baseado na interoperabilidade de modelos BIM e GIS para beneficiar a gestão da coleta de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e otimizar rotas de coleta com base na capacidade dos coletores.			✓		✓

**Fonte:** Elaborado pela autora.

### 2.3 Conceituação do CIM

Ao investigar diferentes teorias, discursos e representações urbanas para conceituar o CIM, Stojanovski (2013) observou que o CIM é, no urbanismo, análogo ao BIM na construção civil. É também considerado como uma expansão 3D do GIS, beneficiado com visualizações em diversos níveis e escalas, ferramentas de desenho e descrição de elementos 3D com seus relacionamentos com a cidade. Enquanto isso, diversos autores definiram o CIM como sendo a integração do BIM com o GIS (ALMEIDA; ANDRADE, 2018; CHENAUX et al., 2019; MELO et al., 2019).

O CIM foi definido como um modelo de conhecimento baseado em computação que envolve processos, políticas e tecnologias (ALMEIDA; ANDRADE, 2018). Uma característica essencial do CIM é o acesso múltiplo à base de dados, a qual as partes envolvidas no processo de tomada de decisão tenham acesso simultâneo (MELO et al., 2019). Ao descrever a idealização de uma plataforma de CIM, Beirão (2014) relatou que deverá ser um sistema de dados aberto, acessível e interativo para todos os usuários, planejadores urbanos ou cidadãos, em conformidade ao descrito por Almeida e Andrade (2018).

A plataforma CIM objetiva oferecer suporte para análises urbanas, onde urbanistas e *designers* possam compartilhar bibliotecas de elementos urbanos com suas propriedades, características e relacionamentos (STOJANOVSKI, 2018). É indicado que as simulações realizadas através do CIM recebam atualizações constantes das mudanças ocorridas na cidade, e sejam estruturadas interações com as diversas camadas compreendidas (UNGUREANU, 2019). Por exemplo, uma avaliação para implantação de uma nova ciclovia deve abranger padrões de movimento de pedestres, automóveis, ciclistas, transporte público e edificações ao seu entorno, para então, avaliar como sua implantação pode impactar esses padrões.

Os autores Montenegro e Duarte (2009), em consonância com o descrito por Stojanovski (2013), relacionaram o CIM ao BIM. Descreveram que o CIM requer uma base criada especificamente para gerenciar os dados gerados. Deve também incorporar todos os aspectos de projeto, desde informações geográficas, geometria de construções, relações entre componentes e as propriedades dos componentes de construção.

Um CIM bem desenvolvido, será útil para a governança da cidade, fornecendo suporte para análises urbanas, armazenando informações qualitativas sobre padrões urbanos e informando projetistas das diretrizes vigentes, tal qual será útil aos cidadãos, fornecendo informações valiosas da atuação governamental, de transportes, resposta de emergências e muitos outros serviços de modo centralizado (CHEN et al., 2018; STOJANOVSKI, 2018). Assim, a plataforma integraria ferramentas interativas de análise e síntese, devendo ser facilmente modificada, em constante atualização com as mudanças do ambiente urbano.

## 2.4 Ferramentas computacionais

Ao selecionar ferramentas para auxiliar no estabelecimento do projeto “*City Induction*”, Gil et al. (2010) elencaram o *CityCAD*, *CityEngine*, *CityZOOM* e *AutoCAD Civil 3D* para avaliações, discutindo qual está de acordo com os objetivos de um projeto CIM. Concluíram que *AutoCAD Civil 3D* era o mais apropriado, devido à vantagem de mesclar um sistema CAD e GIS e ser a única ferramenta que incorpora a topografia como um elemento importante de sua ontologia.

O *software ESRI City Engine (CE)* é amplamente usado para modelagem baseada em regras na comunidade de programação urbana, conforme apresentado por Luo, He, & Ni (2017), ele integra conteúdos BIM e GIS, integração essa que já fora anteriormente denominada como GeoBIM por Rua, Falcão e Roxo (2013). Foi utilizado para criar modelos tridimensionais de cidades que permitissem a realização de análise de rotas, atributos de edificações, relações temporais de edificações e potencial de ventilação urbana (LUO; HE; HE, 2017; LUO; HE; NI, 2017; RUA; FALCÃO; ROXO, 2013). Foi apontado como oportuno para geração de modelos tridimensionais urbanos de grandes cidades com maior regularidade, pois apresenta a vantagem da velocidade na modelagem baseada em regras e grande potencial de aplicação ao desenho urbano e gestão da cidade (LUO; HE; HE, 2017; LUO; HE; NI, 2017). Em consonância com as vantagens elencadas da integração GeoBIM, outros estudos investigaram essa integração, essencial para um pleno estabelecimento de uma aplicação CIM (BREUNIG et al., 2020b; CARNEIRO et al., 2019; CHENAUX et al., 2019; ELLUL et al., 2018; PONNAPALLI;



ASADI; SIVAKUMAR BABU, 2019; RONG et al., 2019b).

A utilização do levantamento aéreo a laser teve destaque como uma importante ferramenta, pois facilitaria a inserção de edificações e mobiliário urbano pré-existente em forma de nuvem de pontos 3D, em uma futura plataforma CIM (CHENAUX et al., 2019; PONNAPALLI; ASADI; SIVAKUMAR BABU, 2019; WANG et al., 2019b). Ao avaliar a ferramenta *multi-Source recTification of gEometric Primitives* (mSTEP) aliada a nuvem de pontos de LiDAR para auxiliar na reconstrução de grandes áreas urbanas de alta densidade, Chen et al. (2018) demonstraram o uso na reconstrução de 1361 edifícios localizados em uma área de quatro quilômetros quadrados da Ilha de Hong Kong, na China. Enfrentaram os desafios das complexas condições topográficas, dos dados ruidosos e da pesada computação devido à complexidade em tarefas de escala urbana. E validou o modelo através de uma série de testes rigorosos, que demonstraram a eficiência do método para esta aplicação.

Ao averiguar a ontologia de ferramentas existentes, Gil et al. (2010) concluíram que, apesar de o *AutoCAD Civil 3D* ser o mais apropriado para o projeto, os sistemas CAD e GIS são pouco integrados e sua ontologia está longe de ser urbana. Montenegro et al. (2011) prosseguiram o estudo investigando como as ontologias apoiariam a interoperabilidade urbana em todos os níveis (entre sistemas e pessoas). Indicou que as representações em 3D desempenham um papel importante entre os gestores e a população, quando complementadas com ontologias de alto nível, interconectando informações urbanas. Stojanovski (2018) demonstrou em seu estudo uma estrutura morfológica que pode ajudar programadores e modeladores a estruturar um ambiente virtual em 3D, que possivelmente evoluiria para se tornar um CIM.

## 2.5 Interoperabilidade

Diversas pesquisas se empenharam em discutir e praticar a integração de diferentes padrões, buscando uma metodologia automatizada, sem danos as informações constantes, e célere (ARGENZIANO; AVELLA; ALBANESE, 2018; DELVAL et al., 2018; HAMILTON et al., 2005; MELO et al., 2019; SABRI et al., 2019; VISHNU; SARAN, 2018).

De acordo com Chenaux et al. (2019) o CityGML é um formato de dados padrão internacional para representar cidades e dados 3D, pois descreve objetos em relação as suas propriedades geométricas, topológicas, semânticas e de aparência. Foi desenvolvido visando a interoperabilidade dos dados e a redução das dispendiosas conversões de dados geográficos entre diferentes sistemas (HAMILTON et al., 2005).

IFC é um formato padrão BIM para dados de edifícios e da indústria da construção, ele suporta relacionamentos espaciais entre redes, bem como redes e objetos da cidade (VISHNU; SARAN, 2018). Segundo Shahi et al. (2019) no IFC4, a versão mais recente do padrão, foi considerado um nível maior de interoperabilidade para oferecer suporte à integração de dados BIM e GIS baseados na IFC. Afirma que as versões atuais da IFC e CityGML, no entanto, ainda não são sofisticadas o suficiente para capturar as informações de todo o ambiente construído de projetos urbanos e de infraestrutura.

Salienta-se que a plataforma CIM deve suportar a integração e o cruzamento de dados IFC e CityGML, sem apresentar perda de informações nos processos de importação, exportação e análise de dados (ALMEIDA; ANDRADE, 2018; CHENAUX et al., 2019; MELO et al., 2019).

## **2.6 Potencialidades da implementação do CIM**

Pelipenko e Gogina (2017) apontaram como vantagens do BIM o uso de modelos tridimensionais com dimensões e propriedades reais e o uso deste modelo pelo serviço de operação para verificação de equipamentos para reparo ou operação adequada. Destacando como a principal diferença entre o BIM e o 3D é que cada elemento tem um determinado conjunto de propriedades, e não apenas uma exibição visual.

Sendo assim, em consonância, o CIM teria estas mesmas possibilidades, além de oportunizar a prevenção e visualização do efeito das políticas públicas. Considerando a recorrente dificuldade de diálogo entre atores urbanos o CIM pode ser um importante instrumento para a efetivação de uma política urbana democrática (LIMA; FREITAS; CARDOSO, 2019). Em conformidade ao que aponta Melo et al. (2019), o CIM pode contribuir para aprimorar o processo de gestão, estabelecendo métodos para manter, controlar e entender dados relacionados a diversas áreas da gestão pública.

O artigo de Shahi, McCabe e Shahi (2019) descreve como um projeto de edifício poderia ser avaliado com base em seu contexto urbano circundante, semelhante ao proposto por Van Berlo, Dijkmans e Stoter (2013), sua construção seria planejada considerando as características e atividades da vizinhança e seu modelo de construção alimentaria uma plataforma CIM, fornecendo informações valiosas que, de outra forma, não seriam capturadas, comunicadas ou analisadas no nível da cidade.

Shahi, McCabe e Shahi (2019) apontaram que através da integração do BIM e GIS, os municípios poderiam fornecer uma revisão muito mais significativa das suas propostas.

Também poderiam informar a elaboração inteligente de políticas e de regulamentos, sendo isso essencial para acompanhar as demandas das futuras cidades inteligentes.

Dantas, Sousa e Melo (2019) salientaram que o uso do CIM é essencial para a implementação dos conceitos de sustentabilidade nas cidades, colaborando para o cumprimento das metas estabelecidas em diversos acordos internacionais relativos à redução da atividade humana no meio ambiente. Ponnappalli, Asadi e Sivakumar Babu (2019) consideram que quando a plataforma CIM estiver pronta e em plena utilização, será uma ferramenta poderosa para a elaboração de planos, navegação, planejamento de transportes, especialmente nos momentos de eventos especiais e perigos.

## 2.7 Estudos de caso de implementação identificados na literatura

Através da revisão sistemática foram identificados os estudos de caso na literatura que podem ser descritos como iniciativas de implementação do CIM, pois utilizam tecnologias com intuito de auxiliar no planejamento urbano e na tomada de decisão de planejadores e governantes. O Quadro 3 elenca os estudos de caso, as tecnologias utilizadas e uma breve descrição do seu objetivo de implementação.

**Quadro 3.** Estudos de caso identificados na revisão sistemática.

<b>Autor (ano)</b>	<b>Ferramentas utilizadas</b>	<b>Descrição</b>
(RUA; FALCÃO; ROXO, 2013)	City Engine (CE) + ArcGIS + Network Analyst + identificação atributos BIM	Apresenta uma aplicação urbana com objetivo de gerar um banco de dados que incluísse todos os tipos de edifícios e construir um modelo virtual do centro de Lisboa para suportar estudos de cenários hipotéticos e identificar as limitações dos métodos de representação.
(XIE; ZENG; DU, 2014)	Inforworks CS + GIS	Modelagem de informações dos dutos de drenagem urbana de Kunming para fornecer apoio científico, racional e objetivo à decisão de planejamento e gerenciamento.
(PADSALA; COORS, 2015)	SimStadt + CE + ArcGIS	O estudo produziu um modelo de uma área da cidade de Aldingen na Alemanha, que consiste em 4.250 edifícios enriquecidos semanticamente para gerar resultados de demanda de energia na forma de demanda específica de aquecimento e o potencial de produção de energia fotovoltaica a partir do uso da plataforma de simulação urbana.

Autor (ano)	Ferramentas utilizadas	Descrição
(TAO; QIAN, 2015)	Ecotect + Radiance + BIM	Foi realizada uma simulação para decisão de disposição de torres de um complexo de edifícios comerciais com cerca de 13.000 m <sup>2</sup> em um bairro de Chongqing na China, embasando a melhor disposição a partir de análises de exposição solar, ventilação e consumo de energia.
(AGUGIARO, 2016; AGUGIARO; ROBINEAU; RODRIGUES, 2017)	CityGML + Energy Application Domain Extension (ADE)	O estudo de caso no distrito de Meidling na cidade de Viena, Áustria discutiu questões relativas à seleção, análise, preparação e integração de uma série de conjuntos de dados relacionados à cidade, as edificações e a energia, a fim de enriquecer um modelo semântico 3D baseado em CityGML.
(FILIPPOVSKA; WICHMANN; KADA, 2016)	OpenCV + códigos computacionais	O estudo de caso foi feito em uma região da cidade de Vaihingen, Alemanha para demonstração de uma técnica de abstração e ofuscação na visualização de dados urbanos 3D, que preserve a privacidade propondo diferentes níveis de qualidade de imagem em regiões privadas.
(HOWELL et al., 2016)	Unity + BIM + laser scanner + nuvens de pontos + machine learning + IoT	Uma região da cidade de Cardiff, no País de Gales foi simulada para produzir ajustes na produção e armazenamento de energia a partir do perfil de demanda, pois a região possui um centro de energia e uma rede de aquecimento com caldeiras à gás, unidade combinada de calor e energia, e caldeiras de biomassa.
(LUO; HE; HE, 2017; LUO; HE; NI, 2017)	Modelagem baseada em regras no CE	Foi demonstrado um método para modelagem tridimensional de cidades aplicado a uma região da cidade de Guangxi, na China. Este modelo permitiu a realização de avaliações de ventilação urbana, controle de altura de edificações, planejamento de áreas verdes e proporcionou discussões de uso para apoiar projetos de planejamento urbano com participação popular.
(NOUVEL et al., 2017)	Modelo 3D CityGML LoD 2 + digitalização a laser + dados do censo	Este estudo investigou a influência dos dados de entrada para estimativa de demanda energética em modelo tridimensional urbano aplicado a um estudo de caso na cidade de Ludwigsburg na Alemanha.
(DELVAL et al., 2018)	Qgis + CityGML Utility Network ADE + MithraSIG + Phanie + ELODIE	Apresentou um estudo de caso da cidade de Paris, França usando modelos BIM como vetor de dados para simulações urbanas, que permitiu a realização de simulações acústicas, de conforto solar, ambiental e aérea.

Autor (ano)	Ferramentas utilizadas	Descrição
(VISHNU; SARAN, 2018)	CityGML Utility Network ADE	Modelagem em 3D da rede de abastecimento de água subterrânea de Dehradun na Índia, para a realização de análises espaciais que demonstram as áreas afetadas por uma falha na tubulação devido a reparos na infraestrutura e a sobreposição de estradas.
(ARGENZIANO; AVELLA; ALBANESE, 2018)	BIM + GIS + Color Splasher + espectrômetro de mão	Identificação de radiação ionizante nos materiais geológicos utilizados nas construções de edifícios históricos na cidade de Pompeia na Itália.
(ASSEM; ABDELMOHSEN; EZZELDIN, 2020)	Servidor web, BIM e GIS + Apache + PHP7 + Laravel Framework + MySQL + CentOS7 + Vue JS	Foi desenvolvida uma plataforma para a gestão inteligente da reconstrução de cidades pós-conflito, demonstrado como exemplo a cidade de Bagdá, Iraque. Esta plataforma permite supervisionar todas as operações e projetos da cidade destacando os de reconstrução e mostrando o status desses projetos, visualizando em tempo real todas as operações, processos e progresso. E pode também atribuir tarefas e projetos a contratantes e prestadores de serviço cadastrados no banco de dados do sistema.
(LIMA; FREITAS; CARDOSO, 2019)	Simic + Qgis + Grasshopper 3D	Produção de dados de assentamentos irregulares em ZEIS de Fortaleza, Brasil para subsidiar políticas de regulação urbanísticas.
(MELO et al., 2019, 2020)	QGis + GPS GNSS RTK L1 / L2 + AutoCAD Civil 3D	Esta pesquisa desenvolveu um modelo para gestão da rede de esgoto no município de Piumhi, Brasil que possibilitasse ações preventivas e um processo de tomada de decisão baseado em informações precisas.
(PROVIDAKIS; ROGERS; CHAPMAN, 2019)	MATLAB + Sketchup + informações geológicas do local	Um modelo tridimensional de um edifício de dois andares foi replicado dez vezes com diferentes tamanhos para simular um bairro, e incorporado ao estudo de caso no campus da Universidade de Birmingham, Reino Unido. A partir deste modelo foi prevista a suscetibilidade dos edifícios a danos causados por túnel subterrâneo, demonstrando potencial para auxiliar em decisões de rotas e avaliação de risco de construção.
(RONG et al., 2019a)	BIM + GIS + fotogrametria aérea digital + Modelo Digital de Elevação + DHI MIKE 21 + Flow-3D	A partir da construção do modelo da cidade em 2D e 3D foi simulado o perigo de inundação para o Distrito de Huancui da cidade de Weihai, China, comparando as abordagens para identificar e avaliar o impacto da limitação dimensional nas simulações.

Autor (ano)	Ferramentas utilizadas	Descrição
(SABRI et al., 2019)	Mapeamento Topográfico Nacional 3D + QUEST	Foi desenvolvida uma plataforma multidimensional para apoiar o planejamento urbano em Cingapura, e foram realizadas simulação de caminhabilidade, que imita o comportamento e as características da caminhada humana, e uma avaliação de impactos de inundação.
(WANG et al., 2019a)	ArcGIS + AutoCAD Civil 3D + Utility Network ADE	Foi apresentado um modelo que integra BIM e GIS para o gerenciamento de utilidades subterrâneas na região de Kowloon em Hong Kong na China. Foi aplicado para demonstrar a potencial melhoria no compartilhamento de informações, no gerenciamento de serviços públicos e na tomada de decisões.
(BI et al., 2020)	digital elevation model (DEM) + digital orthoimage map (DOM) + IoT + Smart3D + ArcGIS + Revit	O estudo de caso apresenta o CIM da cidade Shenfu New localizada em Wangjianan, China. O modelo desenvolvido vincula dados dos semáforos, câmeras e outros dados de trânsito e reproduz na plataforma que contém toda a infraestrutura da cidade em tempo real, o que ajuda os gestores da cidade a entender melhor o ambiente do trânsito e tornar o planejamento e a gestão urbana mais eficazes
(LU et al., 2020)	Revit + SuperMap GIS 9D	Uma plataforma CIM foi modelada com informações do campus da Universidade Tsinghua em Pequim, China. A plataforma foi utilizada para demonstrar simulações de desastres naturais como terremotos, incêndios e ventanias. E para demonstrar a potencialidade de uso para edifícios individuais e áreas urbanas, para auxílio de gestores na avaliação e reconhecimento de riscos.
(MARZOUK; OTHMAN, 2020)	BIM + GIS + Medidores inteligentes	Planejamento e previsão das necessidades de infraestrutura de água, esgoto e energia elétrica na cidade de Novo Cairo, Egito para diferentes usos das edificações.
(BI et al., 2021)	RFID sensors + Apache Kafka + MapReduce + TerraExplorer Pro	A plataforma construída de distrito de Tiexi, Shenyang na China, vincula os dados coletados em tempo real transmitidos pela IoT e estabelece interconexão e informações interativas entre estes dados e a infraestrutura existente. Possibilita reproduzir verdadeiramente o terreno urbano, visualizar problemas de colisões entre infraestruturas acima e abaixo do solo, fazer uso racional do espaço subterrâneo, análise de luz solar, análise de visibilidade de paisagem a partir de edifícios e analisar vários problemas de mobilidade, tais como condições de tráfego e acidentes de trânsito.

Autor (ano)	Ferramentas utilizadas	Descrição
(DEZEN-KEMPTER et al., 2021)	levantamento aéreo com drone + Modelo de Superfície Digital (DSM) + levantamento histórico e cadastral de arquivos + BIM + GIS	O estudo realizado no distrito Monte Alegre, localizado em Piracicaba, Brasil, apresenta uma integração de GIS e BIM Histórico (HBIM) aplicado para a documentação, manutenção e gestão de grandes áreas de interesse histórico e cultural. Esta aplicação visa a preservação para que não haja desconfigurações em sítios históricos ou até mesmo a ruína das edificações.
(GANDINI et al., 2021)	LiDAR + DTM + CityGML	Foi construído um modelo 3D de 6 distritos na linha costeira no norte da Espanha, a partir de dados abertos disponíveis, com o intuito de avaliar o risco de cidades em relação a inundações, eventos extremos de precipitação e aumento do nível do mar, dando suporte à posterior tomada de decisão sobre ações de adaptação que levem a conservação do ambiente construído.
(WHITE et al., 2021)	Unity + fotografias aéreas + dados abertos do portal SmartDublin	Apresenta um gêmeo digital aberto e disponível ao público, da área de Docklands em Dublin, Irlanda. Onde os usuários podem marcar áreas problemáticas da cidade, preencher formulários para solicitar mudanças e criar simulações de mobilidade urbana usando a mobilidade de pedestres, bem como simular os efeitos de uma inundação sobre a cidade, <i>skyline</i> , e área verde.
(YOSINO; FERREIRA, 2021)	BIM + GIS + CityEngine	Foi modelado um CIM de um bairro da cidade de São Paulo, Brasil através da integração de BIM e GIS para gerenciar o sistema logístico de coleta de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). A integração utilizando BIM enriquecido com informações semânticas possibilitou a identificação do volume de produção de RSU e assim, traçar rotas otimizadas, maximizando o uso de coletores.

**Fonte:** Elaborado pela autora.

Diversos estudos de caso implementaram a integração de BIM e GIS através de diferentes metodologias para concretizar um modelo incipiente de CIM. O caso de uso abordado no artigo de White et al. (2021) foi o que mais se aproximou dos requisitos elencados no tópico de Conceituação do CIM, pois utilizou dados abertos disponíveis no portal da cidade, disponibilizou o modelo para a participação dos usuários, e ainda, viabilizou análises relevantes para governantes e interessados. Um mapa que apresenta o número de estudos de casos em cada país foi elaborado, apresentado na Figura 2.

**Figura 2.** Distribuição espacial dos estudos de caso.



**Fonte:** Elaborado pela autora.

A partir deste mapa, identifica-se a maior concentração de estudos de caso na China e em países do continente europeu, o que pode estar relacionado à disponibilidade de informações e dados, que é superior em países desenvolvidos, e devido aos custos de implementação de tecnologias em grandes escalas. Este fato foi também evidenciado no estudo de Kanai (2018).

A partir da revisão sistemática da literatura, importantes conclusões puderam ser constatadas a respeito do CIM e do uso de tecnologias em benefício do gerenciamento e tomada de decisão urbana. Esta etapa permitiu reunir as iniciativas de aplicações que buscaram concretizar um modelo incipiente de CIM, revelando ferramentas computacionais que podem apoiar nesta realização.

A respeito da conceituação do CIM, que está em constante discussão e transformação, constatou-se tratar de uma ferramenta computacional equivalente ao BIM, mas para cidades, que abarca uma integração de BIM, GIS e um banco de dados urbano completo e atualizado para a realização de análises e simulações. O CIM deverá possuir dados abertos, ser acessível e interativo para todos os interessados, e ainda, apresentará um maior potencial quando associado ao uso de *Big Data*, IoT, AI e *Machine Learning*, tecnologias emergentes que podem impulsionar sua capacidade preditiva.

No contexto do CIM, o uso do *Big Data* torna-se conveniente, pois se notam três características principais nos dados obtidos pelas tecnologias nas cidades: o grande volume, a velocidade e a variedade, e assim, o *big data* proporciona um melhor gerenciamento ao extrair e filtrar dados de maneira sistemática, ajudando no descarte de dados inservíveis. A IoT se apresentará como uma rede que interligará diversos componentes tecnológicos implementados



na cidade, podendo identificar alterações no ambiente físico para emissão de alertas em tempo real para os departamentos envolvidos e seus responsáveis. A AI assumirá o papel de interpretar os dados gerados pelas tecnologias implementadas, poderá realizar o cruzamento de dados, gerar análises e fornecer novas visões dos problemas da cidade. O *Machine Learning* atuará como complemento da AI permitindo que os dispositivos tomem decisões baseadas em ocorrências anteriores, fazendo com que o algoritmo se torne cada vez mais treinado e preciso.

A discussão sobre ferramentas computacionais demonstrou a existência de aplicações que auxiliam a criação de uma plataforma CIM, como apoio a realização de análises e simulações, suporte a diferentes padrões de dados e possibilidade de interação entre dados, objetos e informações. A estrutura morfológica apresentada por Beirão e Duarte (2018) e por Stojanovski (2018) pode auxiliar programadores no desenvolvimento de uma ferramenta específica para o CIM. Nota-se uma tendência em relacionar o CIM à integração BIM e GIS, essa integração já é factível, e tem sido alvo de diversas pesquisas para o seu aperfeiçoamento, para que não haja perda de informações nos processos, seja automatizada e rápida, e devido a essa forte associação entre estas ferramentas para compor o CIM, este assunto é também apresentado no tópico a seguir de lacunas e tendências de pesquisa.

Em relação às potencialidades do CIM, destacamos a possibilidade de visualização das políticas públicas implementadas nas cidades, o auxílio na compreensão das informações contidas nos dados urbanos e de tornar acessível à avaliação de um projeto com base no contexto que a edificação está inserida. Estas potencialidades melhorariam o processo de gestão e manutenção de infraestruturas e avaliação de impactos destes processos. Algumas destas potencialidades foram demonstradas nas aplicações de estudos de caso que foram selecionados na revisão sistemática, descritos no Estudos de caso de implementação identificados na literatura. O tópico de estudos de caso, apresentados no item 2.7, reúne uma prévia do que foi executado em cada um dos estudos, isto pode fornecer valiosos *insights* para o delineamento metodológico de futuras pesquisas, e até mesmo na escolha de ferramentas computacionais para execução de tarefas.

Grande parte dos estudos de caso aqui apresentados, buscou realizar simulações de eventos futuros para subsidiar decisões e permitir que os governantes possam antever ações de forma preventiva. Grande parte dos estudos buscou verificar as demandas futuras de infraestruturas básicas como, água, energia, esgoto e resíduos sólidos (BI et al., 2021; HOWELL et al., 2016; MARZOUK; OTHMAN, 2020; MELO et al., 2019, 2020; NOUVEL et al., 2017; PADSALA; COORS, 2015; VISHNU; SARAN, 2018; WANG et al., 2019a; XIE; ZENG; DU, 2014; YOSINO; FERREIRA, 2021).

Outro recorrente tópico foram as análises de trânsito e mobilidade urbana (BI et al., 2020, 2021; WHITE et al., 2021). Ainda, houve simulações de desastres e eventos extremos, como furacões, enchentes e terremotos (GANDINI et al., 2021; LU et al., 2020; RONG et al., 2019b). Outros, esforçaram-se em análises para subsidiar regulamentos e políticas públicas que garantissem qualidade de vida aos cidadãos (BI et al., 2021; DELVAL et al., 2018; DEZENKEMPTER et al., 2021; LIMA; FREITAS; CARDOSO, 2019; LUO; HE; HE, 2017; LUO; HE; NI, 2017; RUA; FALCAO; ROXO, 2013; SABRI et al., 2019; TAO; QIAN, 2015; WHITE et al., 2021). Estes estudos de caso, aqui relatados, possuem algo em comum, referem-se a problemas frequentes em cidades de todo o mundo, decorrentes da expansão das áreas urbanas.

Três estudos de caso se distinguiram por apresentarem tópicos não recorrentes: reconstrução de cidades pós-guerra; saúde urbana; privacidade e segurança de dados. O estudo de Assem, Abdelmohsen, Ezzeldin (2020) tratou da reconstrução de cidades pós-conflitos, situação recorrente na cidade de Bagdá, no Iraque. Argenziano, Avella, Albanese (2018) trataram de um assunto relacionado à saúde urbana, verificando a radiação ionizante emitida por materiais de construção rochosos em áreas históricas da cidade. E Filippovska, Wichmann, Kada (2016) buscaram explorar uma técnica para preservação da privacidade em visualizações de modelos 3D, e discutiu como isso se associa aos regulamentos de privacidade e segurança de dados. Poucas discussões referentes a estes assuntos foram abordadas nos artigos selecionados na revisão sistemática da literatura, por isto estes pontos são apresentados nas lacunas e tendências de pesquisas, tópico a seguir, pois, também fazem referência a pautas urgentes, que devem ser incorporadas ao CIM.

Por fim, a revisão sistemática conduzida evidenciou lacunas, que talvez, sejam as barreiras impeditivas da aplicação do CIM. Com isto, foram recomendados itinerários de pesquisas que ajudem a transpor estas barreiras, descritas no tópico a seguir.

## **2.8 Lacunas e tendências de pesquisa**

Baseado na revisão sistemática de literatura e nas análises bibliométricas realizadas, foram identificados tópicos relevantes de pesquisa que apresentam diminuto número de investigações. O primeiro, são as investigações sobre os requisitos de dados para modelagem de cidades no CIM, como foi realizado por Nouvel et al. (2017) com enfoque em dados para modelagem energética. Estes autores apontaram que, em escala urbana, seria utópico conter um conjunto de dados completos, precisos, atualizados e utilizáveis. Afirmou também que, para driblar este impedimento é fundamental entender a influência de cada dado requerido, para

então, estabelecer estratégias para coleta de dados inteligentes e adequados, alocando mais recursos a parâmetros mais importantes.

Portanto, a partir do entrelaçamento do estudo de Nouvel et al. (2017), com as coletas de *feedbacks* de atores urbanos acerca das dificuldades de gerenciamento em tarefas que envolvem diversos atores e agências, teríamos uma visão holística da direção a ser seguida para a aplicação do CIM. Assim como foi realizado por Wang et al. (2019a) que buscaram informações sobre a dificuldade de manutenção de infraestruturas e as funções esperadas para a plataforma de gerenciamento de utilidades. E por Ma et al. (2020), com a realização de um *workshop* que reuniu *stakeholders* urbanos para entender as práticas atuais no gerenciamento de infraestrutura urbana, solicitando-os a identificar barreiras institucionais, sistemáticas ou funcionais para a implementação de um projeto integrado de infraestrutura.

O estudo de Ma et al. (2020) revelou que as dificuldades mais apontadas foram a preferência dada pelas autoridades a elementos de infraestrutura acima do solo, a comunicação ineficiente entre concessionárias, a falta de compreensão geral de como a infraestrutura urbana funciona (acima e abaixo do solo) e preocupações práticas e orçamentárias que impedem futuras inovações.

Ellul et al. (2018) através da aplicação de um questionário para investigar as oportunidades e desafios do GeoBIM, apontou algumas dificuldades como a falta de conhecimento da existência destas integrações, escassez de investimentos, adoção lenta de novas tecnologias, falta de interoperabilidade dos dados, inexistência de *software* adequado, dados BIM inadequados, imprecisão do papel do BIM no planejamento urbano e a divisão disciplinar entre agentes. Algumas destas dificuldades apontadas por Ma et al. (2020) coincidem com as descritas por Ellul et al. (2018). Assim sendo, estas dificuldades deverão ser incorporadas no planejamento de uma aplicação CIM, incluindo práticas para solucionar estas dificuldades.

O GeoBIM abordado por Ellul et al. (2018), também chamado de integração BIM e GIS, que alguns autores (ALMEIDA; ANDRADE, 2018; CHENAUX et al., 2019; MELO et al., 2019) afirmaram ser o predecessor do CIM, foi apontado em revisões como uma poderosa ferramenta em aplicações de planejamento urbano, e também reforçaram a existência de uma eminente lacuna neste campo (MA et al., 2020; SANTOS; COSTA; GRILO, 2017). Desta forma, destaca-se este importante tópico de pesquisa para o estabelecimento do CIM.

A dificuldade da disponibilidade de dados apontada por Ellul et al. (2018), foi discutida por Thompson et al. (2016) indicando que caberá aos envolvidos no CIM e no planejamento urbano provar que a divulgação de dados abertos de qualidade é uma atividade que vale a pena.

Ungureanu (2019) refletiu que coletar e disponibilizar dados pode ajudar a fortalecer o vínculo entre os cidadãos e a administração local, visto que demonstrando o significado dos dados aos cidadãos, provoca-se o engajamento na gestão urbana, através de discussões dos problemas da cidade e compreende-se como as ações de planejamento moldam a localidade. Alguns autores utilizaram dados abertos para a realização de suas pesquisas, e demonstraram as potencialidades do seu uso e os problemas enfrentados como, por exemplo, a qualidade dos dados, ausência e falhas (AGUGIARO, 2016; AGUGIARO; ROBINEAU; RODRIGUES, 2017; MASSON et al., 2020; WENDEL et al., 2017). Por conseguinte, esta lacuna se torna importante para investigar e demonstrar os requisitos, os padrões, a disponibilidade e a qualidade necessária para os dados do CIM.

Atrelado ao assunto de dados abertos, cabe a discussão sobre privacidade de dados, como feito no estudo de Petrova-Antonova e Ilieva (2019), revelando que a privacidade e a segurança são preocupações importantes e de difícil compreensão das limitações e permissões de uso. Filippovska, Wichmann e Kada (2016) relataram que este tema tem recebido maior atenção nos últimos anos, resultando na Lei de Proteção à Privacidade de Localização nos EUA e em diversas diretrizes da União Europeia. Ford et al. (2013) expõem em sua pesquisa que a interação dos cidadãos com aplicações de cidades inteligentes possibilita a construção de modelos detalhados do comportamento destas pessoas. Portanto, é necessária uma política de dados rigorosa que determine como os dados serão armazenados e compartilhados para diferentes usos.

Outra lacuna evidenciada nesta revisão, é a ausência de pesquisas que interliguem o objeto de estudo a área da saúde, e que revelem as implicações e potencialidades do uso de tecnologias de gestão e planejamento urbano para proveito do sistema saúde. Esta necessidade foi ainda mais evidenciada no decorrer da pandemia de Coronavírus.

Dentre as tecnologias discutidas por Madurai Elavarasan e Pugazhendhi (2020) e Rosenkrantz et al. (2020) no contexto da pandemia de Coronavírus, a aplicação Private Kit: Safe Paths, desenvolvida pela equipe do *MIT Media Lab*, teve destaque por sua função de rastreamento de pessoas voluntárias, para verificar se houve contato com alguém infectado pelos vírus. Este aplicativo armazena os dados de localização GPS de usuários a cada 5 minutos por até 28 dias. Caso o usuário teste positivo para o vírus, ele pode compartilhar com o aplicativo que alertará aqueles que podem ter sido colocados em risco de infecção, através da comparação do caminho dos indivíduos infectados com as localizações recentes dos usuários.

Inserir dados da pandemia em modelo urbano pode ajudar a prever novos moldes para mudanças de longo prazo no planejamento e na estrutura das cidades. Ahsan (2020) concluiu

que a tomada de decisão centralizada e a gestão local ativa podem tornar bem-sucedido o combate a uma pandemia. Conforme evidenciado, mudanças ocorridas no ambiente construído tiveram um papel fundamental no controle de epidemias no passado (AHSAN, 2020; VON SEIDLEIN et al., 2021). Em vista disso, foram indicados itinerários de pesquisas que destaquem a serventia do CIM para benefício da saúde pública.

### CAPÍTULO 3. ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

A análise bibliométrica é uma técnica para captação do conhecimento sobre produções científicas e tem como objetivo de avaliar de forma quantitativa a literatura científica (WILMERS; CAVALCA; FERNANDES, 2017; ZUPIC; CATER, 2015). Tal técnica torna possível analisar as produções científicas a partir de informações sobre a evolução do campo de pesquisa de determinada temática, com a investigação das áreas de pesquisa, países, autores, colaborações entre pesquisadores, periódicos relevantes e o desenvolvimento do tema ao longo do tempo (MARICATO, 2010). Tendo isso em vista, foram realizadas as análises bibliométricas, utilizando os documentos selecionados na revisão sistemática da literatura, extraído das bases de dados consultadas os títulos, palavras-chave, autores, filiações, ano de publicação, áreas de pesquisa, fonte e referências. As quatro técnicas bibliométricas aplicadas neste estudo foram:

- Análise temporal: visa identificar a evolução do campo de pesquisa em diferentes períodos e suas tendências;
- Análise de coocorrência de palavras-chave: demonstra o desenvolvimento dos tópicos ao longo do tempo;
- Investigação das áreas de pesquisa: tem potencial para guiar futuras pesquisas, auxiliando nas buscas e futuras publicações;
- Análise de coautoria entre países: aponta regiões mais avançadas no tema, o que supõe um maior investimento na área.

Essas técnicas foram recomendadas por estudos anteriores de natureza semelhante (COBO et al., 2011; OLAWUMI; CHAN; WONG, 2017; ZHAO, 2017). Estas análises auxiliam a estimar tendências e lacunas de pesquisa sobre o tema (ZHAO, 2017). Para a apresentação dos resultados, foi utilizado o *software VOSviewer*, projetado especificamente para a construção e visualização de mapas bibliométricos (COBO et al., 2011). Este *software* possibilita a visualização em *clusters*, agrupamento que pressupõe que o grupo possui um enfoque semelhante de pesquisa (VAN ECK; WALTMAN, 2010).

#### 3.1 Análise temporal

Analisando a bibliometria dos artigos selecionados na revisão sistemática, realizou-se a análise temporal dos artigos selecionados, conforme se observa na Figura 3, a tendência de

crescimento no número de publicações somente pôde ser notada a partir de 2015, valendo destacar o comportamento deste, até então, exponencial. Portanto, espera-se que as produções científicas nessa área continuem em ascensão, a exemplo do ocorrido entre 2018 e 2020. Vale destacar que o ano de 2021 encontra-se ainda incompleto devido ao mês de ocorrência das pesquisas.

**Figura 3.** Número de publicações por ano resultantes da revisão sistemática.



**Fonte:** Elaborado pela autora.

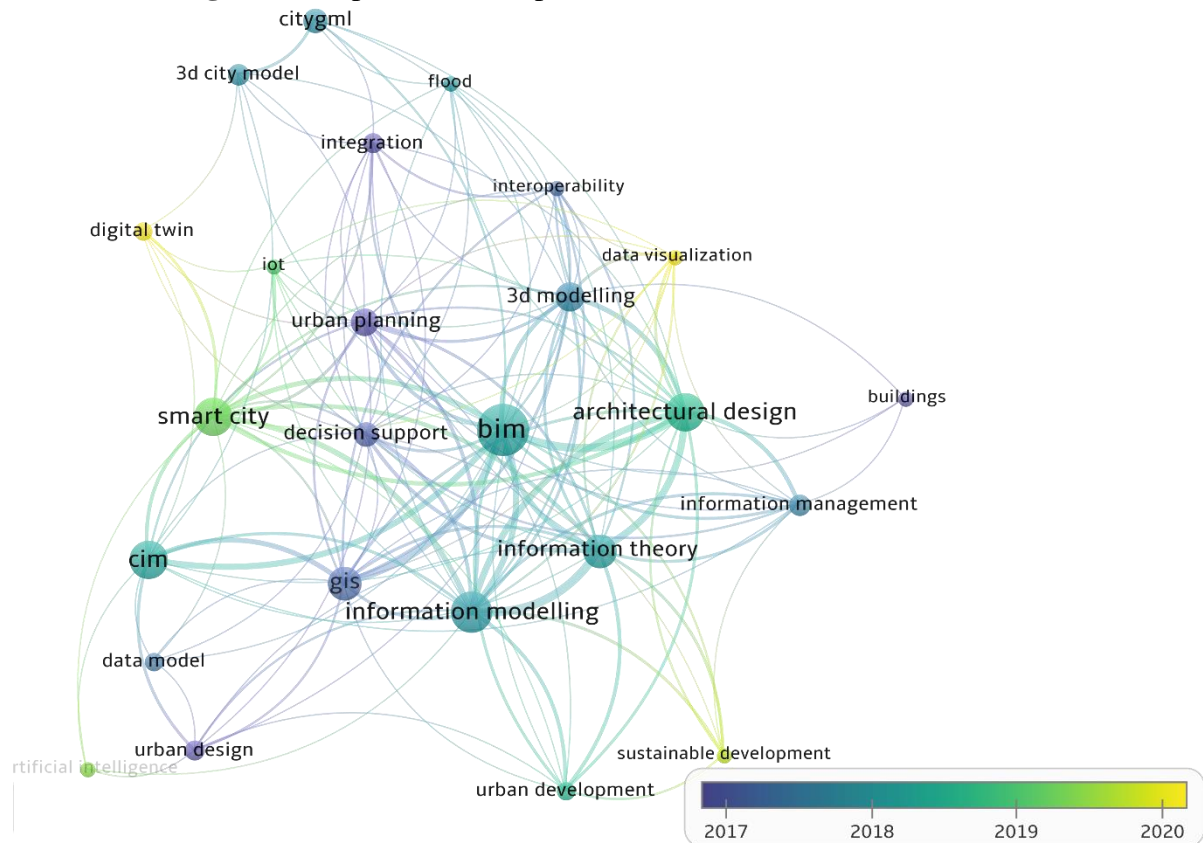
Nota-se uma lacuna de publicações no ano de 2012, seguido de uma alta em 2013, enquanto que um crescimento contínuo se deu a partir de 2015, que pode ser associado à utilização de tecnologias emergentes como *Machine Learning*, IoT e TICs que são ferramentas potenciais para o estabelecimento do CIM. Em 2015 também ocorreu a conferência da ONU que estabeleceu a Agenda 2030, um plano de ações que devem ser realizadas para o desenvolvimento sustentável do planeta, que causou um forte impacto também em discussões sobre cidades inteligentes.

### 3.2 Análise de coocorrência de palavras-chave

Ao caracterizar os estudos urbanos através da bibliometria, Kamalski e Kirby (2012) observaram que o campo ainda é emergente, se movendo de um enfoque disciplinar para multidisciplinar, isto é plenamente condizente ao que preconiza o CIM. Análogo ao realizado por Kamalski e Kirby (2012), analisamos as palavras-chave dos 80 estudos selecionados na

revisão sistemática, resultando em um total de 381 palavras-chave, foram consideradas as citadas mais de três vezes, derivando a rede mostrada na Figura 4.

**Figura 4.** Mapeamento das palavras-chave obtidas nos documentos.



**Fonte:** Elaborado pela autora.

O tamanho do círculo, representado na Figura 4, refere-se ao número de ocorrências desta palavra, do mesmo modo que, a espessura da linha representa a quantidade de vezes que os termos se encontram citados em um mesmo artigo, e a escala de cores refere-se a predominância do ano das publicações que utilizaram determinada palavra-chave.

Ao analisar a imagem, é possível conceber uma linha do tempo destas publicações com a predominância em 2017 de estudos relativos à integração, interoperabilidade, apoio à decisão, GIS e desenho urbano, na cor roxa. Prosseguindo para estudos sobre modelagem 3D, CIM, BIM e modelagem de informação, em 2018 na cor azul. Avançando para 2019 na cor verde, com pesquisas sobre projeto arquitetônico, desenvolvimento urbano, cidades inteligentes, IoT e inteligência artificial. Após, direcionando-se rumo a pesquisas de CIM, BIM, integração e modelagem 3D na cor verde. Por último, na cor amarela, pesquisas relacionadas ao desenvolvimento sustentável, visualização de dados e gêmeo digital.

As palavras-chave mais frequentes foram “BIM”, “projeto arquitetônico”, “cidades

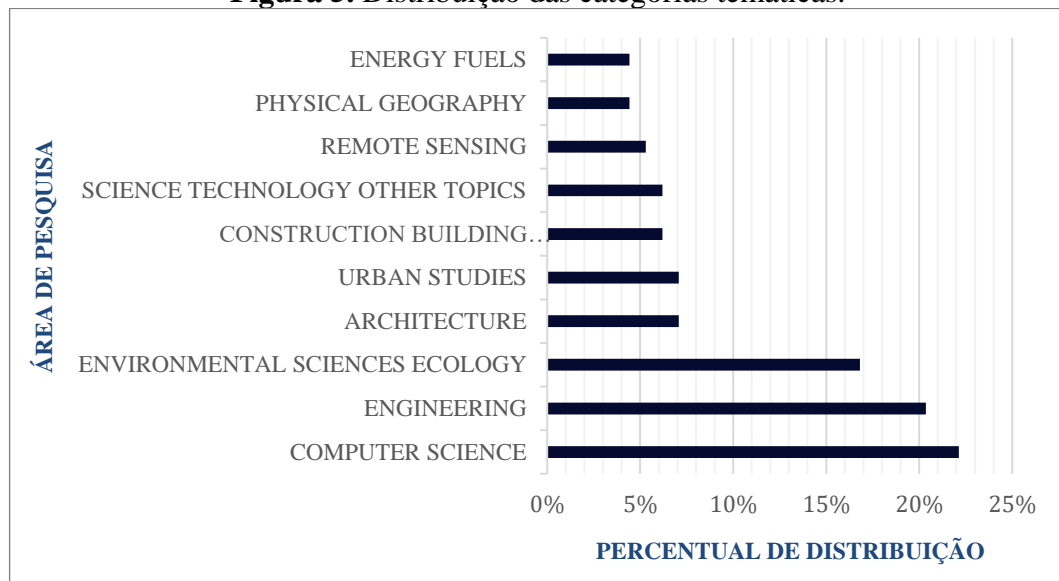


inteligentes” e “CIM”, demonstrando o que foi discutido no tópico de Conceituação do CIM.

### 3.3 Investigação das áreas de pesquisa

Os 80 artigos selecionados na revisão sistemática de literatura enquadraram-se em uma ou mais categorias temáticas de pesquisa que foram especificadas nas bases de dados, apresentadas na Figura 5.

**Figura 5.** Distribuição das categorias temáticas.



**Fonte:** Elaborado pela autora.

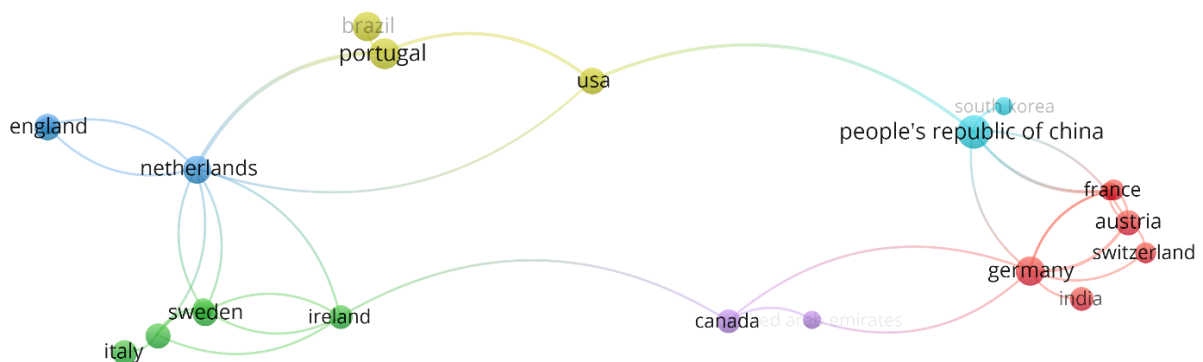
Primeiramente, esta análise revela a natureza multidisciplinar dos estudos selecionados reafirmando o que foi apontado por Kamalski e Kirby (2012). Nota-se que a maioria dos estudos se enquadraram nas áreas de Ciências da computação e Engenharia, pois o tema está intimamente relacionado ao uso de tecnologias. A categoria de estudos urbanos está em quinto lugar de classificação, apesar da seleção realizada ter focado em trabalhos que abrangessem a cidade como objeto de pesquisa.

Esta análise demonstrou o aumento da prioridade das questões ambientais na pesquisa, revelando tópicos como ecologia e ciências ambientais, combustíveis e energia, corroborando com Wang et al. (2012) que indica, também, esta crescente em estudos urbanos.

### 3.4 Análise de coautoria entre países

Kanai (2018), em seu estudo bibliométrico sobre pesquisas urbanas, observou uma maior concentração de estudos em cidades desenvolvidas e apontou escassez de publicações no continente africano e na América Latina e um crescimento de publicações no continente asiático, confirmando o que foi demonstrado na Figura 6, que apresenta a rede de coautoria entre países dos estudos selecionados.

**Figura 6.** Rede de coautoria de publicações entres países.



**Fonte:** Elaborado pela autora.

No mapa de coautoria entre países, o tamanho dos círculos corresponde ao número de documentos publicados, e a espessura da linha se altera conforme o número de publicações em coautoria. Foi demonstrado que a China possui o maior número de publicações dentre os estudos selecionados, seguido de Portugal, Alemanha, Brasil e Países Baixos. Por outro lado, o Brasil é o único país da América Latina com produções nesta temática e constitui parcerias apenas com Portugal. Wang et al. (2012) evidenciam em seu artigo que a produção acadêmica está intrinsecamente relacionada ao desenvolvimento econômico e ao investimento em pesquisas no país, validando o que foi apontado por Kanai (2018) e por este mapa bibliométrico.

Foi possível verificar também os países com maior número de colaborações internacionais, os Países Baixos e a Alemanha apresentaram mais parcerias de pesquisa com outros países, verificado pelas linhas de conexão. Apesar de indicativos que revelam que colaborações internacionais em artigos influenciam positivamente na quantidade de citação dos estudos, o mapa evidencia esse limitado intercâmbio intelectual entre pesquisadores de diferentes países (WANG et al., 2012). E ilustra uma tendência a seguir trajetórias de pesquisa isoladamente, resultando em objetos de conhecimento, divididas por linhas de pesquisa que não convergem (MORA; BOLICI; DEAKIN, 2017).

As fundamentais conclusões que puderam ser constatadas neste capítulo foram as principais temáticas que poderiam beneficiar o CIM. Ficou evidente um significativo entrelaçamento do CIM com BIM, GIS e cidades inteligentes. Além disso, esta etapa permitiu a verificação de uma forte tendência em pesquisas com foco em cidades inteligentes, desenvolvimento sustentável e visualização de dados, bem como as análises permitiram constatar a perspectiva multidisciplinar do CIM. Verificou-se também um forte direcionamento para priorização e desenvolvimento de questões ambientais nas pesquisas sobre a plataforma CIM.

Estas análises, demonstraram uma tendência de crescimento de pesquisas sobre o CIM ao longo do tempo, evoluindo de maneira exponencial a partir do ano de 2015, e conforme se verifica na Figura 3, o número de publicações representadas no ano de 2021, refere-se apenas ao primeiro semestre do ano realizando a projeção para o segundo semestre, o gráfico demonstra que a tendência exponencial de crescimento avança.

Ademais, a rede de coautoria entre países apresentou maior concentração no continente europeu e asiático, e em conjunto com a análise dos países com publicações de estudos de caso do CIM, confirmou que a produção de pesquisas sobre o CIM, atualmente, está associada também ao desenvolvimento econômico e investimento em pesquisas do país ou região.

Pode-se concluir, portanto, que as aplicações futuras sobre o CIM tendem a se desenvolver primeiro em países mais desenvolvidos economicamente, e com forte atuação nas questões ambientais. E ainda, espera-se uma intensificação da quantidade de pesquisas relacionadas ao CIM, em razão dos desenvolvimentos tecnológicos atuais. Além disso, de acordo com a ONU, espera-se um crescimento ainda maior das populações que vivem em regiões urbanas, e essa população que migra para as cidades, amplificam a complexidade e as demandas urbanas. Com isto em vista, o CIM tende a se tornar ainda mais necessário para orientar as cidades durante esta expansão.

## CAPÍTULO 4. NÍVEIS DE MATURIDADE DO CIM

Este capítulo tem como objetivo apresentar a proposição de níveis de maturidade de uma aplicação CIM e para isto foram utilizadas como referência as informações resultantes do processo de revisão sistemática da literatura. Os resultados dos capítulos anteriores nos mostram os principais requisitos que uma plataforma CIM deverá corresponder. A ideia proposta sugere que as cidades busquem o aperfeiçoamento e atualizações a novas tecnologias de forma contínua e, com isto, sejam implementadas melhorias nos sistemas existentes.

A delimitação de níveis de maturidade teve o objetivo de classificar os diferentes exemplos práticos, além de investigar as características pertinentes a cada nível. Estas características auxiliaram no desenvolvimento das diretrizes de implementação, além disso, estabeleceram o que deve ser alcançado para se atingir um determinado nível de maturidade.

Outros autores, como Meijer e Bolívar (2016); EUBIM TaskGroup (2017) e COBIT® (2018), já haviam buscado o estabelecimento de níveis de implementação. Meijer e Bolívar (2016) através de uma revisão de literatura, foram descritos níveis de transformação de governo em cidades inteligentes. EUBIM TaskGroup (2017) definiu níveis de implementação do BIM para definir metas e demonstrar que o processo de adoção será progressivo ao longo do tempo. E COBIT® (2018) estabeleceu níveis de maturidade como uma medida de desempenho para um conjunto de objetivos de governança e gestão dentro de uma instituição. Estes níveis disponíveis na literatura buscaram verificar medidas em apenas uma área de foco.

O uso de TICs tornou-se intenso e diversas iniciativas de cidades inteligentes se espalharam rapidamente pelo o mundo. Mediante isto, estudos buscaram verificar se uso das TICs era capaz de auxiliar nos desafios atuais das cidades, e esta capacidade foi comprovada (MEIJER; BOLÍVAR, 2016). Segundo Walravens (2012), a tomada de decisão pública pode se tornar inovadora com o uso de TICs. Hernández-Muñoz et al. (2011), revelaram que as cidades mais inteligentes são as que utilizam de forma intensiva TICs em sua governança. No entanto, sabe-se que somente aplicar o uso das TICs à governança urbana não as tornam cidades inteligentes (ANGELIDOU, 2017).

As cidades verdadeiramente mais inteligentes, empregam o uso de TICs de forma ostensiva, porém ordenada, ou seja, a partir de planejamentos estratégicos sistemáticos (ANGELIDOU, 2017; KOMNINOS et al., 2016; SCHAFFERS; RATTI; KOMNINOS, 2012). Pois, o uso destas tecnologias, oferece uma oportunidade inédita de pensar e restabelecer a governança, tornando-a mais transparente, responsiva e participativa (ANGELIDOU, 2017; TOWNSEND, 2013). Mas para se efetivar esta oportunidade, é necessário realizar uma

transformação institucional no governo, que não se restringe a uma implementação de tecnologias (MEIJER; BOLÍVAR, 2016).

Estas transformações institucionais foram definidas conceitualmente por Meijer e Bolívar (2016), semelhante ao proposto neste capítulo, que definiram quatro níveis conceituais de governança de cidades inteligentes:

Nível 1 - governo de uma cidade inteligente: revela não haver transformações nos processos e estruturas governamentais, a governança dedica-se a fazer escolhas eficazes e de maneira inteligente.

Nível 2 - tomada de decisão inteligente: emprega novos processos para a tomada de decisão e implementação, apresentando um baixo nível de transformação, pois não há reestruturação da organização, mas sim do processo empregue na tomada de decisão.

Nível 3 - administração inteligente: nível em que se apresenta uma reestruturação da organização governamental para atender de forma inovadora aos novos requisitos desta política.

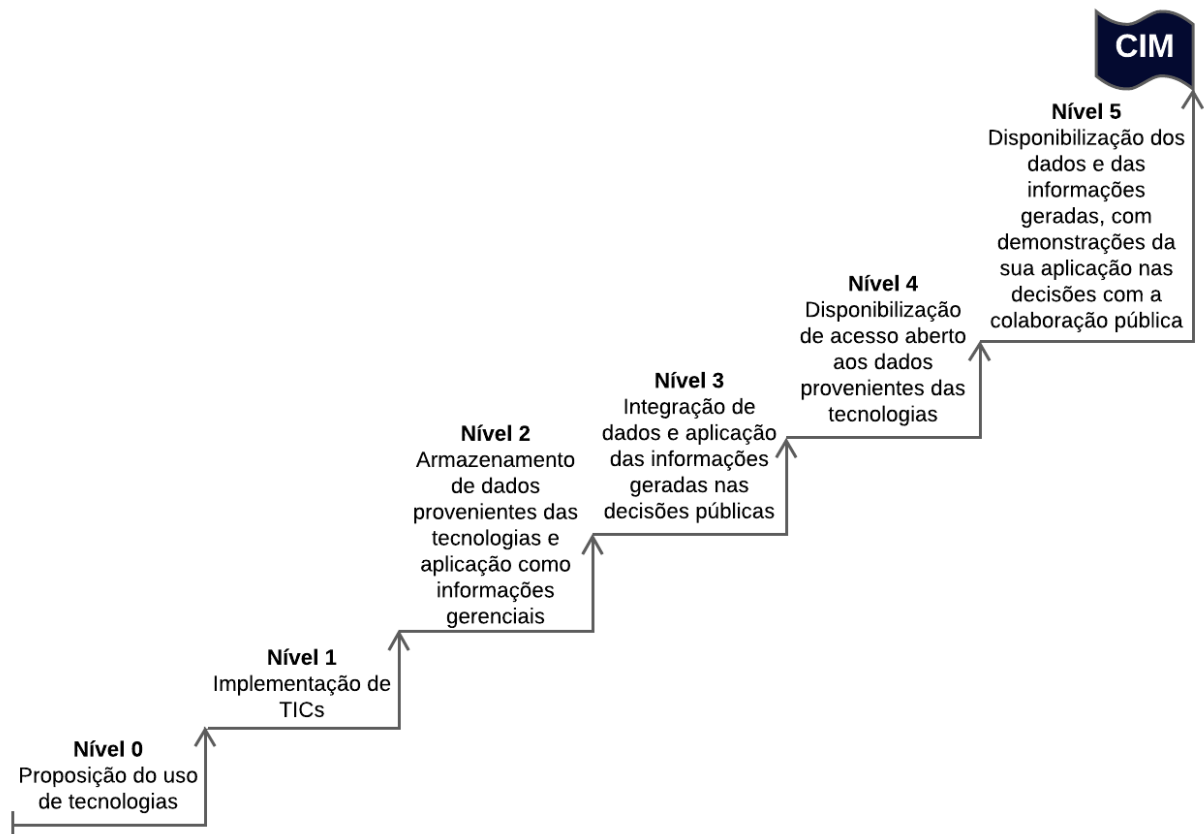
Nível 4 - colaboração urbana inteligente: o mais alto nível se apresenta como uma transformação não só da organização governamental, mas também da população da cidade, tornando as operações e serviços efetivamente centrados no cidadão.

O modelo aqui proposto tem o objetivo de medir os níveis de implementação de CIM em cidades consolidadas, por isso seus objetivos e etapas diferem de outras escalas de implementação aqui citadas, tomando-as como base para o desenvolvimento de um referencial específico para a finalidade proposta nesta pesquisa. O seu objetivo é construir uma plataforma que irá abranger diversos outros sistemas existentes em uma cidade. Esta plataforma auxiliará em decisões que envolvem múltiplos atores, podendo ser utilizada de modo preditivo para embasar decisões governamentais. Tudo isto, torna o CIM muito mais complexo, pois envolve inúmeras tecnologias e difere das experiências da literatura que lidam com apenas um objeto de interesse. Desta forma, neste estudo, foram propostos cinco níveis de implementação do CIM, apresentados na Figura 7.

#### **Nível 0 – Proposição do uso de tecnologias:**

Este nível representa um início que foi dado pela governança pública, revela que o uso de tecnologias está sendo proposto. Isto inclui tecnologias para a digitalização de serviços, aplicativos para fornecer informações, e meios de comunicação entre os cidadãos e representantes do governo. Portanto, define-se como uma cidade em estágio inicial de implementações tecnológicas.

**Figura 7.** Níveis de implementação do CIM.



**Fonte:** Elaborado pela autora.

### **Nível 1 – Implementação de TICs:**

Neste estágio de implementação as cidades possuem algumas tecnologias implementadas, sejam elas sensores, aplicativos, portais de serviços web. Neste estágio as tecnologias podem estar sendo usadas para digitalizar serviços, e demonstram a diminuição do uso de papel e na demanda de atendimento presencial. Consta-se que neste nível não há um empenho da governança para a integração entre as tecnologias em uso, isto pode ser notado pelas aplicações geradas em plataformas distintas. O resultado disso são muitos dados inconclusos, que não revelam informações para tomada de decisão.

### **Nível 2 – Armazenamento de dados provenientes das tecnologias e aplicação como informações gerenciais:**

Neste nível, os dados provenientes do uso das tecnologias encontram-se integrados e, normalmente, são armazenados em *data centers* ou nuvens. Para a implantação de um *data center* é demandada uma ampla infraestrutura de instalação, como ar condicionado, internet, sistemas de segurança, e ainda ocupa um grande espaço físico. As nuvens de armazenamento

podem ser de três tipos de organização: a nuvem pública, nuvem privada e híbrida. A nuvem pública costuma ser mais barata, com contratação rápida e com fácil ampliação da capacidade, é oferecida por meio de uma empresa proprietária da infraestrutura. A nuvem privada é criada para atender a capacidade de uma única organização, possui maior nível de segurança, mas necessita de alto investimento. E a nuvem híbrida, é uma junção das outras duas opções, é indicado que dados críticos sejam armazenados na própria infraestrutura e disponha da opção pública para outras informações menos sensíveis. As nuvens e os *data centers* são destinados para o fornecimento de infraestrutura, serviços, armazenamento de dados, *software* e plataformas. Uma questão essencial no planejamento de implantações tecnológicas é o dimensionamento da capacidade de armazenamento e a previsão de crescimento do volume de dados gerados.

Ao alcançar este nível, a cidade possui informações como o volume de demanda de cada serviço e o tempo de resposta dos serviços digitais. De posse destas informações, podem ser gerados relatórios gerenciais (de forma analógica ou automática) de produtividade dos setores e demanda de busca por cada serviço. No entanto, estas informações também são possíveis por meios analógicos. As informações geradas neste nível possuem baixa estruturação, tarefa simples que não necessitam de extremo empenho, e poderiam ser geradas a partir de meios analógicos, sem o uso de tecnologias.

Os diversos setores da organização pública coletam dados diariamente para diferentes fins, mas na maioria das vezes são reconhecidos como documentos e não como dados ou informações. E este recurso de gerar informações a partir de dados, ou documentos, é uma tarefa complexa, porém é também um meio valioso de se produzir informações fundamentadas. Para se gerar informações é necessário um conjunto de dados, que podem ser considerados como diamantes brutos e neste estado não possuem a capacidade de informar. Para produzirem informações, estes dados necessitarão de tratamentos e análises de forma a consolidar informações. Para se executar esta complexa tarefa, é necessária uma rigorosa sistematização, e assim gerar benefícios efetivos à organização pública e aos cidadãos (YLIPULLI; LUUSUA, 2020).

### **Nível 3 – Integração de dados e aplicação das informações geradas nas decisões públicas:**

As cidades que atingem este nível, efetivam um grande potencial das TICs, agindo com informações baseadas em dados. Pois, para gerar informações de relevância, é necessário percorrer um caminho passando pela transformação de dados em informações, e de informações transformadas em conhecimento efetivo. Para se tornar conhecimento efetivo, é necessário que

sejam cruzadas informações de contextos definidos, passando por análises e processamentos por profissionais das áreas que se relacionam a determinado contexto.

Aqui, as cidades conseguem interconectar dados e integrar informações, processos, instituições e infraestrutura física para fornecer aos cidadãos decisões baseadas nestas análises conjuntas (GIL-GARCIA; PARDO; NAM, 2015). Neste ponto, algumas tecnologias podem ser utilizadas como, por exemplo, *Big Data Management*, *Big Data Analytics*, IoT, AI, *Machine Learning*. Estas tecnologias servirão para realizar a filtragem dos dados inservíveis, classificar a qualidade, demonstrar padrões, tendências e processar análises. Estas informações extraídas irão passar por equipes multiprofissionais para tornar-se conhecimento efetivo. É este conhecimento efetivo que permitirá suportar e embasar decisões públicas. As tecnologias mencionadas são utilizadas para fortalecer a racionalidade do governo, com o uso de informações completas e prontamente disponíveis, o processo de análise e tomada de decisão é facilitado (GIL-GARCIA; PARDO; NAM, 2015).

#### **Nível 4 – Disponibilização de acesso aberto aos dados provenientes das tecnologias:**

No nível 4, as cidades já teriam avançado pelos demais níveis e efetivado práticas que possibilitem o acesso e disponibilização de informações e dados públicos a qualquer interessado. Esta disponibilização refere-se à efetivação da transparência governamental, um dos pilares da democracia que se concretiza por meio do acesso do cidadão as informações governamentais. Os conceitos referentes a esta disponibilização de informações são o Governo Aberto e Dados Abertos, estas iniciativas possibilitam o apoio à pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias utilizando dados reais.

#### **Nível 5 – Disponibilização dos dados e das informações geradas, com demonstrações da sua aplicação nas decisões com a colaboração pública:**

Neste ponto, as cidades possuem uma extensa gama de tecnologias em utilização, realiza a integração delas e dos dados provenientes, fornece informações baseadas nestes dados integrados e efetivam a participação cidadã por meio de demonstrações a todos os públicos do embasamento gerado pelos dados para decisões de políticas públicas. Cabe aqui destacar que as informações disponibilizadas no nível anterior se referem a dados brutos, ou seja, não transmitem informações ao público leigo. As informações que devem ser transmitidas aos cidadãos são as análises geradas, demonstrando as opções de modificações e o porquê de uma destas opções serem mais benéficas à cidade. Com estas informações transmitidas será promovida a compreensão, inclusive do público leigo, do processo de elaboração e condução



de decisões públicas. Esta compreensão pelos cidadãos propiciará também as fiscalizações dos serviços oferecidos e das ações governamentais, o que promove um maior engajamento da população nas decisões da cidade (CURETON; DUNN, 2021; UNGUREANU, 2019).

A plataforma CIM intenta propiciar estas demonstrações, por meio da integração das infraestruturas existentes na cidade às informações obtidas por meio de dispositivos tecnológicos e proporcionando um trabalho colaborativo de diversos setores (DENG; ZHANG; SHEN, 2021). Estas informações são denominadas informações semânticas, que são as características dos componentes, modo de uso, e materiais. Estas informações semânticas serão associadas a objetos ou infraestruturas da cidade. Com isto, o CIM irá fornecer simulações e análises sobre as mudanças ocorridas em tempo real (DENG; ZHANG; SHEN, 2021; UNGUREANU, 2019). O CIM deverá ser uma plataforma com dados abertos, acessível e interativa que possibilite o acesso múltiplo (ALMEIDA; ANDRADE, 2018; BEIRÃO, 2014). A partir do uso do CIM será possível acompanhar os padrões atuais de uso e comportamento da cidade, elaborar previsões de cenários e eventos futuros, auxiliando e demonstrando a tomada de decisão por meio de pré-planos (DENG; ZHANG; SHEN, 2021; PONNAPALLI; ASADI; SIVAKUMAR BABU, 2019). A plataforma CIM irá integrar dados básicos das cidades, informações sobre os padrões de uso da cidade e dados coletados pelos sistemas e sensores, utilizando tecnologias IoT, AI e algoritmos de otimização de operações (DENG; ZHANG; SHEN, 2021).

Estes níveis, tiveram o propósito de possibilitar a mensuração do estado de implementação e auxiliar no estabelecimento de metas para desenvolver competências alinhadas à progressão em direção ao CIM. Tendo isto em vista, foram investigados a fundo os estudos de caso selecionados na revisão sistemática da literatura, a fim de identificar seu nível de implementação de acordo com a escala proposta, conforme apresentado no Quadro 4.

**Quadro 4.** Aplicação dos níveis de maturidade do CIM a estudos de caso identificados na revisão sistemática de literatura.

Autor (ano)	Níveis de maturidade do CIM	Caracterização	Justificativa
(TAO; QIAN, 2015)	Nível 2 – Armazenam dados provenientes das tecnologias e os aplica como informações gerenciais	O artigo realizou uma análise em <i>software</i> BIM para avaliar a melhor disposição para torres de edifícios. As análises realizadas permitiram um layout otimizado, levando em conta a luz solar e sombras, a iluminação e ventilação naturais e o consumo de energia para aquecimento ou resfriamento. Para estas análises, foi necessário incluir informações sobre o clima e a incidência solar da cidade.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• não propõe disponibilização do modelo;</li> <li>• não propõe o uso para proveito da organização pública.</li> </ul>
(FILIP POVS KA; WICH MANN ; KADA , 2016)	Nível 2 – Armazenam dados provenientes das tecnologias e os aplica como informações gerenciais	O estudo aplica uma técnica para preservar a privacidade de áreas residenciais em modelos tridimensionais urbanos. Foram decompostas zonas de privacidade em um mapa 2D e a partir deste, exemplificou um método para gerar modelos 3D de cidades com privacidade.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entende-se que a proposta de preservar a privacidade é intrínseco à disponibilização do modelo;</li> <li>• não propõe o uso para proveito da organização pública;</li> <li>• não inclui informações semânticas ao modelo.</li> </ul>
(HOW ELL et al., 2016)	Nível 2 – Armazenam dados provenientes das tecnologias e os aplica como informações gerenciais	O estudo apresenta uma plataforma para integração de dados com informações semânticas para um modelo de informações da cidade que proporcione suporte a decisões urbanas relacionadas ao fornecimento de energia elétrica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• propõe o uso para proveito da organização pública;</li> <li>• inclui informações semânticas no modelo;</li> <li>• não relata a disponibilização de dados.</li> </ul>
(ARGE NZIAN O; AVEL LA; ALBA NESE, 2018)	Nível 2 – Armazenam dados provenientes das tecnologias e os aplica como informações gerenciais	Uma região histórica da cidade foi reconstruída em um modelo tridimensional, com informações dos materiais constituintes do pavimento e das edificações. Estas informações relativas a radiação ionizante referentes aos materiais constituintes eram medidas <i>in loco</i> . Os resultados gerados foram apresentados por meio de figuras, onde a escala de cores representa o nível de exposição a radiação no local.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• propõe o uso para conservação do patrimônio histórico;</li> <li>• utiliza o modelo para investigações sobre danos a saúde pela exposição a radiação ionizante;</li> <li>• utiliza informações semânticas associada ao modelo;</li> <li>• não relata a disponibilização dos dados e do modelo.</li> </ul>

Autor (ano)	Níveis de maturidade do CIM	Caracterização	Justificativa
(LIMA ; FREIT AS; CARD OSO, 2019)	Nível 2 – Armazenam dados provenientes das tecnologias e os aplica como informações gerenciais	Os autores utilizaram um levantamento aerofotogramétrico para verificação dos indicadores de densidade de assentamentos informais. Este levantamento foi comparado com os parâmetros definidos pelo plano diretor do município. Esta verificação demonstrou que mais da metade dos lotes destes assentamentos informais possuem área menor e taxa de ocupação maior do que o estabelecido pelo plano diretor, isto implica em um crescimento desordenado podendo levar a ocupação de áreas ambientalmente frágeis e a redução da permeabilidade do solo, aumentando o risco de inundações.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•propõe o uso para a verificação dos planos definidos pela gestão urbana;</li> <li>•não relata a disponibilização dos dados e do modelo;</li> <li>•não inclui informações semânticas ao modelo.</li> </ul>
(YOSI NO; FERRE IRA, 2021)	Nível 3 - Integra os dados e aplica as informações geradas para tomada decisões	Um modelo CIM foi desenvolvido a partir da integração de BIM e GIS para realizar análises de rotas de coleta de resíduos, que pudessem permitir um melhor aproveitamento dos coletores, e para a verificação da influência de um edifício na produção e na coleta de resíduos sólidos domiciliares. As informações semânticas inseridas no modelo foram número de andares, número habitantes, tipos de uso e taxa de produção de resíduos sólidos urbanos, estas informações serviram como parâmetros para estipular o volume de resíduos produzidos. O modelo serviu como uma ferramenta para o planejamento urbano e apresenta o potencial de ser utilizado também para outros subsistemas urbanos, como energia, esgoto e drenagem.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•integra dados geométricos a informações semânticas no modelo;</li> <li>•propõe a utilização para gestão e tomada de decisão na cidade;</li> <li>•propõe a integração de dados BIM e GIS;</li> <li>•não relata a disponibilização dos dados e do modelo.</li> </ul>

Autor (ano)	Níveis de maturidade do CIM	Caracterização	Justificativa
(RUA; FALC ÃO; ROXO, 2013)	Nível 3 - Integra os dados e aplica as informações geradas para tomada decisões	O estudo propõe a integração de dados em um único modelo com informações semânticas associadas aos objetos da cidade. A partir dessa integração são realizadas análises para responder perguntas relacionadas ao planejamento de rotas para fins turísticos e atividades culturais. Os resultados das análises foram apresentadas por meio de figuras respondendo as perguntas do estudo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• não propõe disponibilização do modelo;</li> <li>• não relata a disponibilização de dados;</li> <li>• inclui GIS e BIM ao modelo;</li> <li>• as informações semânticas são relacionadas a aspectos construtivos, por exemplo, fachada de azulejos e fachadas espelhadas.</li> </ul>
(XIE; ZENG; DU, 2014)	Nível 3 - Integra os dados e aplica as informações geradas para tomada decisões	Neste estudo, foi desenvolvido um modelo tridimensional de dutos de drenagem urbana. Foram integradas informações sobre os dutos (diâmetro, coeficiente de atrito, acessórios, etc) mapas da cidade, Modelo Digital de Elevação (DEM), clima, população, dados hidrológicos de sensores, área de captação e dados de infiltração de água superficial. Ofereceu suporte a decisões para o departamento de infraestrutura urbana. Foi capaz de realizar avaliação da capacidade da tubulação de drenagem, análise de risco de inundações e poços de inspeção com transbordamento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• propõe o uso apenas para um departamento da governança;</li> <li>• não propõe disponibilização do modelo;</li> <li>• não relata a disponibilização de dados;</li> <li>• inclui dados de sensores e informações semânticas ao modelo.</li> </ul>
(PADS ALA; COOR S, 2015)	Nível 3 - Integra os dados e aplica as informações geradas para tomada decisões	Foi produzido um modelo tridimensional da cidade integrando informações sobre as construções (ano de construção, tipos de uso, características dos materiais, etc) com o perfil do terreno, árvores, corpos d'água e aspectos de incidência solar da cidade. Com isto, foi possível realizar simulações de energia como, por exemplo, a demanda de aquecimento dos edifícios e o potencial fotovoltaico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• é proposto a disponibilização do modelo para compartilhamento e visualização;</li> <li>• não relata a disponibilização de dados;</li> <li>• inclui informações semânticas relacionadas às construções existentes e incidência solar da cidade.</li> </ul>

Autor (ano)	Níveis de maturidade do CIM	Caracterização	Justificativa
(NOUVEL et al., 2017)	Nível 3 - Integra os dados e aplica as informações geradas para tomada decisões	O estudo buscou investigar a influência da qualidade dos dados para modelos tridimensionais semânticos de cidades na realização de análises de demanda de aquecimento urbano. Para esta análise foram integrados dados das edificações e dados meteorológicos locais, como temperatura e radiação. Revela que o modelo possibilita o planejamento de uma estratégia energética urbana que considere diferentes fontes de energia renováveis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•propõe o uso para proveito da organização pública;</li> <li>•inclui o uso de informações semânticas ao modelo.</li> </ul>
(DELVAL et al., 2018)	Nível 3 - Integra os dados e aplica as informações geradas para tomada decisões	Este artigo realizou um estudo piloto de CIM em um bairro para produzir uma simulação acústica. Para isso foi preciso enriquecer semanticamente o modelo criado com informações topográficas do local, o tráfego rodoviário e ferroviário, as construções do entorno, as características vegetais e barreiras acústicas. Desta forma, foi possível obter um mapa onde a escala de cores representa os níveis de ruído. De maneira análoga, o modelo permitiu realizar também análises de exposição solar, conforto térmico e de ventilação natural.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•aponta o potencial de uso como ferramenta de apoio, análise e decisão da governança urbana;</li> <li>• inclui o uso de informações semânticas ao modelo.</li> <li>•não relata a disponibilização dos dados e do modelo;</li> <li>•discute sobre o uso de padrões de dados abertos;</li> <li>•demonstra a integração de dados em <i>software</i> distintos.</li> </ul>
(VISHNU; SARAN, 2018)	Nível 3 - Integra os dados e aplica as informações geradas para tomada decisões	Neste estudo, foram mapeadas as redes de abastecimento de água, incluindo seus componentes aéreos, superficiais e subterrâneos. Para realizar as análises propostas, foi incluído ao modelo a topografia do local e dados da rede de transportes e redes de energia e esgoto. Com isto, foram realizadas três análises: o efeito dos reparos nas redes de serviços públicos e na redes de transportes; as áreas e a população afetadas por estes reparos; e a visualização do modelo tridimensional semântico para expansões futuras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•aponta o potencial de uso para gestão de desastres, gestão de infraestrutura e planejamento urbano</li> <li>• inclui o uso de informações semânticas ao modelo;</li> <li>•não relata a disponibilização dos dados e do modelo.</li> </ul>

Autor (ano)	Níveis de maturidade do CIM	Caracterização	Justificativa
(DEZE N-KEMP TER et al., 2021)	Nível 3 - Integra os dados e aplica as informações geradas para tomada decisões	O estudo teve como objetivo desenvolver um modelo para a gestão de um distrito histórico utilizando-se da modelagem tridimensional. Para o desenvolvimento proposto foram integrados dados do levantamento aéreo da cidade, levantamento histórico e cadastral nos arquivos físicos da cidade e modelagens BIM e GIS. Este estudo destacou ainda as dificuldades enfrentadas pelos autores para a integração das informações descritas acima.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•utiliza informações semânticas associadas ao modelo;</li> <li>•propõe a utilização para gestão e conservação de bairros de interesses históricos e culturais.</li> <li>•propõe a integração de dados BIM e GIS.</li> </ul>
(MEL O et al., 2019, 2020)	Nível 3 - Integra os dados e aplica as informações geradas para tomada decisões	A rede de esgoto de um município foi reconstruída em um modelo tridimensional, contemplou informações sobre infraestrutura superficial e subterrânea existente, bem como, suas características como o diâmetro, inclinação, material e comprimento. O modelo intenta fornecer informações para a tomada de decisões relacionadas à rede de esgoto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•não relata a disponibilização dos dados e do modelo;</li> <li>•propõe o uso para a gestão e tomada de decisão urbana;</li> <li>•utiliza informações semânticas associadas ao modelo.</li> </ul>
(PROV IDAKI S; ROGE RS; CHAP MAN, 2019)	Nível 3 - Integra os dados e aplica as informações geradas para tomada decisões	Foi gerado um modelo tridimensional que simulou um bairro urbano típico para possibilitar análises para a previsão de danos induzidos por túneis subterrâneos em edifícios adjacentes. O modelo integrou informações semânticas relacionadas ao perfil geológico do solo, além disso, foram produzidos mapas de suscetibilidade com os valores máximos e mínimos de recalque que o solo sofreria pela construção de túneis subterrâneos, prevendo assim os danos que as edificações do entorno poderiam sofrer. O modelo apresenta potencial para ajudar na tomada de decisão de rotas para construções subterrâneas, por exemplo, de linhas de metrô.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•utiliza dados com padrões abertos;</li> <li>•utiliza informações semânticas associadas ao modelo;</li> <li>•propõe o uso para auxiliar gestão e tomada de decisão urbana;</li> <li>•não relata a disponibilização dos dados e do modelo.</li> </ul>

Autor (ano)	Níveis de maturidade do CIM	Caracterização	Justificativa
(RON G et al., 2019a)	Nível 3 - Integra os dados e aplica as informações geradas para tomada decisões	O estudo desenvolveu modelos 2D e 3D para comparar o impacto da limitação dimensional em terrenos e das construções existentes; além disso, foi verificada a influência de diferentes resoluções de dados topográficos. O modelo contém características detalhadas da superfície do solo e dos edifícios existentes. Foi validado o modelo com simulação de um aumento de maré da cidade do estudo documentado na literatura. A comparação entre a abordagem 2D e 3D demonstra que o modelo 2D tem o potencial limitado quando são simulados terrenos com ruas estreitas e estruturas complexas. Em terrenos planos e sem estruturas complexas os dois modelos apresentam resultados muito similares.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• utiliza informações detalhadas da superfície do terreno e das construções existentes;</li> <li>• não relata a disponibilização dos dados e do modelo;</li> <li>• propõe o uso para análises de perigo de inundação urbana pela governança e equipes de resgate.</li> </ul>
(WAN G et al., 2019a)	Nível 3 - Integra os dados e aplica as informações geradas para tomada decisões	Uma plataforma tridimensional da cidade foi criada para melhorar o gerenciamento das infraestruturas subterrâneas, utilizando a integração de BIM e GIS. Foram incorporadas informações geométricas e semânticas de componentes individuais, informações espaciais sobre redes de serviços públicos e informações sobre o estado destes componentes, para que essas informações possam ser armazenadas, compartilhadas, utilizadas e atualizadas de maneira padronizada durante todo o ciclo de vida dessas infraestruturas subterrâneas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• o modelo é baseado em padrões de dados abertos;</li> <li>• propõe o uso compartilhado do modelo para diferentes departamentos do município;</li> <li>• utiliza informações semânticas associadas ao modelo;</li> <li>• propõe a utilização para avaliação e suporte à decisão.</li> </ul>

Autor (ano)	Níveis de maturidade do CIM	Caracterização	Justificativa
(BI et al., 2020)	Nível 3 - Integra os dados e aplica as informações geradas para tomada decisões	Um modelo CIM é construído utilizando informações semânticas sobre as construções, infraestruturas e dados geotécnicos, e ainda, conectado a IoT, possibilitando incluir informações em tempo real sobre as condições do tráfego da cidade. A partir do modelo é possível realizar a visualização tridimensional de toda a cidade, recuperar dados e informações rapidamente e auxiliar o planejamento e a gestão da cidade.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• não relata o uso de padrões de dados abertos;</li> <li>• utiliza informações semânticas associadas ao modelo;</li> <li>• propõe o uso compartilhado do modelo para diferentes departamentos do município;</li> <li>• propõe a utilização para avaliação e suporte à decisão.</li> </ul>
(LU et al., 2020)	Nível 3 - Integra os dados e aplica as informações geradas para tomada decisões	Um modelo CIM foi construído utilizando BIM e GIS, associado a informações semânticas dos edifícios e das condições climáticas. Foram realizadas simulações de terremoto, fogo e vento neste modelo. Com isto, foi possível verificar que a ocorrência de ventos e fogo não apresentaram muitos perigos com base nos parâmetros utilizados, somente o terremoto apresentou graves danos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• utiliza informações semânticas associadas ao modelo;</li> <li>• propõe a utilização para avaliação de riscos e suporte à decisão;</li> <li>• não relata o uso de padrões de dados abertos;</li> <li>• não relata a disponibilização dos dados e do modelo.</li> </ul>
(SABR I et al., 2019)	Nível 4 – Proporciona acesso aberto aos dados provenientes das tecnologias	Desenvolveu um modelo tridimensional da cidade integrando dados de diferentes formatos geoespaciais (por exemplo, IFC BIM, CityGML, vetor 2D e raster). Utilizou dados do mapeamento 3D do portal da Autoridade Territorial de Cingapura (SLA). Foram integradas informações semânticas como, por exemplo, informações de cadastro das construções existentes, paisagem, vegetação e regras de planejamento urbano. O modelo foi utilizado para simulações de cenários futuros de mobilidade e avaliação do impacto de inundação com diferentes configurações e ordenamento urbano.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• o modelo é baseado em padrões de dados abertos;</li> <li>• utilizou dados do portal de dados abertos de Cingapura;</li> <li>• indica o uso do modelo para avaliar impactos de mudanças do planejamento urbano na vida das pessoas;</li> <li>• não relata a disponibilização do modelo a todas as partes interessadas.</li> </ul>



Autor (ano)	Níveis de maturidade do CIM	Caracterização	Justificativa
(MAR ZOUK; OTHM AN, 2020)	Nível 4 – Proporciona acesso aberto aos dados provenientes das tecnologias	Foi desenvolvido um modelo para estimar os padrões futuros de consumo de água, esgoto e energia de uma cidade. Para isto foram integrados BIM e GIS com os regulamentos de uso do solo, informações dos tipos de uso dos edifícios existentes, datas das construções, e para terrenos vazios, foi projetado um modelo conceitual com os padrões máximos permitidos para o local. A estrutura proposta visa servir como ferramenta de apoio à decisão para garantir um desenvolvimento urbano sustentável e inteligente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•utiliza informações semânticas associadas ao modelo;</li> <li>•propõe a utilização pela governança urbana para previsão da demanda futura;</li> <li>•propõe a utilização de dados abertos, com ressalvas a proteção de dados, limitando o acesso a algumas informações;</li> <li>•propõe a integração de dados de sensores nas redes de infraestrutura, como medidores inteligentes;</li> <li>•não relata a disponibilização do modelo.</li> </ul>
(ASSE M; ABDE LMOH SEN; EZZEL DIN, 2020)	Nível 4 – Proporciona acesso aberto aos dados provenientes das tecnologias	O estudo utiliza um aplicativo web para integrar BIM e GIS para efetivar a modelagem tridimensional de uma cidade após conflitos. Com este modelo possibilitar a gestão eficaz da reconstrução da cidade e a tomada de decisão informada. Intenta gerar a representação das condições existentes e proporcionar a visualização do estado futuro. Fornece na plataforma uma ferramenta para comunicação entre as partes interessadas na reconstrução.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•discute sobre o uso de padrões de dados abertos;</li> <li>•propõe a integração de BIM, GIS e sensores;</li> <li>•propõe o uso para a gestão e tomada de decisão urbana;</li> <li>•sugere a disponibilização do modelo com diferentes níveis de acesso à informações.</li> </ul>
(LUO; HE; HE, 2017; LUO; HE; NI, 2017)	Nível 4 – Proporciona acesso aberto aos dados provenientes das tecnologias	Este artigo demonstrou um método para construção de um modelo 3D de cidades de maneira ágil. Demonstrou o uso deste modelo para avaliar a ventilação urbana, controlar a altura de edifícios, planejamento de espaços verdes e promover a participação pública. Indicando o seu uso como suporte à planejamento urbano e gestão da cidade.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•propõe o uso para proveito da organização pública;</li> <li>•relata a disponibilização de dados e do modelo.</li> </ul>

Autor (ano)	Níveis de maturidade do CIM	Caracterização	Justificativa
(AGU GIAR O, 2016; AGUG IARO; ROBIN EAU; RODRI GUES, 2017)	Nível 4 – Proporciona acesso aberto aos dados provenientes das tecnologias	A cidade foi modelada integrando dados dos edifícios da cidade associados às informações auxiliares sobre o tipo e uso da construção, painéis solares existentes na cidade, sobre o clima e potencial solar e sobre os telhados das edificações. A partir disto, foi possível determinar a demanda de energia para aquecimento de ambientes de todos os edifícios residenciais na área de teste do estudo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•utiliza Dados do Governo Aberto de Viena;</li> <li>•não propõe disponibilização do modelo.</li> </ul>
(WHIT E et al., 2021)	Nível 5 – Disponibiliza os dados e as informações geradas a partir deles, demonstrando a sua aplicação nas decisões com colaboração pública	O estudo desenvolveu um gêmeo digital da cidade, modelo se baseia em uma série de camadas de informações da cidade, neste caso, foram inseridas informações sobre o terreno, edifícios, infraestrutura, mobilidade e dispositivos IoT. O modelo foi disponibilizado para que os usuários possam indicar áreas problemáticas da cidade e fornecer avaliações e sugestões através de formulários. Possibilitou análises de paisagem adicionando um edifício proposto ao horizonte; simulações de mobilidade urbana; simulações de enchentes; simulações de instalação de energia renovável, como turbinas eólicas <i>offshore</i> ; e ainda a possibilidade de coletar <i>feedbacks</i> dos projetos propostos, marcação de problemas reais, e para mostrar aos cidadãos as áreas mais afetadas por enchentes e as vias que ficarão inacessíveis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•garante o acesso público e coleta informações retroalimentando o modelo;</li> <li>•utiliza dados do portal aberto da cidade;</li> <li>•integra informações coletadas pelos sensores em tempo real pela IoT;</li> <li>•propõe a utilização para gestão e tomada de decisão na cidade;</li> <li>•utiliza informações semânticas associadas ao modelo.</li> </ul>

Autor (ano)	Níveis de maturidade do CIM	Caracterização	Justificativa
(GAN DINI et al., 2021)	Nível 5 – Disponibiliza os dados e as informações geradas a partir deles, demonstrando a sua aplicação nas decisões com colaboração pública	Um modelo tridimensional da cidade foi gerado para avaliação de risco em relação a inundações e eventos extremos de precipitação. Este modelo realizou a integração de dados geométricos e semânticos, a saber, os dados geométricos foram referentes à geometria das edificações e a representação topográfica da cidade; e os dados semânticos foram o ano da construção das edificações, os tipos de uso, existência de porão/subsolo, o valor cultural do edifício, número de habitações e a capacidade econômica dos proprietários. Este modelo garantirá o acesso público aos dados e a interoperabilidade com outros sistemas ou ferramentas utilizadas no planejamento urbano, e assim, ajudará na decisão sobre intervenções adaptativas para as áreas da cidade em maior risco.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•utiliza dados abertos do governo;</li> <li>•integra dados geométricos a informações semânticas no modelo;</li> <li>•propõe a utilização para gestão de risco e tomada de decisão preventiva;</li> <li>•garantirá o acesso público aos dados e ao modelo;</li> <li>•uma abordagem iterativa após a atualização das informações;</li> <li>•Utiliza o padrão de dados abertos em CityGML.</li> </ul>
(BI et al., 2021)	Nível 5 – Disponibiliza os dados e as informações geradas a partir deles, demonstrando a sua aplicação nas decisões com colaboração pública	O estudo desenvolveu uma plataforma CIM com a integração de dados BIM, GIS, IoT. Os dados da IoT eram provenientes de sensores que compartilhavam dados em tempo real, além disso, eram integrados ao modelo dados sociais públicos e do setor governamental. Este modelo permitiu a governança monitorar problemas em tempo real, fornecer serviços inteligentes com base na opinião pública e nos seus padrões de demanda, mitigar riscos de colisões em construções ou manutenções futuras, e assim, auxiliar no desenvolvimento e planejamento urbano.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•utiliza informações semânticas associadas ao modelo;</li> <li>•propõe a utilização para a governança e gestão urbana;</li> <li>•propõe a integração de dados de sensores nas redes de infraestruturas;</li> <li>•sugere a utilização para informar e coletar informações sobre a opinião pública.</li> </ul>

**Fonte:** Elaborado pela autora.

A classificação realizada para estes artigos limita-se ao que está descrito no texto do documento, sendo necessário pressupor que quando a informação não está explícita a aplicação

não cumpre determinado critério. Em vista disso, foram exemplificadas na coluna de justificativas alguns critérios que foram ou não identificados para a atribuição dos níveis.

Ainda, para exemplificar a mensuração de níveis de implementação do CIM, utilizamos algumas cidades modelos para demonstrar e verificar as suas posições. Estas cidades encontram-se em níveis mais avançados de utilização de tecnologias, e com estes exemplos buscamos demonstrar como tal uso é factível.

A cidade de Helsinque, por exemplo, se concentra em um projeto de digitalização da cidade, concebida e executada como uma abordagem centrada no cidadão. E de acordo com um estudo que foi realizado com gestores deste projeto, a cidade visa aprender com os dados e assim utilizá-los na produção de serviços e tomadas de decisão da cidade. Essa produção de serviços foi denominada como personalizada para os cidadãos, o exemplo mencionado no artigo foram os serviços de saúde que eram ofertados de forma proativa a cidadãos pertencentes a determinados grupos de risco. Para esta personalização, são utilizados algoritmos adaptativos ou AI. Foi mencionado que, cada vez mais, a cidade investe em tecnologias para explorá-las no contexto urbano, por meio de serviços digitalizados e dados espaciais coletados por sensores como, por exemplo, o sistema de transporte público digitalizado que gera os padrões de movimento de pessoas (YLIPULLI; LUUSUA, 2020). É possível verificar, através de consultas ao portal da cidade, que são disponibilizados diversos dados acessíveis a qualquer interessado (“Helsinki”, 2021; “Helsinki Region Infoshare - Open data service”, 2021). No entanto, não foi identificado no portal documentos disponíveis que demonstre esta aplicação de dados nas decisões públicas. Desta forma, esta cidade se encontra no Nível 4 – onde proporciona acesso aberto aos dados provenientes das tecnologias, bem como se aplica aos níveis inferiores, possuindo serviços baseados em tecnologias, transforma dados em informações e as embasa em decisões de políticas e serviços públicos.

A plataforma denominada como UIM (*Underground Infrastructure Mapping*), em uso na cidade de Chicago, teve o objetivo de realizar o mapeamento da infraestrutura subterrânea, tais como tubulações de água, redes de fibra ótica, tubulações de gás, redes elétricas e infraestruturas mais antigas localizadas em vielas da cidade, com o intuito de auxiliar no planejamento urbano a atender as demandas atuais da cidade e também as demandas futuras. Foi desenvolvida a partir de uma parceria entre as empresas Cityzenith, Esri e Microsoft com a Universidade de Illinois Urbana-Champaign. Ela reúne dados e informações espaciais e não espaciais, tornando a plataforma intuitiva e compreensível a todos os cidadãos (APOLITICAL, 2017; THORNTON, 2016).

A plataforma UIM vincula informações importantes como a profundidade e o tamanho

dos tubos, bem como, informações básicas sobre cada instalação, como o responsável pela infraestrutura, o material de construção utilizado e informações sobre sua deterioração, estas informações são exibidas em um mapa tridimensional, onde cada tipo de tubulação está codificado por cores. A plataforma será mantida por uma agência municipal, e as informações são concedidas aos usuários após uma solicitação onde, os interessados deverão fazer um *login* e desenhar um quadrado ao redor dos locais de interesse. Com isto, a plataforma permitiu melhorar a precisão das informações da infraestrutura subterrânea, e assim, evitar perfurações acidentais. Está continuamente em atualização, pois abrange um sistema de envio de dados para registros de tubulações descobertas por usuários por meio de aplicativos de *smartphone* (APOLITICAL, 2017; THORNTON, 2016). Portanto, a cidade de Chicago - Estados Unidos, se encontra no Nível 5 – onde disponibiliza os dados e as informações associadas de maneira intuitiva e compreensível a todos, para embasar decisões de políticas e serviços públicos.

A cidade de Dublin, na Irlanda, possui um projeto chamado *Smart Dublin* – distritos inteligentes, onde concentra estudos pilotos de tecnologias em locais específicos da cidade, atualmente, possui cinco projetos em desenvolvimento, a saber, *Smart Docklands*, *Smart DCU*, *Smart Sandyford*, *Smart Balbriggan* e *Smart D8*. A abordagem aplicada reúne governo, indústria, academia e cidadãos para a identificação das prioridades e desafios de cada local para criar soluções em conjunto (SMART DUBLIN, 2021a).

- 1) *Smart Docklands*, denominada como um *test-bed* de cidade inteligente, ou seja, é um local de experimentação de um grande projeto que passará por rigorosos testes. E neste distrito central da cidade, foi implementada uma rede de conectividade inovadora, a rede 5G *host* neutra, o 5G requer a instalação de pequenas células funcionando como pontos de acesso, a rede *host* neutra consiste em uma rede compartilhada que está aberta a qualquer operadora. E a implementação na área de *Docklands*, buscou minimizar os custos de instalação para provedores e consumidores e assim, fornece melhor acesso e de maneira equitativa a rede 5G, barateando o custo para as operadoras e conseqüentemente aos cidadãos (SMART DUBLIN, 2021b). O desenvolvimento desta rede foi realizado em parceria com *Dublin City Council*, *Enable Research Centre* e *Connect Research Centre*.
- 2) *Smart Dublin City University (DCU)*, o primeiro campus universitário inteligente da Irlanda, desenvolvido em parceria com a *Bentley Systems*, buscou criar um gêmeo digital de todo o campus, e irá incorporar dados em tempo real, coletados de sensores IoT, dos locais onde há congestionamentos, do uso de água e energia, quantidade de pedestres e outros dados que possam fornecer informações importantes ao planejamento e o desenvolvimento da infraestrutura. Os sensores de IoT que coletarão estas informações

serão distribuídos em diversos pontos do campus. A fase 1 do projeto foi finalizada em julho de 2021, foi criado um gêmeo digital do campus Glasnevin e os demais campus estão em fase de desenvolvimento (SMART DUBLIN, 2021c).

- 3) **Smart Sandyford**, é um centro de inovação em tecnologia inteligente, que concentra empresas líderes mundiais em tecnologia, por exemplo, a Microsoft, Vodafone, Mastercard e Facebook. Este programa teve o objetivo de melhorar a mobilidade do local e a habitabilidade da área. Foi desenvolvida em parceria com *Dun-Laoghaire Rathdown County Council*, *Enable Research Centre* e *Sandyford Business Improvement District*. Entre fevereiro e junho de 2020, foi desenvolvida uma nova abordagem para realizar a análise da infraestrutura de estacionamento acessível a partir do uso de imagens de satélite (SMART DUBLIN, 2021c). Este desenvolvimento, serviu para determinar a localização e o uso de vagas de estacionamento acessíveis, e assim melhorar a acessibilidade do distrito, fazer uma avaliação das pinturas de sinalização e verificar locais que necessitam de adaptações (MCCANN, 2020).
- 4) **Smart Balbriggan**, deseja garantir que o distrito, que teve o crescimento mais rápido da Irlanda, seja beneficiado por estratégias inteligentes e digitais, com foco em três prioridades: 1) construção de comunidades, 2) criação de empregos e crescimento econômico, e 3) melhoria dos serviços e do domínio público (SMART DUBLIN, 2021c). Foi desenvolvido um modelo 3D de Realidade Virtual do distrito, que teve como intuito fornecer aos residentes fácil acesso para verem as transformações futuras que estão sendo planejadas para a cidade (SMART DUBLIN, 2021d). O modelo está disponível em um visualizador interativo na web, desenvolvido com código e dados abertos, e os dados brutos serão disponibilizados futuramente no portal *Fingal Open Data* (SMART DUBLIN, 2021e).
- 5) **Smart D8**, que ainda em fase inicial de desenvolvimento, possui foco nesta primeira fase de projeto na saúde e bem-estar dos cidadãos. Por meio da pesquisa comunitária realizada no final do ano de 2021, para identificar as necessidades e prioridades da comunidade local, foi decidido priorizar os seguintes temas: Saúde Mental, Saúde da População e Impacto Covid-19 (SMART DUBLIN, 2021f). Além disso, um outro desenvolvimento futuro deste distrito é o projeto denominado *WeCount*, que fornecerá as ferramentas para medir o tráfego, realizando a contagem de carros, caminhões, bicicletas e pedestres. Contará inicialmente com a instalação de um sensor de tráfego e um sensor de qualidade do ar em cada escola do distrito, e irá atuar na capacitação dos cidadãos para medir o tráfego rodoviário e a poluição do ar do distrito para se envolverem com esta iniciativa (SMART DUBLIN, 2021g).

Além das iniciativas de distritos inteligentes implementados em Dublin, a cidade conta com um portal de dados abertos que reúne séries temporais de indicadores, informações coletadas em tempo real e mapas interativos sobre diversos aspectos da cidade (DUBLIN, 2021). Permite livre acesso a usuários para obtenção de informações detalhadas e atualizadas sobre a cidade, e também para desenvolvimentos de análises baseadas em evidências. O painel visual do portal apresenta gráficos, por exemplo, do uso de transporte público, a tendência de disponibilidade de bicicletas, os preços médios de imóveis ao longo do tempo e o crescimento da população, ademais, possui mapas interativos onde podem ser consultados dados dos sensores de ruído e de tráfego que estão espalhados pela cidade, ao selecionar o local desejado é fornecido o nome do local e informações das leituras mais recentes.

A cidade de Dublin, do ponto de vista dos níveis propostos neste capítulo, se apresenta como uma aplicação de nível 5, pois disponibiliza os dados e as informações associadas de maneira intuitiva e compreensível os cidadãos, além disso, envolve o governo, indústria, academia e cidadãos para o desenvolvimento de aplicações, e por meio de *workshops* e de formulários são coletados dados sobre as prioridades do local e são apresentadas as propostas.

A abordagem apresentada pode ser utilizada para orientar o governo no planejamento de plataformas, elencando requisitos que possibilite o seu melhor desempenho. Contribui também na elaboração de novas metodologias para avaliação e desenvolvimento de plataformas de CIM, e para tornar as tecnologias mais contributivas aos cidadãos e as organizações públicas.

## CAPÍTULO 5. ESTUDOS DE CASO DE IMPLEMENTAÇÃO DO CIM EM CIDADES BRASILEIRAS

Para cumprir o objetivo de verificar o atual estágio do uso de tecnologias em cidades consolidadas, bem como, as dificuldades enfrentadas, as motivações de implementação, os resultados esperados e obtidos com as aplicações vigentes. Para isto, foi realizado um levantamento *survey* aliado a pesquisas documentais, esta pesquisa foi definida por Cauchick Miguel et al. (2012) como sendo de natureza qualitativa e de caráter exploratório, pois buscou, através da análise documental e de trabalhos relevantes publicados na área, interpretar e descrever experiências de implementação de tecnologias para adquirir um panorama sobre um determinado assunto, e assim levantar resultados a partir de análises.

O questionário foi enviado para 53 cidades, dessas 26 são capitais dos estados e 27 são cidades de médio porte do estado de São Paulo. Posto isto, das 53 cidades contatadas, somente 6 aceitaram participar da pesquisa e responderam ao questionário. As cidades participantes foram Aracaju, Campinas, Campo Grande, Franca, Florianópolis e Ribeirão Preto (Figura 8). Os participantes da pesquisa são servidores da administração pública municipal com cargos em departamentos de desenvolvimento urbano, tecnologia de informações e de inovação.

**Figura 8.** Mapa com a localização das cidades representadas pelos participantes da pesquisa.



**Fonte:** Elaborado pela autora.



A participação dos representantes das cidades consistiu em responder a um questionário que compreendia 25 questões, sendo 5 de múltipla escolha, 19 de respostas abertas e uma de Escala *Likert* de cinco pontos (Extremamente; Muito; Moderadamente; Pouco; Nada). As respostas do questionário são apresentadas na íntegra no APÊNDICE A — RESPOSTAS, NA ÍNTEGRA, DO QUESTIONÁRIO APLICADO A SERVIDORES DE PREFEITURAS MUNICIPAIS PARTICIPANTES DOS ESTUDOS DE CASO. Os dados foram coletados por meio de um questionário estruturado criado no *Google Forms*, e as questões que compunham foram apresentadas no Quadro 5.

**Quadro 5.** Questionário para coleta de dados: Pesquisa sobre tecnologias inteligentes para gestão de cidades.

<b>Questões</b>	<b>Resposta</b>
1) O que você entende por cidades inteligentes?	Resposta aberta
2) Existe a pretensão de se tornar uma cidade inteligente?	Múltipla escolha
3) Quais ações vêm sendo implantadas?	Resposta aberta
4) Quais as expectativas de resultados da implementação de uma cidade inteligente?	Resposta aberta
5) Visto que segundo as definições apresentadas, as cidades inteligentes podem ou não utilizar ferramentas tecnológicas para aprimorar a gestão das cidades. O que caracteriza uma cidade inteligente?	Resposta aberta
6) Quais as características de inteligência você considera que esta cidade tem?	Resposta aberta
7) Em que nível tecnológico você considera que a cidade está?	Escala <i>Likert</i>
8) A prefeitura utiliza ferramentas computacionais e/ou aplicativos para gerenciamento e aprimoramento de tomada de decisões?	Múltipla escolha
9) Quais ferramentas computacionais e/ou aplicativos para gerenciamento e aprimoramento de tomada de decisões a prefeitura utiliza?	Resposta aberta
10) Existe alguma TIC implantada atualmente na cidade?	Múltipla escolha
11) Quais as TICs implantadas na cidade?	Resposta aberta
12) Quais as motivações para a implementação de TICs na cidade?	Resposta aberta
13) Quais os resultados atuais e/ou expectativas de resultados futuros da implementação de TICs?	Resposta aberta
14) É utilizada alguma base de dados que reúna informações atualizadas da cidade?	Múltipla escolha
15) Quais bases de dados a prefeitura utiliza?	Resposta aberta
16) Existe integração dessa base dados com as TICS ou Internet das coisas (IoT) implementadas na cidade?	Resposta aberta
17) A base de dados integrada é acessível aos cidadãos?	Resposta aberta
18) Quais foram os resultados obtidos até agora com a implantação destas tecnologias?	Resposta aberta
19) E quais as dificuldades encontradas na implementação?	Resposta aberta
20) Como foi a aceitação da população na implementação destas tecnologias?	Resposta aberta
21) Como foi a aceitação dos servidores que a utilizam estas tecnologias?	Resposta aberta
22) De que forma os cidadãos tem participado do processo de tomada de	Resposta aberta

decisões da cidade?	
23) Qual o meio de comunicação entre prefeitura e cidadãos?	Resposta aberta
24) A prefeitura tem disponibilizado meios informativos (sites, panfletos, propagandas, etc.) a população sobre as iniciativas acerca de cidades inteligente e utilização de ferramentas tecnológicas?	Múltipla escolha
25) Quais os meios de informação que a prefeitura disponibiliza? (disponibilizar links)	Resposta aberta

**Fonte:** Elaborado pela autora.

As respostas obtidas foram analisadas e categorizadas por tema tendo em vista as definições de categorização temática propostas por Bardin (2016), onde o conteúdo das respostas foi agrupado conforme as características comuns entre estes elementos para responder aos objetivos desta pesquisa. Desta forma, as respostas foram categorizadas para permitir: a) o entendimento sobre o conceito de cidade inteligente adotado pela cidade; b) as tecnologias e as ações realizadas, bem como os resultados obtidos; c) as motivações para as implementações e as dificuldades encontradas.

Para reunir mais informações sobre as tecnologias implementadas foram consultados documentos disponibilizados pelos participantes da pesquisa e sítios oficiais das prefeituras na internet, assim como planos estratégicos, relatório anuais, notas jornalísticas e notícias veiculadas na mídia. É importante destacar que, devido a questões de confidencialidade os nomes de tais respondentes foram mantidos em sigilo e, portanto, não foram divulgados neste trabalho.

## 5.1 Caracterização das cidades participantes

### 5.1.1 Aracaju – SE

A cidade de Aracaju, situada na região nordeste do país, é capital do estado de Sergipe, possui cerca de 670 mil habitantes, segundo a estimativa para o ano de 2021 do IBGE, e com 100% dessa população vivendo em zona urbana ao longo dos seus 182 km<sup>2</sup> de extensão (IBGE, 2021a). Fundada em 1855, Aracaju foi a segunda cidade planejada do país, seguindo um traçado quadriculado lembrando o formato de um tabuleiro de xadrez. Um dos motivos para o seu rápido crescimento foi em razão das suas redes de infraestruturas de água, esgoto e pavimentação, executada de 1900 até 1914, impulsionando ainda mais o seu crescimento, quando houve a ocorrência de uma grande estiagem no sertão, em 1930 (IBGE, 2021b; VASCONCELOS, 2014).

A partir de 1960, atraiu ainda mais migrantes e intensificou seu crescimento, em razão da exploração de recursos minerais e da implementação de inúmeros conjuntos habitacionais (FRANÇA, 2014). Esta população que emergiu seguiu se espalhando pela região periférica da área planejada da cidade, iniciando o processo de expansão, extrapolando o limite do plano, em razão dos elevados preços na área planejada da cidade (FRANÇA, 2014; VASCONCELOS, 2014).

### 5.1.2 Campinas – SP

Campinas, localizada no interior de São Paulo, a cidade possui uma área total de 796,4 km<sup>2</sup> sendo que 388,9 km<sup>2</sup> está em zona urbana, o seu grau de urbanização é de 98,3% e sua população estimada é de 1,1 milhão de habitantes (SEADE, 2021). Foi iniciada a partir da instalação de um local para pouso de mascates, tropeiros, comerciantes e soldados, na primeira metade do século XVIII.

Principiou o seu estabelecimento com a chegada de fazendeiros que buscavam terras para instalar lavouras de cana e engenhos de açúcar, e tornou-se a cidade de Campinas em 1842, antes disso já havia sido denominada como Campinas do Mato Grosso, Freguesia de Nossa Senhora da Conceição das Campinas do Mato Grosso (1774) e Vila de São Carlos (1797). Quando as plantações de café já superavam as lavouras de cana, em 1842, a cidade já compreendia um grande número de trabalhadores migrantes. Em consequência da crise da economia cafeeira, em 1930, houve um estímulo à instalação de parques produtivos (composto de fábricas, agroindústrias e diversos estabelecimentos), e com isso ampliando a população residente em busca de trabalho (PREFEITURA DE CAMPINAS, 2021a).

### 5.1.3 Campo Grande – MS

A cidade de Campo Grande, capital de Mato Grosso do Sul, possui cerca de 906 mil habitantes, segundo a estimativa do IBGE, e com cerca de 99% dessa população vivendo em zona urbana em uma área de 359 km<sup>2</sup> de extensão (ARRUDA et al., 2019; IBGE, 2021a). Fundada em 1899, tornou-se a capital do estado de Mato Grosso do Sul em 1977, sendo a sua principal fonte de renda, naquele momento, a agricultura e a pecuária, tornou-se um polo atrativo por seu solo fértil, apropriado também a atividades de pastagem, e a abundância de terras ao redor do núcleo urbano (WEINGARTNER, 2008).

No ano de 1919, a cidade abrigava 3.367 habitantes, aumentou para 49 mil habitantes

em 1940. E a partir de 1953, com a construção da rodovia federal BR-163 de integração nacional norte-sul, o que favoreceu o acesso viário ao município, crescendo exponencialmente a sua população até 1996 onde residiam cerca de 600 mil pessoas, em 2000 o número de habitantes era 663 mil, finalmente em 2010 no último censo o IBGE contabilizou cerca de 786 mil pessoas vivendo em Campo Grande (ARCA, 2021).

#### 5.1.4 Franca – SP

A cidade de Franca, localizada no interior paulista, possui uma população de cerca de 343 mil habitantes e extensão de aproximadamente 605 km<sup>2</sup>, sendo que 85 km<sup>2</sup> em zona urbana, possui um grau de urbanização de 98,2% (MARTINS, 2019; SEADE, 2021). Fundada em 1805, com o início de seu povoamento ainda no século XVIII, onde servia de apoio aos viajantes para os chamados pousos de passagem (CARRARO NETO, 2017).

Um marco no seu desenvolvimento urbano foi a chegada da linha férrea, em 1887, abrindo novas perspectivas para sua economia. Em 1900, a cidade teve um substancial aumento da população, devido à imigração de mão-de-obra para a colheita do café, passando de uma população de 10.040 em 1890 para 18.637 habitantes em 1900 (CARRARO NETO, 2017). Outro crescimento expressivo foi em 1940, influenciado pela implantação sistema de transporte rodoviário que permitiu a diversificação da economia de Franca, passando de predominantemente cafeeira à industrial, como polo produtor de calçados (DAVID; GARREFA, 2021).

#### 5.1.5 Florianópolis – SC

A cidade de Florianópolis, localizada na região sul do Brasil e capital do estado de Santa Catarina, possui cerca de 516 mil habitantes e extensão territorial de 674 mil km<sup>2</sup>, sendo que 96% desta população vive na região urbanizada da cidade (IBGE, 2021a). A cidade se desenvolveu a partir da segunda metade do século XVIII, tendo como principais atividades econômicas a portuária, pesca e agricultura. Desenvolveu-se assim até século XX, quando com a construção da Ponte Hercílio Luz, conectou a porção insular, continental e a malha viária que interligava ao restante do país (PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS, 2021a).

Teve como marco do desenvolvimento urbano as implantações de redes de infraestrutura de água, esgoto e energia elétrica, com a construção civil sendo um dos seus principais suportes econômicos no século XX (PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS, 2021a).

Teve um aumento exponencial de cerca de 278% no número de habitantes, entre 1960 e 2003, quando solidificou o turismo como sua atividade econômica adensando a região central e se expandindo pela região periférica. Com esse expressivo crescimento, ampliou significativamente o seu sistema rodoviário e alicerçou sua economia em atividade de comércio, prestação de serviços e turismo (GOVERNO DE SANTA CATARINA, 2014).

#### 5.1.6 Ribeirão Preto – SP

Ribeirão Preto, está localizada na região nordeste do estado de São Paulo, possui cerca de 688 mil habitantes com 99,7% dessa população vivendo em zona urbana (SEADE, 2021). O município se desenvolveu por volta do século XIX, com fazendas de criação de gado, pertencentes ao então distrito de São Simão. Em consequência das terras bastante férteis, muitas famílias se mudaram para a região, expandindo assim a agricultura e o comércio. Mas o crescimento acelerado se deu após 1876 quando o Dr. Luís Pereira Barreto introduziu o café tipo “bourbon”, após a descoberta da perfeita adaptação daquele tipo de plantação às terras da região, transformando em pouco tempo as lavouras em grandes cafezais (FEA-USP, 2012).

Tornou-se cidade em 1º de abril de 1889, após a implantação da estrada de ferro, que impulsionou significativamente a economia da região. Foi considerada a maior produtora de café do mundo até a quebra da bolsa de Nova York em 1929. Era apelidada como a “Califórnia brasileira”, pois combinava uma economia baseada em agronegócio e alta tecnologia, hoje é conhecida como a “capital do agronegócio” devido a sua ótima produtividade no setor. Na década de 70, tornou-se a maior região produtora de açúcar e álcool do mundo, responsável por 30% da produção de etanol de cana do Brasil, quando houve a crise do petróleo (FEA-USP, 2012).

## 5.2 Resultados obtidos na aplicação do questionário

A utilização das TICs com o intuito de tornar as cidades mais inteligentes tem sido discutida e implementada em diversos estudos, mas pouco se sabe como isso influenciará na implementação do CIM. Para investigar o estágio de implementação de tecnologias nas cidades, foi realizada uma pesquisa em seis cidades do Brasil através da aplicação de um questionário a servidores da administração pública municipal e reunindo informações de portais, aplicativos e redes sociais oficiais. Ao conduzir esta investigação, observamos similaridades nas respostas e algumas constatações puderam ser apresentadas. Estas similaridades, revelaram a possibilidade

da criação de um roteiro de implementação que possa ser empregue em outras cidades, e assim, evitar as dificuldades mais frequentes, que foram relatadas nesta pesquisa.

As cidades participantes foram Aracaju, Campinas, Campo Grande, Franca, Florianópolis e Ribeirão Preto. Destas, cinco caracterizam-se como cidades grandes, pois possuem mais de 500 mil habitantes, e uma caracteriza-se como cidade média, pois possui cerca de 300 mil, todas elas apresentam intensa urbanização (IBGE, 2017). Os respondentes ocupavam cargos em secretarias de planejamento urbano ou tecnologia, demonstrando assim capacidade para responder aos questionamentos. Foram questionados sobre as tecnologias implantadas nas prefeituras, as motivações para a implementação, os resultados alcançados e/ou expectativas, as dificuldades encontradas, e sobre a aceitação da população e dos servidores. No início do questionário, breves definições dos conceitos que seriam abordados foram apresentadas.

**a) O entendimento sobre o conceito de cidade inteligente adotado pela cidade:**

A primeira seção do questionário examinou a percepção dos respondentes sobre cidades inteligentes. Todos os respondentes afirmaram que suas organizações buscam tornar-se cidades inteligentes. E quando questionados qual era a sua interpretação sobre o que seria uma cidade inteligente, a maior parte dos respondentes definiu como cidades que davam ênfase ao cidadão, e ressaltando as tecnologias como um instrumento para alcançar a inteligência. A visão dos respondentes pode ser retratada pelas palavras do representante de Florianópolis. Segundo ele, a cidade inteligente *“É um local onde as decisões são tomadas visando o desenvolvimento social, econômico, sustentabilidade e a qualidade de vida. Com as tecnologias e a colaboração entre o poder público e a sociedade sendo elementos fundamentais”*.

Foram questionados também em relação às características que uma cidade inteligente possui, obtivemos respostas que enfatizavam os cidadãos nas definições, porém, as tecnologias apareceram como meio para reunir informações e para ofertar serviços de qualidade, conforme demonstra o trecho a seguir, palavras do respondente da prefeitura de Franca:

A cidade inteligente é aquela que possui meios para lidar com as suas necessidades da maneira mais eficaz e honesta. Ainda que os autores apontem que uma cidade inteligente pode ou não fazer uso da tecnologia, eu creio que dificilmente a burocracia instalada (entenda burocracia no sentido original do termo, como o aparato de controle do estado) poderá lidar com a sua complexidade sem o uso da tecnologia.

Os respondentes revelaram algumas características de cidades inteligentes que consideram que as suas cidades possuem, demonstradas no Quadro 6.

**Quadro 6.** Características de inteligência que as cidades possuem do ponto de vista dos respondentes.

<b>Respondente</b>	<b>Características</b>
Aracaju	Mobilidade inteligente e com foco na melhoria dos dados obtidos pelo transporte público; Resiliência; Implantação de conectividade nas escolas; Sistema de dados da Saúde para ações de prevenção e mapeamento.
Campinas	Primeiro, Campinas possui vocação para a inovação, considerando que é um polo de tecnologia. Outra coisa importante é o engajamento por parte dos cidadãos.
Campo Grande	Sustentabilidade e mobilidade.
Franca	É capaz de fazer planejamento estratégico para curto, médio e longo prazo, busca ainda atender, de modo rápido e com profundidade suficiente, às diversas demandas do município.
Florianópolis	O uso de dados para embasar a tomada de decisões pelos Conselhos temáticos da cidade, com destaque para o Conselho da Cidade, que define os rumos estratégicos da urbanização do município.
Ribeirão Preto	Utilização de mídias digitais para acesso a serviços públicos pelos cidadãos.

**Fonte:** Elaborado pela autora.

Entretanto, foi possível constatar que as características elencadas pelos respondentes, mencionadas no Quadro 6, estão vagamente focadas nos cidadãos, contrastando com as definições de cidades inteligentes relatadas por eles.

Algumas destas características apontadas foram identificadas como propósito de uso de tecnologias, por exemplo, a mobilidade inteligente e o sistema de dados da saúde, relatados pelo respondente de Aracaju, correspondem aos semáforos inteligentes e ao aplicativo Mais Saúde Cidadão que foram implementados na cidade.

A cidade de Campinas, declarou o engajamento por parte dos cidadãos como sua característica de cidade inteligente, no entanto, a afirmação não pode ser apurada, pois não há dados e nem pesquisas referentes a esta informação. Semelhante às afirmações feitas pelo representante de Franca, que não puderam ser confirmadas por não haver nenhuma pesquisa ou fonte de informações sobre o assunto.

Campo Grande, recentemente, foi homenageada e reconhecida como uma das *Tree Cities of the World*, pela sua arborização urbana, correspondendo parcialmente ao relatado pelo respondente. A cidade possui também um plano diretor de arborização urbana, elaborado em 2010, onde foi realizado um inventário quantitativo e qualitativo das árvores da área urbana (SEMADUR, 2010).

Referente à cidade de Florianópolis, foi constatada uma forte atuação da Associação FloripAmanhã, fundada no ano de 2005, por iniciativa dos cidadãos da cidade. Algumas

notícias vinculadas em seu portal na internet, corroboram com o que foi relatado pelo representante como, por exemplo, a inclusão de 58 projetos no orçamento da cidade escolhidos por meio da participação popular, onde 10 deles foram propostos pela Associação FloripAmanhã (ASSOCIAÇÃO FLORIPAMANHÃ, 2021).

Por fim, o representante de Ribeirão Preto apontou o uso de mídias digitais para acesso aos serviços públicos da cidade, que em parte pôde ser verificado, pois, no portal da CODERP (Companhia de Desenvolvimento Econômico de Ribeirão Preto), em algumas descrições das tecnologias implementadas por eles, foi disponibilizado o número de usuários cadastrados no sistema, porém, não havia a data da atualização daquela informação.

**b) As tecnologias e as ações realizadas, assim como os resultados obtidos:**

Através de uma Escala *Likert* de 5 pontos, os respondentes classificaram o nível tecnológico que a cidade se encontra (extremamente tecnológica; muito tecnológica; moderadamente tecnológica; pouco tecnológica; nada tecnológica). O respondente de Florianópolis declarou sua cidade como muito tecnológica, o respondente de Ribeirão Preto considera como pouco tecnológica e os demais respondentes consideraram como moderadamente tecnológica.

Ao comparar as respostas do que se espera de uma cidade inteligente e o que se espera das implementações vigentes na cidade, foi possível constatar algumas discrepâncias quando, por exemplo, o respondente de Campo Grande declara que a cidade inteligente fornecerá subsídios às decisões da cidade e declara também que os resultados obtidos até o momento foram melhorias nas infraestruturas tecnológicas existentes na cidade. Isto demonstra que as implementações vigentes ainda estão em estágios iniciais e não propicia subsídios para a tomada de decisão, como é esperado em uma cidade inteligente.

Aracaju declarou ter alcançado uma maior participação pública nas decisões da cidade e na construção de políticas públicas, porém, era esperado que as implementações de uma cidade inteligente reduzissem as desigualdades sociais e fornecessem informações baseadas em dados para tomada de decisões e ações, o que demonstra que a cidade ainda não alcançou os resultados que eram esperados.

O respondente de Campinas destacou o título recebido pela cidade de primeiro lugar do país em um *ranking* de cidades inteligentes, e declarou que ainda pretendem continuar evoluindo na aplicação de tecnologias, quando foi perguntado sobre as expectativas de uma cidade inteligente. Entretanto, declarou que os resultados obtidos até o momento das implementações vigentes foram respostas mais rápidas, mais digitais e mais integradas com os cidadãos.



O representante de Franca respondeu que esperam de uma cidade inteligente uma maior eficiência na gestão, desburocratização e mais transparência nas informações. No entanto, os resultados obtidos até o momento foram melhorias no acompanhamento e gestão de processos, demonstrando que as implementações vigentes ainda não correspondem ao esperado de uma cidade inteligente.

O respondente de Florianópolis declarou a expectativa de melhorar o desenvolvimento econômico e social, e melhorias na qualidade de vida com a implementação de uma cidade inteligente. Porém, declarou ter alcançado a consolidação de informações e suporte para decisões com as implementações vigentes, manifestando resultados incipientes.

Por fim, a cidade de Ribeirão Preto que espera melhorias na eficiência e eficácia da gestão pública, da qualidade de vida aos cidadãos e aumento de oportunidades, através da implementação de cidades inteligentes, declarou apenas ter obtido, até o momento, melhorias na qualidade dos serviços prestados à população com as implementações vigentes, demonstrando que está no início de seu percurso para consolidação de uma cidade inteligente.

No Quadro 7, exibido a seguir, pode-se ver as tecnologias disponíveis de cada cidade participante dos estudos de caso, baseada nas informações concedidas pelos respondentes do questionário e nas buscas realizadas nos portais, documentos oficiais e redes sociais das prefeituras.

**Quadro 7.** Tecnologias implementadas pelas cidades participantes do estudo.

<b>Aracaju</b>	
<b>Semáforos inteligentes</b>	Implantados para proporcionar maior fluidez no trânsito e a ampliação das possibilidades de operação, melhorando assim a mobilidade urbana do município. O dispositivo está disponível em 150 cruzamentos, são sincronizados através de GPS e possuem câmeras que fazem o monitoramento do trânsito, identificando se há veículos no local de maneira que, se não tiver veículos, o semáforo possa abrir independentemente do tempo. Além disso, nos 23 principais cruzamentos semaforizados da cidade foram instalados <i>no-breaks</i> que permitem o funcionamento dos semáforos até quatro horas após uma falta de energia (AGÊNCIA ARACAJU DE NOTÍCIAS, 2021a).
<b>ClimAju</b>	Este sistema tem a finalidade de emitir alertas à população sobre fenômenos naturais que possam causar risco, como a ocorrência de chuvas, ventos fortes e movimentações de terra. Este sistema conta com a instalação de 18 pluviômetros, sete câmeras de clima, cinco sensores de inundação e dois sensores de movimentação de terra que emitem as informações em tempo real. Estas informações estão disponíveis a qualquer interessado, e auxiliam a gestão na tomada de decisão e de planejamento de ações preventivas (PREFEITURA DE ARACAJU, 2021a).
<b>Centro de Controle Operacional (CCO)</b>	O sistema de videomonitoramento permite a vigilância interna e externa de órgãos municipais, escolas, e ainda em fase de ampliação, monitora as vias e espaços públicos com alto movimento, mercados municipais da cidade e

	outros pontos. Este videomonitoramento diminuiu mais de 93% dos crimes contra o patrimônio municipal (AGÊNCIA ARACAJU DE NOTÍCIAS, 2021b). O sistema otimizou o trabalho da Guarda Municipal, reduzindo o tempo de resposta às ocorrências e a incidência de infrações (AGÊNCIA ARACAJU DE NOTÍCIAS, 2020).
<b>WiFi nas escolas</b>	A prefeitura disponibilizou acesso à tecnologia WiFi em todas as 74 escolas da rede municipal. Aliado a rede de fibra ótica, permitiu uma redução de 75% do atendimento presencial nas escolas o que possibilitou o acesso remoto a todos os computadores (AGÊNCIA ARACAJU DE NOTÍCIAS, 2021c).
<b>AjuInteligente</b>	Ao acessar o endereço eletrônico, é possível solicitar mais de 900 serviços. Após sua implantação, ocorrida em maio de 2019, foram realizadas mais de 83 mil solicitações através da plataforma (AGÊNCIA ARACAJU DE NOTÍCIAS, 2021d). Dentre as possibilidades de solicitações que a plataforma disponibiliza estão as seguintes abas: Arte e Cultura; Assistência Social; Documentos Oficiais; Educação; Esporte; Finanças; Meio Ambiente; Previdência Municipal; Qualificação e Trabalho; Saúde; Serviços Urbanos; Servidor Municipal; Transporte e Trânsito; e Urbanismo (PREFEITURA DE ARACAJU, 2021b).
<b>Mais Saúde Cidadão</b>	O aplicativo permite ao cidadão realizar agendamentos de consultas, exames, acompanhar listas de espera, controle de medicamentos, entre outras opções, sem precisar se deslocar a uma Unidade Básica de Saúde (IDS SOFTWARE, 2020, 2021). Com a implementação deste sistema, conseguiu automatizar as filas e, conseqüentemente, diminuir o tempo de espera e proporcionar a liberdade de escolha da data da consulta ou exame e profissional, a sua posição na fila de espera, este aplicativo já possui mais de 30 mil usuários cadastrados (PREFEITURA DE ARACAJU, 2021c). Proporcionou a avaliação de cada etapa dos atendimentos de maneira geral, e específica para cada profissional que realizou o atendimento.
<b>Campinas</b>	
<b>Semáforo inteligente para avisos a deficientes visuais</b>	Dispositivo desenvolvido pela Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas (Emdec) para auxiliar deficientes visuais nas travessias. O dispositivo funciona como um controle remoto, e quando acionado, ele faz com que os semáforos priorizem a travessia de pedestres e emita ruídos sonoros com contagem de tempo para que seja identificado a sua abertura. Está implantado em um semáforo na cidade e está em consulta pública os locais que serão priorizados para expansão (SILVA, 2021)
<b>Busão na Hora</b>	Permite consultar o horário estimado da chegada dos ônibus nos pontos.
<b>Consulta Exames Médicos</b>	Possibilita a consulta aos exames médicos realizados pelo usuário na rede pública de saúde.
<b>Rede de WiFi pública</b>	A prefeitura disponibiliza aos cidadãos acesso gratuito à internet através do programa Campinas Digital. O diagnóstico realizado apresentou que em setembro de 2018 este serviço estava disponível em 34 espaços públicos da cidade. Dentre estes estão, alguns centros de saúde, praças, parques, órgão municipais, hospitais e outros.
<b>Centro Integrado de Monitoramento de Campinas – CIMCamp</b>	Inaugurado em 2006, a central faz o monitoramento da cidade por câmeras e sistemas de inteligência nas entradas e saídas, em vias de grande fluxo e em pontos estratégicos, integrando servidores de diferentes órgãos municipais e forças policiais para realizar as seguintes atividades: acompanhamento de eventos programados; fornecimento de informação ao munícipe; reprogramação e/ou readequação semaforica e viária; monitoramento veicular; e segurança pública (SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2019).
<b>Sistema de</b>	Implantado em 2010 e composto por aproximadamente 500 camadas de

<b>Informações Geográficas – GIS Municipal</b>	informação com atributos, separadas em 35 esquemas, cada um deles com informações das secretarias e dos departamentos da prefeitura. Alguns exemplos dos mapeamentos que estão disponíveis são: zoneamento online com a descrição dos usos permitidos; restrições aeroportuárias; identificação de áreas contaminadas de acordo com o relatório da CESTESB; plantas de zoneamento; curvas de nível; e dimensões dos terrenos (PREFEITURA DE CAMPINAS, 2021b, 2021c).
<b>SEMURB On-line</b>	Sistema para profissionais da construção civil que permite o encaminhamento e acompanhamento de solicitações referentes a aprovação de plantas junto a Secretaria de Urbanismo. Oferecendo as vantagens de maior transparência e agilidade na análise e aprovação de projetos; sustentabilidade ambiental consequência da economia de papel, tinta e deslocamentos; redução do número de deslocamentos à prefeitura e consequente economia de tempo; conforto para realizar praticamente todas as operações referentes ao processo a partir de seu escritório ou residência (PREFEITURA DE CAMPINAS, 2021d).
<b>Portal do Cidadão</b>	Este portal reúne diversos sistemas existentes no município, por meio dele é possível que o munícipe realize e consulte diversas solicitações, alguns dos serviços disponíveis são: agendamento de atendimento do cidadão; alvará online; busca medicamentos; coleta de lixo no meu endereço; inscrições em eventos; mapa de serviços; licenciamento ambiental online; entre outros.
<b>Campo Grande</b>	
<b>Participa Campo Grande</b>	Plataforma online onde o cidadão tem a oportunidade de se informar e participar de ações que ocorrerão na cidade como de esporte, lazer, saúde, educação, eventos culturais e ações sociais que são oferecidas pela administração municipal. Através de um cadastro, o cidadão poderá se inscrever nas ações desejadas e irá receber uma pontuação, que posteriormente poderá ser resgatada na forma de premiações ou benefícios.
<b>Implementação do QR Code</b>	Ferramenta utilizada para acesso rápido a informações diretamente no smartphone do usuário, que a prefeitura implementou em diversos pontos da cidade como órgãos públicos, pontos turísticos, terminais rodoviários, aeroporto, parques públicos, e pontos de ônibus para das acesso à informação de forma ágil.
<b>Fala Campo Grande</b>	Esta ferramenta foi lançada em 2017 para servir como um meio de comunicação entre a Prefeitura e o cidadão, onde é possível realizar solicitações a administração municipal de forma totalmente digital (seja por meio do site ou aplicativo). A plataforma permite que os usuários realizem a consulta das solicitações enviadas e também realize novas solicitações, dentre as possibilidades de uso está a solicitação de serviços como: a implantação de luminárias; limpeza de boca de lobo; patrolamento/encascalhamento de vias não pavimentadas; retirada de galhos/queda de árvores; tapa buracos; fiscalização de transito; fiscalização de vagas reservadas; manutenção de ciclovia e quebra mola; e denuncia de terreno baldio (PREFEITURA DE CAMPO GRANDE, 2021a). A plataforma já registrou cerca de 180 mil ordens de serviços, e o departamento conta com 20 servidores exclusivos para atender as solicitações e tem uma média de 600 atendimentos por dia (PREFEITURA DE CAMPO GRANDE, 2021b).
<b>Conecta Campo Grande – Internet Pública Gratuita</b>	A prefeitura disponibiliza 67 pontos de WiFi para acesso à internet através da Rede Municipal de Alta Velocidade, disponível a qualquer usuário, espalhados em diversos pontos da cidade sendo eles espaços públicos como praças, parques e órgãos públicos (PREFEITURA DE CAMPO GRANDE, 2021c).

<b>Todos no ônibus</b>	O aplicativo foi desenvolvido para atender pessoas com algum tipo de deficiência, seja ela visual ou de mobilidade, que utilizam o transporte coletivo da cidade. A aplicação emite respostas audíveis aos toques e transcrição dos textos em áudio, e também facilita o embarque aos transportes coletivos, avisando antecipadamente o motorista que no ponto de embarque haverá uma pessoa com necessidade de embarque especial, seja deficiente visual ou com limitações de mobilidade (PREFEITURA DE CAMPO GRANDE, 2015).
<b>Aprovação Digital de Projetos Arquitetônicos (Aprove Fácil e Habite-se Legal)</b>	Plataforma web onde o profissional pode acompanhar todos seus processos em andamento e verificar em que fase de análise ele se encontra, permite também que todo o processo ocorra de forma digital sendo avisado via e-mail sobre a movimentação do projeto, e ainda possibilita o agendamento para tirar dúvidas com o analista da prefeitura. O Aprove Fácil foi criado no ano de 2014 para aprovação de projetos unirresidenciais, multirresidenciais com até 5 unidades e comerciais com até 500m <sup>2</sup> , que correspondia a cerca de 70% dos processos da prefeitura, o sistema permite que o profissional inicie e finalize seu processo de forma totalmente digital anexando os documentos e emitindo o alvará de construção. O Habite-se Legal é utilizado para processos de regularização de imóveis já construídos que também ocorre de forma digital (PREFEITURA DE CAMPO GRANDE, 2021d).
<b>Portal + Obras</b>	Permite que interessados acompanhem a situação das obras públicas, podendo visualizar informações como: a porcentagem concluída até o momento; o valor do contrato; o órgão responsável pela fiscalização; data de início; prazo para conclusão; o profissional responsável pela execução; as empresas participantes; e os documentos da respectiva obra (PREFEITURA DE CAMPO GRANDE, 2021e).
<b>SISGRAN (Sistema Municipal de Indicadores de Campo Grande)</b>	Foi criado com o intuito de facilitar e agilizar o acesso aos principais dados do município. Permite o acesso a dados dos casos de dengue registrados; plano diretor em vigor; linhas de ônibus; e link para acesso ao portal do IBGE e do Detran com os dados do município. Também traz a iniciativa frente à pandemia de Coronavírus, onde a equipe realiza o trabalho de georreferenciamento dos casos ocorridos no município (PREFEITURA DE CAMPO GRANDE, 2021f). O respondente do questionário relatou que o site, no ano de 2020, já passou de 220 mil visualizações, confirmando a aceitação e utilização da plataforma pela população.
<b>SIMGEO (Sistema Municipal de Geoprocessamento)</b>	O sistema foi criado em 2006 com a finalidade de desenvolver mecanismos de produção, gestão e compartilhamento de informações para realizar o planejamento, a execução e a avaliação das políticas públicas locais. Possui diversas funcionalidades dentre elas, localizar a coordenada do ponto; realizar medidas de distância (linear) ou medir um polígono (área), ferramentas de desenho, buscas por endereço, exportação de dados (tabelas e camadas) e a visualização em camadas (podendo habilitá-las e desabilitá-las de acordo com a necessidade) (PREFEITURA DE CAMPO GRANDE, 2021g, 2021h).
<b>Acompanhamento das linhas de ônibus</b>	A prefeitura disponibiliza através do portal <i>Mobilibus</i> o acompanhamento em tempo real de todas as linhas de transporte coletivo da cidade que também podem ser acessadas através do Google Maps, Here e Moovit. Apresenta também a localização de pontos de recarga do cartão de transporte público, localização dos pontos de ônibus, itinerário, a tabela de chegada e saída dos ônibus aos terminais e pontos finais. Nos terminais de paradas de ônibus, é possível acompanhar em tempo real os horários dos próximos ônibus que passarão pelo local, através dos painéis eletrônicos. A prefeitura também implantou em seus pontos de ônibus o QR Code que permite a consulta dos horários dos coletivos (“Mobilibus”, 2021).

<b>Triagem dos Sintomas da COVID-19</b>	A cidade recebeu destaque nacional pelo sistema desenvolvido para realizar a triagem dos sintomas provocados pela COVID-19, com o objetivo de monitorar os casos suspeitos ou confirmados, para auxiliar na tomada de decisões e orientar sobre os cuidados e medidas que deverão ser tomados, com base nas respostas (PINHEIRO et al., 2020). O sistema permite que o usuário envie o resultado do seu teste, informando se positivo ou negativo, a data da realização e o tipo de exame feito. O formulário questiona se o usuário teve contato com alguém diagnosticado, sobre a existência de algum sintoma, bem como, se possui alguma comorbidade, após o preenchimento é feita uma classificação e dependendo do caso, um médico poderá entrar em contato com o usuário, e ainda se o indivíduo consultar o sistema três vezes, ele irá ser contatado para esclarecer dúvidas ou sobre o estado de saúde (PREFEITURA DE CAMPO GRANDE, 2021i).
<b>Franca</b>	
<b>Monitoramento Eletrônico</b>	A prefeitura mantém 48 câmeras interligadas à central de monitoramento. Essa vigilância auxilia nas questões de segurança e de trânsito, pois, a partir da unidade de controle, são feitos ajustes em tempo real sobre o tráfego nas principais vias.
<b>Protocolo Eletrônico</b>	O sistema de protocolo eletrônico do município reúne 165 serviços que podem ser realizados de forma digital pelos cidadãos, além disso oferece a possibilidade de verificar o andamento das solicitações realizadas, e verificar o setor em que se encontra. Esta iniciativa viabiliza a tramitação de processos digitais sem o uso de papéis. Algumas das solicitações que podem ser realizadas pelo sistema são: serviços referentes ao IPTU; alvarás; aprovação de projetos para infraestruturas; serviços referentes ao ISS; colocação ou manutenção de semáforos; construção de boca de lobo / limpeza / retirada / reparos; corte de árvores em área pública; habite-se; ponto de ônibus; reclamação - limpeza de imóvel e terrenos; sinalização de vias; solicitação de iluminação pública; entre outros.
<b>Florianópolis</b>	
<b>Floripa no Ponto</b>	A prefeitura disponibilizou, em novembro de 2017, o aplicativo e página Floripa no ponto que exibe, em tempo real, onde o ônibus de transporte coletivo está, oferecendo mais informação e qualidade ao usuário. Esta aplicação informa a previsão de chegada do ônibus desejado no ponto mais próximo de sua localização, um planejamento de viagem a partir das localidades de partida e chegada desejadas com as linhas possíveis para o trajeto e seus respectivos horários, e ainda, a rota completa e os pontos atendidos por cada linha (PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS, 2021b).
<b>QR Code nos pontos</b>	Foram instalados adesivos QR CODE em alguns pontos de ônibus para mostrar em tempo real quais são as linhas que passam pelo local e quantos minutos faltam para o próximo coletivo chegar. Logo essa tecnologia estará por toda a cidade (PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS, 2018a).
<b>Centro de Controle Operacional (CCO)</b>	A cidade conta também com uma central integrada com as imagens de câmeras de todos os terminais da cidade e dos ônibus de transporte coletivo que estão circulando, inaugurado em agosto de 2017. Cada veículo conta com três equipamentos de câmeras, um voltado para o motorista, outro para os passageiros e um para o lado externo dos ônibus, e ainda, um sistema de aviso, em que o motorista alerta a central para a necessidade de suporte por um veículo extra (ALVES, 2017; PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS, 2021c).
<b>ObrasGov Mapa</b>	A prefeitura fornece uma ferramenta para acompanhamento de obras online, onde disponibiliza ao clicar na obra sinalizada no mapa, informações gerais como o número do contrato; o tipo de obra; o período de execução; dias que a obra esteve paralisada, prazo prorrogado e o prazo

	original; a situação; a empresa responsável; o setor da prefeitura responsável, bem como, nome, cargo e documento do fiscal da obra; e informações financeiras (PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS, 2021d).
<b>Alô Saúde Floripa</b>	O aplicativo oferece o serviço de orientação, atendimento pré-clínico e informação em saúde por telefone, videochamada ou chat. Conta com equipes disponíveis 24 horas, fornecendo à população informações de saúde, orientação a população se é necessário procurar atendimento médico e em qual unidade, atendimento pré-clínico e agendamento de consultas (PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS, 2021e).
<b>Waze Municipalidades</b>	A prefeitura foi a terceira cidade a participar deste programa, onde é possível publicar informações oficiais no aplicativo Waze como obras, bloqueios de vias, mudanças no trânsito, e também identificar com agilidade as ocorrências de acidentes e semáforos com problemas (PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS, 2017).
<b>Mapas da rede - Espaços Livres de Lazer e Recreação</b>	Disponibiliza informações relacionadas a lugares públicos e espaços livres abertos, como também ações e projetos municipais. Elenca no mapa os locais e situação de obras públicas; Praias; espaços livres associados à circulação como alamedas e bulevares, calçadas, e entre outros; espaços livres associados à orla como espaços livres de lazer e contemplação da orla e grandes aterros; espaços livres de conservação e preservação ambiental; espaços livres de lazer e recreação; e espaços livres não classificados. Tem a intenção de divulgar análises urbanas e espaciais e pesquisas relacionadas ao espaço público, que possam ser utilizadas no processo de planejamento e gestão urbana (PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS, 2021f).
<b>Aplicativo TagCity</b>	Fornece conteúdo informativo sobre a história do ponto turístico diretamente no celular do visitante via <i>bluetooth</i> e a partir do escaneamento dos QR Codes disponíveis nos locais, fornecendo assim um monitoramento do fluxo turístico dos locais em tempo real. Os visitantes são convidados a responder a Pesquisa de Demanda Turística e com isso auxiliar a Secretaria de Turismo a entender melhor os visitantes da cidade (SMART TOUR BRASIL, 2021).
<b>Rastreamento COVID-19</b>	Com a Pandemia de Coronavírus, a prefeitura disponibilizou QR Code nos ônibus de transporte coletivo, shoppings, galerias e academias para que o usuário possa realizar o <i>check-in</i> nos locais visitados e auxiliar no rastreamento de possíveis casos da Covid-19 na cidade (SMART TOUR BRASIL, 2021). Na plataforma, as autoridades de saúde verificarão os locais onde as pessoas que testaram positivo fizeram o <i>check-in</i> e avisarão aos estabelecimentos por onde passou e também às outras pessoas que estiveram nos mesmos locais (PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS, 2020).
<b>WiFi público</b>	Oferece acesso gratuito à internet por meio da rede de WiFi em diversos espaços públicos da cidade, como parques, órgãos municipais e terminais de transporte coletivo. O fornecimento foi firmado por meio de um sistema de cooperação, onde a empresa investidora explora serviços de comunicação digital na tela de login e não há ônus a prefeitura (PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS, 2018b).
<b>Ribeirão Preto</b>	
<b>RiberOn</b>	Aplicativo que disponibiliza diversas informações, como por exemplo, a localização dos radares da cidade, telefones úteis municipais, as últimas notícias, a agenda do prefeito, eventos que irão acontecer, e também redireciona os usuários para outros aplicativos da prefeitura, como o Fala Cidadão, Escola em Ação, Saúde Digital e para os perfis de redes sociais da prefeitura (CODERP, 2018a).
<b>Fala Cidadão</b>	Este aplicativo foi desenvolvido para realizar o registro de solicitações dos

	<p>cidadãos e encaminha-las aos órgãos responsáveis pelo atendimento das demandas. No portal da CODERP, dispõe a informação de que possui 7.453 usuários ativos. Por meio dele, é possível realizar solicitações de serviços de saúde, conservação pública, fiscalização, meio ambiente, trânsito e outros. Na aba de solicitações de saúde, por exemplo, é possível realizar denúncias de não utilização de máscaras durante a pandemia, denúncias de falta de higiene e ratos em estabelecimentos comerciais e residenciais, locais com recipientes com acúmulo de água e locais com focos de dengue (CODERP, 2017, 2021a).</p>
<b>Aprovação Digital de Projeto Simplificado</b>	<p>Tem como objetivo possibilitar o cadastro de projetos de construção, emissão de habite-se, alvarás, emissão de certidões e também executa o envio das obras e habite-se aprovadas ao INSS. Possui duas secretarias envolvidas neste sistema, a Secretaria da Fazenda e a Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano. Possui 204 usuários ativos, segundo o portal da CODERP (2021a).</p>
<b>App Saúde Digital</b>	<p>Este aplicativo disponibiliza informações aos usuários sobre o controle de vacinas, as consultas médicas agendadas, os exames médicos agendados, os medicamentos retirados nas unidades de saúde e o estoque atual de medicamentos e os resultados de exames que estão disponíveis (CODERP, 2018b).</p>
<b>Geoprocessamento</b>	<p>Disponibiliza um mapa do município de Ribeirão Preto, onde podem ser habilitadas algumas camadas com informações sobre os setores referentes a cada unidade básica de saúde, a localização dos órgãos municipais, os centros de saúde e educação, pontos de interesse na cidade, hospedagem, segurança e as comunidades da cidade. Permite também medir distâncias e áreas no mapa (CODERP, 2021b).</p>
<b>Educação</b>	<p>Este aplicativo permite que os responsáveis pelos alunos da rede municipal acompanhem o diário do aluno, recebam avisos e acompanhem o calendário escolar (CODERP, 2018c).</p>
<b>Ribeirão Digital</b>	<p>A cidade disponibiliza acesso gratuito ao WiFi em 25 pontos da cidade. Um portal de notícias veiculou que em março de 2018 já possuía 33.348 usuários cadastrados no sistema (GOMES, 2018; PREFEITURA DE RIBEIRÃO PRETO, 2020).</p>
<b>Ribeirão Ponto a Ponto</b>	<p>O website permite que sejam consultadas informações em tempo real das linhas de transporte coletivo. Informa ao usuário um planejamento de viagem a partir dos dados de partida e chegada preenchidos, os trajetos percorridos por cada linha, bem como, as linhas e pontos mais próximos do local informado. Permite também que essas informações sejam acessadas pelo aplicativo Cittamobi (RITMO, 2015).</p>
<b>Sistema de Tramitação de Documentos</b>	<p>Busca auxiliar a organização pública na localização, identificação e acompanhamento dos documentos em trâmites entre órgãos e setores municipais. Permite verificar o cadastro de documentos, anexar documentos complementares, armazenar e consultar documentos digitais, e ainda gerar relatórios desta documentação. Este sistema envolve dez secretarias distintas (CODERP, 2021a).</p>
<b>Sistema de Contratos e Convênios</b>	<p>Viabiliza o controle dos contratos das empresas prestadoras de serviços. Realiza o alerta sobre os prazos de vencimentos, controle dos faturamentos e agenda e armazena documentos sobre estes contratos (CODERP, 2021a).</p>
<b>Sistema para Controle de Frotas</b>	<p>Viabiliza o controle de veículos do município através de cadastros com informações sobre as alocações, as manutenções realizadas e os custos. É possível também realizar os registros de entrada e saída destes veículos, cadastrar motoristas e sua habilitação (CODERP, 2021a).</p>
<b>Sistema de Controle de</b>	<p>Permite realizar o controle das fichas de notificação da secretaria de saúde para suporte na vigilância de doenças. Através dele é possível manter</p>

<b>Zoonoses</b>	cadastro de notificação de casos de dengue, de suspeita e pacientes diagnosticados, bem como, gerar relatórios e disponibilizar estes dados ao departamento de geoprocessamento (CODERP, 2021a).
<b>Sistema SIS Criança - Programa Floresce Uma Vida</b>	Pretende auxiliar a secretaria de saúde no acompanhamento de informações relacionadas à saúde de recém-nascidos para análise de políticas públicas. Contém dados de bebês recém-nascidos, vacinas, agendamentos e testes de pezinho (CODERP, 2021a).

**Fonte:** Elaborado pela autora.

Foi encontrado através do portal da Prefeitura de Aracaju, a iniciativa de um programa de modernização em implementação iniciado em janeiro de 2017, denominado AjuInteligente, que buscou unir a tecnologia e a sustentabilidade, por meio da oferta de mais de mil serviços oferecidos virtualmente, resultando na diminuição da circulação de papel nos setores da administração (AGÊNCIA ARACAJU DE NOTÍCIAS, 2021e).

Este projeto iniciou com a elaboração de um planejamento estratégico que definiu os objetivos e metas da cidade de 2017 a 2020 (PREFEITURA DE ARACAJU, 2017). Este planejamento definiu quatro focos estratégicos, onde um deles trouxe informações pertinentes ao uso de tecnologias e demonstra vínculos ao nosso estudo. Com a estratégia de tornar Aracaju uma cidade inteligente, humana e criativa, a cidade deseja os seguintes resultados: ampliação do acesso aos serviços públicos e promover o desenvolvimento da cidade por meio da tecnologia; buscar excelência, eficácia e eficiência dos processos e serviços através do uso de tecnologias e da inovação; implantação de um Sistema de Mobilidade Urbana inteligente para os cidadãos.

A partir desta estratégia, a prefeitura definiu alguns projetos para o cumprimento de suas metas. Um dos projetos diz respeito a uma plataforma web e aplicativo que promoverão a gestão colaborativa, e tem como objetivo a facilidade de acesso dos cidadãos aos serviços da prefeitura, obtenção de informações consolidadas para apoio à tomada de decisão e favorecer o engajamento dos cidadãos com a prefeitura e com a cidade (PREFEITURA DE ARACAJU, 2017). Estes resultados esperados vão ao encontro do que propõe o uso do CIM. Além disso, um novo planejamento estratégico está sendo elaborado pela prefeitura, nesta segunda etapa será realizado um levantamento situacional das metas determinadas anteriormente, e assim, definirá as estratégias seguintes que nortearão o município no quadriênio 2021-2024 (PREFEITURA DE ARACAJU, 2021d).

A prefeitura de Campinas busca a transformá-la em uma cidade inteligente, humana e sustentável. Esta transformação iniciou com a elaboração do Plano Estratégico Campinas Cidade Inteligente (PECCI) 2019-2029, que conta com o diagnóstico da situação atual do



município em relação aos sistemas, infraestrutura de TICs e serviços disponibilizados ao cidadão (SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2019).

Este diagnóstico realizado apontou algumas lacunas existentes, que necessitam serem superadas para a transformação digital da cidade. Algumas das lacunas mais relevantes para o nosso estudo, que se forem realizadas podem contribuir para implementação do CIM são: a ausência de padronização nas soluções de TICs existentes; a baixa integração dos dados; uso limitado dos dados disponíveis; o diminuto nível de engajamento dos cidadãos; a precária comunicação entre poder público e o cidadão; baixo empenho para o estímulo à participação pública; a falta de trabalho colaborativo entre os agentes públicos e secretarias; e a baixa integração entre entidades públicas, privadas e instituições de ensino.

A respeito da infraestrutura tecnológica de Campinas, o diagnóstico por eles realizado, apontou que existe atualmente infraestrutura de rede fibra óptica ao longo de 120 km de extensão e está sendo ampliada, esta rede conecta 90 prédios públicos, com a expansão prevista, chegará a 190 locais atendidos. Apontou também que a Central Integrada de Monitoramento de Campinas (CIMCamp) possui uma rede de fibra óptica a parte com cerca de 200 km em alguns pontos sobrepondo a rede citada anteriormente, esta é responsável pela interligação das câmeras de segurança do município e pelas 273 unidades da Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A (Sanasa), que também é uma empresa pública do município. Além disso, está em fase implantação da rede LPWAN (*Low Power Wide Area Network*), que é uma tecnologia de transmissão de dados sem fio em baixa potência voltada para aplicações de Internet das Coisas (IoT).

A cidade de Campo Grande conta com um projeto denominado Conecta Campo Grande, que intenta tornar a cidade mais inteligente, de responsabilidade da AGETEC (Agência Municipal de Tecnologia e Informação) que tem o propósito de disponibilizar informações à comunidade e possibilitar uma comunicação mais acessível aos cidadãos (PREFEITURA DE CAMPO GRANDE, 2021j).

A AGETEC realizou um planejamento estratégico para definição de um plano de metas de curto prazo de projetos de TI. Neste documento consta uma análise SWOT realizada no município, que identificou algumas fraquezas existentes no departamento e na infraestrutura da cidade como, por exemplo, o tamanho da equipe, a capacitação, a infraestrutura de TI do município, a cultura de fazer e não planejar, a falta de clareza nas definições dos conceitos dos projetos, indefinição da gerência, lentidão das iniciativas, entre outras (DPROJ /AGETEC, 2018). Para corresponder a estas falhas identificadas foram definidas as seguintes estratégias: realizar ciclos de capacitações e treinamentos, solicitar aquisição de *software / hardware*,

revisar e atualizar documentos padrão, criar o processo de auditoria interna, elaborar ações em conjunto com outras diretorias. Este documento, definiu estratégias de maneira vaga, sem definições precisas do plano para realização das estratégias, sem definição de prazos e orçamentos, desta forma, nota-se que o documento está em desacordo com seu objetivo, e ainda, apresenta falhas como as que foram detectadas pela análise SWOT como, por exemplo, a falta de clareza nas definições dos projetos.

Após uma busca exaustiva nos portais da prefeitura de Franca, foi verificada a existência de poucas ferramentas tecnológicas implementadas na cidade. No entanto, recentemente, houve a publicação da Lei nº 9.020, de 20 de abril de 2021, que dispõe sobre a implantação do conceito de Cidades Inteligentes no município. Esta lei estabelece os princípios e regras que nortearão a transformação do município no conceito de cidades inteligentes, e a implantação de infraestrutura, dispositivos e equipamentos (PREFEITURA MUNICIPAL DE FRANCA, 2021).

A cidade de Florianópolis possui um laboratório de inovação, onde reúne empresas que desenvolvem soluções inteligentes no contexto de segurança pública, mobilidade urbana, saúde, educação, que envolvem soluções tecnológicas para melhoria da qualidade vida da população. Com esta iniciativa, as empresas selecionadas podem trabalhar em espaços de *coworking* existentes na cidade, e também podem implantar soluções e testá-las em ambientes reais, em parceria com a prefeitura.

A seleção de empresas interessados na participação do programa *Living Lab* Florianópolis e as soluções tecnológicas que serão testadas, ocorrem por meio de editais. O *Living Lab* se responsabiliza por dar suporte às empresas para testes e validações de soluções inovadoras, cria condições para aprimoramento das soluções com a experiência de uso dos clientes e dá visibilidade às soluções desenvolvidas.

A informações relatadas sobre as tecnologias implantadas na prefeitura de Ribeirão Preto, foram consultadas por meio de visitas nos portais do município, grande parte das informações sobre os aplicativos e sistemas estavam de fácil acesso por meio do website da CODERP (CODERP, 2021a). A empresa CODERP, da prefeitura, é responsável pelo desenvolvimento do *software*, pelos serviços de instalação, equipamentos, treinamento e suporte das soluções tecnológicas implementadas no município.

A empresa CODERP elaborou um plano diretor de TICs, nele foram apontados alguns problemas nas tecnologias implementadas como, por exemplo, que os processos de gestão e execução de TIC são realizados pontualmente de forma individual, sem um padrão de execução estabelecido, tornando-se dependente do conhecimento de determinadas pessoas para a execução.

Além disso, identificou que os critérios utilizados para o atendimento das solicitações e atividades não são claros, não há integração entre aplicações para subsidiar prefeitura para tomada de decisões e a falta de um grupo técnico para subsidiar o controle das atividades e iniciativas de TIC (PREFEITURA DE RIBEIRÃO PRETO, 2020).

Para solucionar estes problemas, foram estabelecidos os seguintes princípios que guiarão a atuação futura: integração sistêmica, para gerar informações assertivas sobre os serviços prestados e sobre as necessidades da população, e também buscar soluções que possam ser utilizadas pelos municípios da região metropolitana; governança de TIC, recurso fundamental que deve ser utilizado para uma prestação de serviço ágil e eficiente, e requer uma governança ativa para evitar obsolescência e garantir a consistência tecnológica e a continuidade dos serviços; serviço de qualidade ao cidadão, o propósito deve ser a promoção da qualidade do serviço prestado ao cidadão, deverá buscar a implementação de padrões de dados abertos, e atendendo a LGPD; previsão orçamentária para TIC, devem ser pautadas na sustentabilidade econômica, buscando sempre que possível a redução dos custos, parcerias e fontes de financiamento (PREFEITURA DE RIBEIRÃO PRETO, 2020).

Em suma, por meio das buscas realizadas, identificamos seis aplicações tecnológicas na cidade de Aracaju; oito na cidade de Campinas; doze na cidade de Campo Grande; duas na cidade de Franca; dez na cidade de Florianópolis; e treze na cidade de Ribeirão Preto. Vale destacar que o respondente de Ribeirão Preto declarou sua cidade como pouco tecnológica, no entanto, apresentou-se nesta pesquisa com o maior número de aplicações tecnológicas em uso.

Os resultados obtidos até o momento através das tecnologias aqui descritas, foram declaradas pelos respondentes conforme o Quadro 8 a seguir.

**Quadro 8.** Resultados obtidos a partir da implementação das tecnologias.

<b>Respondente</b>	<b>Resultados obtidos até o momento</b>
Aracaju	Ainda não foram computados todos os resultados, mas, parcialmente, já notamos um avanço através do sistema de governo digital (1doc) que os processos estão bem mais rápidos e com tempo de conclusão menor e com entrada, na sua grande maioria pelo canal não presencial.
Campinas	Melhor integração, respostas rápidas, acesso à informação, cruzamento de dados.
Campo Grande	Extremamente positivos, a população aceitou com muita facilidade o sistema e a prefeitura utiliza diariamente para atender as suas necessidades. Neste ano já passamos de 220 mil visualizações da página do SISGRAN.
Franca	Solucionou diversas lacunas de informação que se reservavam praticamente à experiência de servidores mais velhos e sistematizou muitos procedimentos. Mas ainda há muito o que melhorar na transmissão de dados entre as plataformas e a simplificação de procedimentos.

Florianópolis	Melhoria na qualidade dos serviços públicos.
Ribeirão Preto	Os resultados são em sua maioria setoriais, gerando benefícios de eficiência e controle da informação para a unidade responsável pelos dados, ex.: o Departamento de Água e Esgoto se beneficia do cadastro da rede instalada, porém o mesmo não está acessível nem é utilizado por outros departamentos.

**Fonte:** Elaborado pela autora.

### c) As motivações para as implementações e as dificuldades encontradas:

Para responder a este tópico, foi questionado aos respondentes quais as dificuldades encontradas na implementação e quais as motivações para a implementação destas tecnologias em uso atualmente na cidade.

Franca relatou a dificuldade do uso de tecnologias por servidores idosos, pois exigem um notório empenho e especial disposição para treinamento e operação. Outra dificuldade relatada foi em relação à burocracia nos procedimentos que necessitam de autenticações manuais, e isto faz com que seja dificultada a implementação de tecnologias que reestruturem estes processos. E como motivação para as implementações vigentes, relatou a grande dificuldade de acompanhar os processos quando tramitam entre os setores e a falta de organização nos bancos de dados e nos arquivos da prefeitura, e salientou que *“um controle falho resulta em má gestão, gastos acima do necessário, abertura de possibilidades para a corrupção e o mau emprego dos esforços e verbas em ações que não podem ser mensuradas corretamente”*.

A cidade de Campinas ressaltou também resistência ao novo por servidores antigos e as burocracias existentes como sendo as dificuldades primordiais. Relatou que a motivação para tais implementações foi a necessidade de cruzar várias informações para avaliar problemas complexos, auxiliar na tomada de decisão e fornecer respostas rápidas para o cidadão.

De maneira análoga às dificuldades relatadas pelo servidor de Campinas, o respondente de Aracaju ressaltou dificuldades em relação ao engajamento dos servidores para implantação das soluções disruptivas. Declarou que a motivação para estas implementações tecnológicas, foi para realizar a coleta e estruturação de dados que auxiliassem as políticas públicas e para melhoria de acesso aos serviços da cidade.

Ribeirão Preto apontou como empecilho a inexistência de uma gestão da informação, o que, segundo o respondente dificulta a integração dos diferentes setores e destacou que a motivação para tais implementações foi proporcionar a melhoria da qualidade dos serviços prestados aos cidadãos.

O respondente de Florianópolis informou que a dificuldade enfrentada é em razão da

falta de mão de obra especializada na prefeitura, o que causa excessiva dependência de fornecedores terceirizados. Revelou também que tais implementações buscaram consolidar as informações de forma precisa e ágil, para suporte de ações e para a tomada de decisão tática ou estratégica.

E o respondente de Campo Grande declarou a falta de apoio para manutenção de tecnologias e padronização de dados, o que acarreta grande tempo para tornar os dados úteis à gestão. E informou que as motivações da implementação destas tecnologias foram aumentar a transparência e auxiliar a tomada de decisões dos gestores públicos.

Em suma, as motivações declaradas não demonstram ter sido alcançadas com tais implementações, tendo em vista os resultados que foram declarados e as informações divulgadas sobre as tecnologias.

### **5.3 Discussão do uso das tecnologias identificadas nas cidades**

Esta etapa da pesquisa correspondeu ao seguinte objetivo específico, verificar o atual estágio de uso tecnologias em cidades consolidadas, bem como, as dificuldades enfrentadas, as motivações de implementação e os resultados esperados e obtidos com as aplicações vigentes. As respostas para este objetivo foram apresentadas abaixo e discutimos de que forma estas tecnologias poderiam agregar nas decisões da cidade quando integradas a uma plataforma CIM. Foi verificado que algumas das tecnologias possuem potencial quando integradas a uma plataforma CIM, no entanto, não foi possível verificar se esta integração apresentará problemas de incompatibilidade, devido a linguagens de programação ou até mesmo pela padronização dos dados.

Para a identificação das tecnologias das cidades, em conjunto com a verificação das respostas dos representantes das cidades, foram realizadas exaustivas buscas nos portais, redes sociais e documentos oficiais das cidades. Verificou-se que estas informações são pouco difundidas pelas prefeituras, e também não há uma centralização destas.

A dificuldade maior foi na busca de informações da prefeitura de Franca, foi verificado que não havia muitas tecnologias implementadas na cidade, e foram encontradas somente as relatadas pelo respondente da cidade. A prefeitura de Florianópolis, concentra grande parte das informações em sua rede social *Facebook*, com vagas informações. A prefeitura de Campo Grande, disponibilizou as informações em seu portal da *web*, na aba de notícias, entretanto, as informações disponibilizadas eram muito rasas e, para o entendimento e descrição destas tecnologias, foi necessário a instalação, *login* e uso da tecnologia para poder compreender do

que se tratava. As informações apuradas de Ribeirão Preto, estavam de fácil acesso, todas reunidas em um mesmo portal, porém, haviam diferentes níveis de informação entre um sistema e outro, em determinadas descrições haviam os setores que utilizavam tais sistemas, em outros havia o número de cadastros realizados em determinado sistema, porém não havia a data da atualização das informações. As tecnologias de Campinas, em sua maioria, estavam dispostas no documento de planejamento estratégico elaborado pela prefeitura, porém com informações rasas. A cidade de Aracaju, demonstrou uma comunicação melhor dos planos e das implementações realizadas, todas reunidas em seu portal de notícias com declarações de representantes sobre suas aspirações de expansão e resultados verificados.

Em geral, tais prefeituras não informam de que forma os dados gerados pelo uso das tecnologias têm sido armazenados, tratados, e nem mesmo, como e se estes dados são utilizados para embasar decisões. Dito isto, é evidente que serão necessárias adequações nos sistemas existentes, para integração destes dados, e também em relação ao armazenamento, tratamento, utilização e a disponibilização de informações a interessados. Para estabelecer uma perspectiva de uso do CIM, a partir da integração das aplicações existentes, foram discutidas e exemplificadas abaixo as tecnologias identificadas nas cidades que demonstraram aplicabilidade para o uso em uma plataforma CIM.

Todas as cidades do estudo possuem bilhetagem eletrônica, um sistema para pagamento das passagens de transporte público que utiliza créditos eletrônicos, e também possuem GPS instalados nos ônibus, que registram a localização dos veículos em tempo real. Estes seriam relevantes dados para serem integrados à plataforma CIM e, desta forma, poder realizar análises das demandas das linhas de maneira mais efetiva e possibilitar um melhor planejamento da oferta deste serviço. Estes dados, após passar por um processo de criptografia, poderiam ser disponibilizados em acesso aberto para futuras pesquisas. Algumas pesquisas demonstraram a aplicabilidade dos dados do sistema de bilhetagem eletrônica e GPS para realizar pesquisas de origem e destino nos municípios (GALDINO, 2018; PFITSCHER, 2019). As pesquisas de origem e destino seriam uma importante análise viabilizada pela plataforma CIM, assim como, simulações para verificação dos impactos decorrentes de empreendimentos enquadrados como Polos Geradores de Tráfego (PGT), para subsidiar a elaboração de Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) e Relatório de Impacto de Vizinhança (RIV), pois estes estudos devem ser realizados de forma abrangente e holística, considerando impactos em diferentes campos da cidade. O CIM também poderia viabilizar a avaliação e visualização das propostas mitigadoras de impacto elaboradas pelos responsáveis técnicos dos empreendimentos a serem construídos, pois, estes devem ser analisados abrangendo diferentes departamentos como, por exemplo, os

departamentos de transporte e meio ambiente, para estas análises é necessário que estes departamentos trabalhem em conjunto para aprovar ou sugerir melhorias nas propostas.

A empresa concessionária do transporte coletivo de Franca, disponibiliza o acesso a uma planilha onde consta o número de passageiros por dia e por categoria (comum, escolar, especial, servidor, subsidiado e vale-transporte), porém, não há subdivisões por linhas ou por horários (EMPRESA SÃO JOSÉ LTDA, 2021). Estas informações passaram a serem divulgadas a partir da publicação da Lei Municipal Nº 9.046, de 15 de julho de 2021, que determinou que fossem publicadas mensalmente a bilhetagem eletrônica apurada a cada mês. No entanto, tais informações, tornam-se inservíveis ou subutilizadas, não trazendo serventia satisfatória para análises robustas, pois não apresentam informações relevantes ou examináveis.

O centro de controle e operação, que reúne imagens de câmeras de trânsito e de órgãos públicos espalhadas pela cidade, está em utilização em Aracaju, Campinas, Franca e Florianópolis. Quando integradas ao CIM, funcionariam como um local que apresentaria informações em tempo real de câmeras, sensores e radares, neste local haveriam representantes de diversas áreas trabalhando em conjunto em ações que necessitem de monitoramento e deliberações imediatas. Por exemplo, no momento de um acidente de trânsito, verificado pelas câmeras instaladas nas vias, os operadores do centro de controle verificariam em tempo real o efeito causado no fluxo viário, podendo solicitar equipes de trânsito ao local para desviar o trânsito, liberar uma faixa da pista contrária ou até mesmo interditar determinada pista, enviando comandos às equipes de trânsito no local com base na visualização do impacto causado no entorno. Poderia também recomendar um melhor trajeto para as equipes de resgate chegarem até o local, e ainda, controlar os tempos de abertura dos semáforos do entorno para que não provocasse um extenso engarrafamento. Com a associação do uso de radares e câmeras inteligentes instaladas pelas vias, que realizam e registram a leitura automática de placas de veículos, quando comparadas com o banco de dados, poderiam verificar quaisquer pendências, seja em relação a registros de roubos e furtos, até mesmo pendências financeiras, e poderiam também fornecer a rota traçada por determinado veículo com base nos registros de leituras de determinada placa.

Com a plataforma CIM em funcionamento, as centrais de solicitações trabalhariam em conjunto com o centro de controle e operação, onde as solicitações realizadas via portais *web*, aplicativo e telefone seriam inseridas no sistema informando sua localização para possibilitar embasar decisões. Com base na sua localização e nas imagens verificadas em tempo real, os operadores da central determinariam as equipes necessárias para a solução do problema apontado na solicitação.

As cidades estudadas possuem centrais de solicitações online, na cidade de Aracaju foi denominada de AjuInteligente, em Campinas foi chamada de Portal do Cidadão, em Campo Grande foi denominada como Fala Campo Grande, em Franca foi denominada como Protocolo Eletrônico e em Ribeirão Preto denominada como Fala Cidadão. Os portais das cidades do estudo aparentemente trabalham de forma descentralizada, enviando estas solicitações somente a um departamento sem apurar ou requisitar informações complementares ao solicitante.

Um exemplo de como poderia funcionar estes portais de solicitações quando integrado à plataforma CIM, é quando se registra a ocorrência de uma queda de árvore em uma via de grande fluxo, que compromete a fluidez do trânsito, a solicitação da retirada será enviada ao departamento de serviços de infraestrutura da prefeitura e, no momento da solicitação, informações mais detalhadas podem ser solicitadas ao cidadão requerente como, por exemplo, se houve comprometimento da rede elétrica, ou então, danos em edificações e automóveis e, em caso positivo, encaminhar a solicitação de serviço também à concessionária de energia, defesa civil ou corpo de bombeiros.

Além disso, estes portais de solicitações poderão fornecer dados para análises de frequência de ocorrências de determinadas solicitações em um mesmo local, para se tomar decisões para propor soluções mais abrangentes e eficientes, e assim, reduzir esta ocorrência. Um exemplo disso, seria a verificação da ocorrência frequente de quedas de árvores em determinada região, a partir desta verificação poderá ser solicitada uma análise mais abrangente da arborização da região, sendo encaminhada à secretaria de meio ambiente do município. Outro exemplo disto, seriam solicitações de tapa buracos em pistas de rolamento que, quando ocorridos frequentemente em um mesmo local, podem indicar a necessidade de um recapeamento em toda a pista, ou até mesmo análises para verificação da resistência da pavimentação do local, se ocorreu algum problema construtivo, ou ainda, se o fluxo do local está acima do dimensionamento previsto no projeto de pavimentação da via.

O portal ClimAju, da cidade de Aracaju, apresenta um grande potencial para ser integrado à plataforma CIM, pois com as informações contidas nele, aliado a sensores de medição do nível da água em córregos urbanos, é possível informar aos cidadãos, em tempo real, das áreas afetadas pelas enchentes e as vias que ficarão inacessíveis. E ainda, forneceria informações para retroalimentar a plataforma, fazendo com que nas próximas ocorrências as informações sejam mais precisas e forneçam avisos com base na previsão de precipitação, funcionalidade semelhante ao que propôs White et al. (2021).

Os semáforos inteligentes, implementados nas cidades de Aracaju e Campinas, apresentam um importante potencial quando aliado à plataforma CIM, pois estes possibilitam



ajustes no tempo de abertura e fechamento do semáforo e, se associado a sensores de fluxo, podem retroalimentar a plataforma e fornecer um ajuste otimizado para os cruzamentos em horários distintos, que seriam comandados pela central de operações quando houvesse a ocorrência de um imprevisto, ou então ajustado com base na análise histórica dos dados da via.

A possibilidade de identificar se não há outro veículo no cruzamento, permite que o semáforo permaneça aberto para a via onde há fluxo, fazendo com que os condutores não fiquem parados esperando a abertura. Em entrevista, o superintendente de Transporte e Trânsito de Aracaju destacou que isso tem evitado a ocorrência de roubos nos cruzamentos onde estes semáforos estão implementados. Os dados dos sensores de fluxo das vias, apresentam um enorme potencial para uso em pesquisas quando disponibilizados em acesso aberto, como tem sido feito no portal da cidade de Dublin, onde são disponibilizados mapas interativos e os interessados podem clicar e verificar os dados dos sensores de ruído e tráfego espalhados pela cidade, fornecendo informações das últimas leituras realizadas (DUBLIN, 2021).

Os aplicativos de saúde, identificados na cidade de Aracaju, Campinas e Ribeirão Preto, apresentam a possibilidade de fornecer serviços à população de maneira mais otimizada, com base no uso anterior, podendo sugerir retornos a uma especialidade médica ou alertas para exames de rotina. Pode, ainda, possibilitar avisos de encaixes quando ocorrer algum horário vago. Com a integração a plataforma CIM, poderia fornecer dados especializados dos casos de doenças infecciosas como realizado durante a pandemia de Covid, onde diversas cidades realizaram o cruzamento da ocorrência dos casos com a geolocalização dos infectados. Isto, por exemplo, poderia ser realizado para ocorrência de outras doenças, como a dengue, e fornecer informações às equipes de vigilância epidemiológicas dos locais com maior ocorrência de casos, para intensificar a fiscalização nestes locais, verificando terrenos baldios e imóveis desocupados.

O aplicativo TagCity, o portal Mapas da rede de Florianópolis e o Participa Campo Grande, quando aliados à plataforma CIM, poderiam enviar avisos sobre eventos e opções de lazer, baseado nas preferências do usuário e na sua localização. Associando o CIM ao uso dos *QR codes*, poderiam ser contabilizados o número de usuários presentes em determinados locais, verificando o fluxo por horário, e assim, verificar uso das áreas urbanas como forma de lazer, e quando o usuário realizar o *check-in* no local, poderiam ser solicitados *feedbacks* sobre as percepções e sugestões para melhorias nos locais, para fornecer subsídios para decisões do governo.

Os portais de aprovação de projetos de construção, verificados nas cidades de Campinas, Campo Grande e Ribeirão Preto, se integrados à plataforma CIM com o

requerimento de projetos em formatos BIM, poderiam ser verificados automaticamente se estão seguindo as diretrizes de uso e ocupação do solo, se os índices deste empreendimento se enquadram nas regras do local a ser inserido, bem como, poderiam ser realizadas análises mais abrangentes tanto para os órgãos de aprovação quanto para os responsáveis técnicos do projeto, por exemplo, análises de exposição solar e sombras levando em conta as construções do entorno, verificar a possibilidade de uso de placas para produção de energia solar, simulações para investigar a possibilidade de formação de túneis de ventos e ilhas de calor urbano e o aumento da demanda de uso de água, esgoto e resíduos sólidos urbanos.

Os pontos de WiFi público foram verificados nas cidades de Aracaju, implementados em escolas públicas, e em Campinas, Campo Grande, Florianópolis e Ribeirão Preto, espalhados pela cidade em praças, parques, órgãos municipais, hospitais e terminais de transporte coletivo. Estes locais permitem o acesso à internet gratuita a qualquer interessado e constituem uma iniciativa de mitigação de desigualdades de acesso à internet. No entanto, o acesso ainda é restrito, haja vista que há um número ínfimo de pontos espelhados pela cidade. Por esta razão, é de extrema importância que as ações sejam conduzidas de forma planejada e busquem reduzir ainda mais as desigualdades de acesso presentes na cidade.

Em suma, as dificuldades relatadas foram com relação à resistência ao uso de tecnologias por servidores; burocracia nos procedimentos; falta de suporte técnico especializado; e dependência de fornecedores terceirizados. Algumas destas dificuldades foram também relatadas no estudo de Eadie et al. (2014), que investigou as barreiras de implementação do BIM no Reino Unido, evidenciaram as seguintes dificuldades: a falta de suporte da alta administração ao introduzir novas tecnologias; o custo de implementação para adquirir licenças de uso de *software* e para treinamento de uso da equipe; mudanças requeridas para introduzir novos processos; incertezas sobre os benefícios desta adoção; e a resistência da equipe à adoção de novas tecnologias. Dificuldades semelhantes também foram relatadas por Rogers, Chong e Preece (2015) na investigação da adoção do BIM na Malásia.

Finalmente, as tecnologias identificadas nestas cidades, apresentam um potencial limitado se agregadas ao CIM, por mais que estas tecnologias possam fornecer dados relevantes para a consolidação de informações, não é possível identificar a tendência de expectativa de aplicação do CIM nas cidades do estudo. Dito isto, será necessária uma árdua transformação para que estas cidades efetuem o CIM.

#### 5.4 Aplicação dos níveis de maturidade do CIM aos estudos de caso de cidades brasileiras

De forma análoga à verificação dos estudos de caso presentes na literatura, faremos nesta seção a verificação da alocação nos níveis de implementação do CIM dos estudos de caso das cidades brasileiras consultadas.

**Quadro 9.** Aplicação dos níveis de maturidade do CIM a estudos de caso cidades brasileiras participantes da pesquisa.

Cidade	Níveis de maturidade do CIM	Justificativa
<b>Aracaju</b>	Nível 2 – Armazenam dados provenientes das tecnologias e os aplica como informações gerenciais	Nesta cidade, de maneira ainda incipiente, é possível identificar o uso dos dados gerados, por exemplo, o portal ClimAju sincroniza os dados dos sensores instalados pela cidade em tempo real, e com estes dados aliados a previsão do tempo, alertas de riscos são emitidos à população e auxiliam também na gestão de ações preventivas. Com aplicativo Mais Saúde Cidadão a prefeitura tem permitido avaliações de cada etapa de atendimento e dos profissionais que realizaram o atendimento do usuário. Possui também um plano com metas estabelecidas para ofertar mais tecnologias e melhorias nas já existentes.
<b>Campinas</b>	Nível 1 – Possui TICs implementadas	Conforme apontado no diagnóstico realizado pela prefeitura, a cidade não aplica a integração de dados, um dos requisitos para a alocação no nível 2. A cidade dispõe de algumas tecnologias implementadas, no entanto, de acordo com as informações disponíveis, elas não apresentam uma transformação significativa em relação à oferta de serviços por meios analógicos.
<b>Campo Grande</b>	Nível 1 – Possui TICs implementadas	A cidade conta com algumas TICs implementadas, mas não há muitas informações disponíveis sobre a sua utilização. Desta forma, entende-se que há uma comunicação ineficiente entre cidadão e prefeitura, e ainda, de acordo com a resposta do representante da cidade, não houve uma contribuição significativa, como a que se espera de uma cidade inteligente e do CIM.
<b>Franca</b>	Nível 0 – Proposição do uso de tecnologias	A prefeitura apresenta apenas duas tecnologias implementadas, ofertando limitados benefícios aos cidadãos e à organização pública. No entanto, foi estabelecida uma lei municipal que demonstra a intenção da prefeitura em

		implementar mais soluções tecnológicas para transformação da cidade. Sendo assim, a cidade enquadra-se no primeiro nível de maturidade do CIM.
<b>Florianópolis</b>	Nível 1 – Possui TICs implementadas	Esta cidade, possui de maneira geral algumas aplicações tecnológicas, e de acordo com seu representante, tem investido no estabelecimento de PPPs (parcerias público-privadas) e em tornar atrativo a instalação de mais empresas de inovação por meio da Rede de Inovação Florianópolis, uma iniciativa da prefeitura em conjunto com Associação Comercial e Industrial de Florianópolis (ACIF) e Associação Catarinense de Tecnologia (Acate).
<b>Ribeirão Preto</b>	Nível 1 – Possui TICs implementadas	De forma geral, a prefeitura de Ribeirão Preto demonstra maior preparo para implantações tecnológicas, em relação às demais cidades, possui um departamento específico para fornecer assistência às soluções tecnológicas que são desenvolvidas pela própria agência. No entanto, não foi constatada a integração dos dados, e nem mesmo utilização destes como informações para embasar decisões, critério exigido para o nível 2 de maturidade.

**Fonte:** Elaborado pela autora.

Nas cidades avaliadas nesta pesquisa, grande parte das tecnologias implementadas possuíam poucas informações disponíveis, o que reforça a ideia de que a comunicação entre prefeitura e cidadãos tem sido precária. A demonstração dos benefícios adquiridos pelo uso destas tecnologias implementadas, seriam um eficiente ponto de partida, apresentando informações como, por exemplo, da adesão das tecnologias, da redução na demanda de atendimento presencial, redução do tempo de resposta. Observa-se que a transparência em relação aos gastos públicos só foi alcançada quando houve esta requisição pelo governo, dessa forma, conclui-se que um caminho para efetivar essa transparência é a exigência dessas informações, quando houver a disponibilização de recursos financeiros de fontes externas para investimentos em infraestruturas tecnológicas nos municípios.

Embora nossos resultados das dificuldades enfrentadas pelas prefeituras brasileiras sejam similares a estudos publicados de implementações de tecnológicas em grande escala, houve limitação em relação ao número de cidades que participaram do estudo e limitou-se a um respondente para representar cada cidade. Portanto, é possível que nossos resultados tenham sido influenciados por estes fatores, conseqüentemente, novos estudos com um maior número de cidades e de respondentes podem ser conduzidos para confirmar estes achados. Tais

pesquisas podem ser conduzidas utilizando-se de entrevistas presenciais para reduzir a possibilidade de incertezas em relação às questões e ambiguidade de respostas, e assim, obter respostas com maior rigor para as perguntas.

Ainda, para verificar a percepção dos cidadãos em relação ao uso de tecnologias pelas prefeituras, recomenda-se que sejam conduzidas pesquisas de satisfação com usuários destas aplicações tecnológicas e, desta forma, sejam verificadas as melhorias percebidas, os problemas e as funcionalidades que poderiam ser agregadas para facilitar o seu uso. Sugerem também a verificação do conhecimento da população em relação às tecnologias disponíveis em suas cidades, se as utilizam, se percebem conveniências com esta utilização e de que forma são informadas sobre implementação e uso destas tecnologias.

Visto que as barreiras e dificuldades relatadas pelos respondentes das prefeituras na implementação de tecnologias foram semelhantes aos artigos que investigaram as dificuldades de implementação do BIM, o capítulo seguinte busca apresentar diretrizes para criação de um protocolo de implementação do CIM, que compreenda estratégias para mitigar estes problemas relatados, tomando como embasamento algumas indicações contidas na literatura da implantação do BIM e roteiros de implementações tecnológicas, pois estas encontram-se mais consolidadas que o CIM.

## **CAPÍTULO 6. DIRETRIZES PARA CRIAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE IMPLEMENTAÇÃO DO CIM**

A quinta e última etapa deste trabalho consiste na sistematização das informações obtidas nos capítulos anteriores, para cumprir o objetivo de construir uma proposta de diretrizes para implementação do CIM, as quais poderiam guiar a implementação no contexto brasileiro, a fim de se estabelecer etapas sequenciais e mitigar as potenciais barreiras de implementação, por exemplo, as que foram relatadas pelos representantes das cidades brasileiras participantes do estudo.

A partir da revisão sistemática de literatura, identificou-se um conjunto de parâmetros que seriam necessários em uma plataforma CIM. Os parâmetros identificados foram que a plataforma deverá disponibilizar dados abertos e atualizados da cidade, integrando-os à representação tridimensional e georreferenciada das edificações, bem como aos sistemas de infraestrutura da cidade, em conjunto com informações semânticas e as associações entre estes elementos, deverá também viabilizar o acesso simultâneo de diversos interessados à plataforma. Ainda, a revisão sistemática possibilitou identificar os benefícios ofertados pelo CIM à administração pública como, por exemplo, a visualização do efeito das políticas públicas, a efetivação da participação dos cidadãos, aperfeiçoamento nos processos de gestão e tomada de decisão, monitoramento de aspectos relativos à sustentabilidade e resiliência das cidades.

Além disso, com a revisão sistemática, foram verificadas as lacunas existentes que dificultam o desenvolvimento do CIM, tais como a integração de dados sem que haja perdas de informações, os requisitos dos dados que serão inseridos na plataforma e a definição de estratégias para a coleta e atualização dos dados. Desta forma, a revisão sistemática da literatura conferiu um panorama conceitual dos requisitos fundamentais que devem ser estabelecidos para o desenvolvimento de uma plataforma CIM. Este panorama foi tomado como base para a construção das diretrizes de implementação, de modo a aprovisionar suporte para o planejamento destas necessidades fundamentais do CIM.

Com base na análise dos níveis de implementação do CIM, foi possível observar os critérios impostos por cada nível de implementação — como a integração de dados, utilização de informações baseadas em dados, utilização de informações na tomada de decisões, a disponibilização de dados e a participação dos cidadãos no processo de tomada de decisão das cidades — assim como a hierarquização de tais critérios. Estes critérios e a sua hierarquização demonstraram a forma que esta implementação deve ser aplicada e planejada.

Com etapa de estudos de caso que incluiu a aplicação do questionário às prefeituras de

cidades brasileiras, foi possível verificar quais eram as dificuldades enfrentadas na implementação de tecnologias pela governança municipal das cidades. Intui-se que estas mesmas dificuldades seriam enfrentadas durante a proposição do uso do CIM no contexto dos municípios brasileiros. Diante disso foram propostos recursos para mitigação dessas dificuldades, o que ajudou a compor uma versão relevante das diretrizes de implementação, considerando entraves existentes atualmente nas prefeituras.

A alocação das cidades brasileiras participantes nos níveis de maturidade do CIM, nos forneceu uma compreensão do seu estado atual, e ainda, em conjunto com a análise das tecnologias em uso em cada umas das cidades verificamos as possibilidades que seriam oferecidas se estas tecnologias fossem incorporadas ao CIM. Por fim, os resultados das análises de todas estas implementações serviram como apoio para elaboração das diretrizes de implementação.

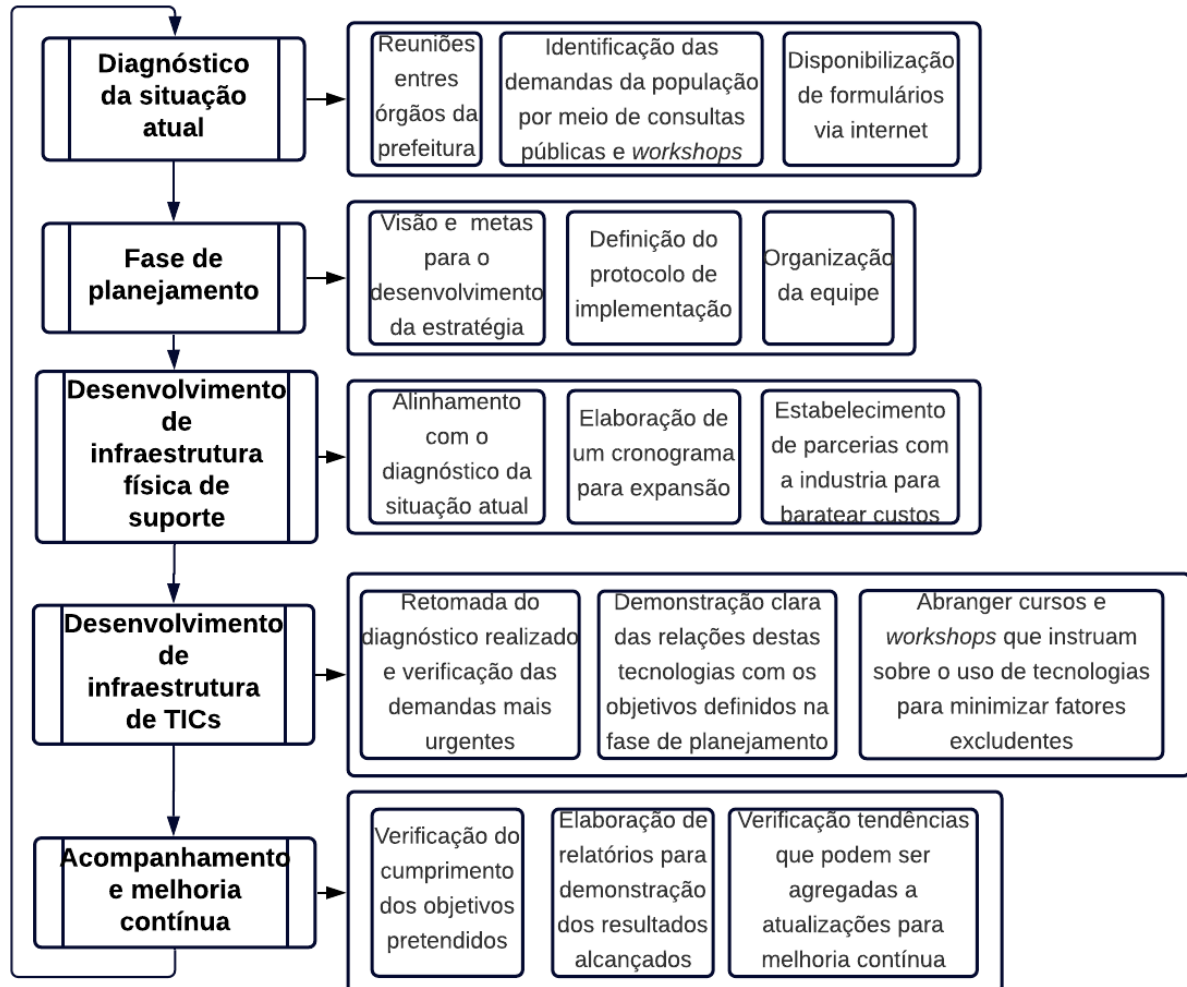
Para o desenvolvimento das referidas diretrizes tomou-se como embasamento teórico as diretrizes metodológicas de implementações de tecnologias estabelecidas e bem sucedidas como, por exemplo: a implementação do BIM, dados abertos e manuais de implementações de estratégias de desenvolvimento da cidade (CUNNINGTON; MEGGS, 2018; EUBIM TASKGROUP, 2017; WEBSTER; MULLER, 2006). Alguns roteiros de implementação de tecnologias, também serviram como embasamento para guiar tais recomendações, pois estes roteiros visam apoiar o planejamento e gerenciamento de tecnologias, estabelecendo planos explícitos para serem desenvolvidos a longo prazo (LEE; PHAAL; LEE, 2013; LEE et al., 2007).

É importante ressaltar, que diferente da implementação do BIM e de cidades inteligentes, não é concebível uma abordagem CIM que não se origine do governo, pois o CIM intenta, justamente, prover informações aos governantes tomadores de decisões, no entanto, pode promover benefícios a entidades privadas também. Portanto, define-se que o CIM deve ter uma coordenação de cima para baixo (ou *Top-Down*, como apresentada na literatura científica de cidades inteligentes). Esta abordagem deverá ser proposta pelo governo, e ele precisará fornecer a demonstração contínua dos benefícios oferecidos pelo CIM, os recursos financeiros para subsidiar e impulsionar as tecnologias, suporte técnico e orientação aos usuários e interessados, atuar como um regulador estabelecendo normas e padrões para o uso, exigindo o cumprimento destas normas e padrões pelas empresas prestadoras de serviços.

A literatura recomenda que este protocolo compreenda preliminarmente três etapas: planejamento, desenvolvimento e acompanhamento (BRAY; GARCIA, 1997; PROBERT; FARRUKH; PHAAL, 2003). Desta forma, para esta pesquisa, estas etapas foram subdivididas

e as atividades essenciais foram mais detalhadas para o desenvolvimento do CIM. Desse modo, cada uma das 5 fases é descrita abaixo na Figura 9.

**Figura 9.** Diretrizes para criação de um protocolo de implementação do CIM.



**Fonte:** Elaborado pela autora.

## 6.1 Diagnóstico da situação atual

Nesta etapa, é importante identificar os problemas que causam maiores desconfortos nas cidades como, por exemplo, alguns problemas urbanos que podem ser mitigados com CIM, mencionados por Amorim (2016b), como o suporte para a abordagem em problemas de tráfego, escassez de recursos como água e energia, gerenciamento de demanda de serviços públicos, dentre outros. Para isto, é importante reunir especialistas, para formulação de estratégias de envolvimento dos cidadãos e para obter opiniões sobre a priorização de demandas, semelhante ao que tem sido feito na cidade de Dublin, na Irlanda, conforme apresentado no CAPÍTULO 4



- NÍVEIS DE MATURIDADE DO CIM, onde as demandas eram decididas e discutidas por meio da realização de workshops com especialistas, consultas públicas com os cidadãos e eram disponibilizados formulários na internet para conquistar maior alcance e mais respostas.

Para esta etapa, recomenda-se a realização de entrevistas iniciais em todas as secretarias da prefeitura, para identificar a rotina de processos realizados em cada setor, e verificar os principais obstáculos presentes no fluxo destes processos, que impedem o fornecimento de um resultado melhor ou mais rápido. Com a realização destas entrevistas, surgirão sugestões dos envolvidos nestes processos, isto poderá trazer um maior envolvimento com a futura implementação e fornecer percepções valiosas para a proposição de tecnologias que serão integradas à plataforma CIM. Posteriormente às entrevistas, deverão ser feitas reuniões com os dirigentes das secretarias para validação dos levantamentos efetuados.

Esta etapa fornecerá um conjunto de problemas apontados pelos servidores da organização pública, estes problemas apontados também refletem as adversidades da população em geral. Ainda assim, para verificar a percepção dos cidadãos acerca dos problemas da cidade, poderão ser previstos formulários que relacionem problemas gerais, onde os cidadãos poderão relatar a sua compreensão do que é prioridade ou, até mesmo, após serem reunidas opiniões de especialistas envolvidos no desenvolvimento urbano de determinada cidade, poderão elencar os problemas primordiais, e após esta identificação disponibilizar formulários aos cidadãos para verificar, dentre os problemas primordiais elencados pelos especialistas, quais as prioridades para população em geral.

Nesta fase, também será verificado o que está implementado na cidade, tais como, infraestrutura de redes, sensores, sistemas, software, aplicativos, dispositivos disponíveis em cada setor, quais os setores apresentam fluxos em comum que poderiam trabalhar de forma integrada.

## **6.2 Fase de planejamento**

Esta fase dará clareza dos resultados esperados da implementação do CIM, identificando as características necessárias para esta implementação. Pois, embora a maioria das iniciativas e estudos de cidades inteligentes enfoquem menos a etapa de planejamento, esta é uma importante etapa para garantir o sucesso da implementação pretendida (MARZOUK; OTHMAN, 2020).

Nesta fase, será definida uma visão estratégica do que se espera para o futuro da aplicação do CIM, alinhando as partes interessadas em torno do mesmo propósito, comunicando as prioridades e desafios de cada local, demonstrando a relevância e os benefícios

pretendidos. Simultaneamente, deverá ser realizada a busca de referências e exemplos práticos disponíveis na internet para discussão de ideias pela equipe do projeto.

Cabe destacar também, nesta fase, que a implementação do CIM está de acordo com ações que se destacam internacionalmente, como o cumprimento das metas da ODS 2030, mais especificamente, relaciona-se ao objetivo número 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura: que busca construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação, e também coincide com ações nacionais como, por exemplo, a Política Nacional de Governo Aberto, o Programa de Transformação Digital e Estratégia de Governo Digital (BRASIL, 2018d, 2020a, 2020b).

Portanto, subdivide-se esta fase em três etapas, sendo elas:

**a) Visão e metas para o desenvolvimento da estratégia:**

Ter esta visão de maneira clara pode motivar a colaboração e trazer engajamento para a realização dos objetivos definidos, isto é, será necessária uma avaliação prévia para compreender as necessidades locais para, então, definir objetivos com os setores envolvidos e estimular a colaboração e participação dos cidadãos.

Esta visão deverá ser bem compreendida pelos profissionais envolvidos, em conjunto a materiais de apoio para auxiliar no estabelecimento de uma visão clara aos usuários, aos profissionais diretamente envolvidos na proposição, aos cidadãos e interessados. Uma eficaz forma de divulgação deverá ser adaptada de cidade para cidade, pois dependem de uma combinação de meios de comunicação, como TV, internet, redes sociais e rádio.

**b) Definição do protocolo de implementação:**

Nesta fase, precisará estabelecer um detalhado plano de ação, indicando as responsabilidades de cada setor envolvido, metas, cronogramas, requisitos iniciais e os resultados esperados para cada etapa. Lembrando que isso deverá ser monitorado e revisado ao longo de todo o processo de implementação.

É importante notar que deverá ser encontrado um equilíbrio entre objetivos de curto e longo prazo. Outro aspecto significativo, é que esta iniciativa apresente soluções para problemas vigentes, ou seja, considerando as necessidades específicas de cada cidade.

Está é uma importante etapa, segundo Lee, Phaal e Lee (2013) e Lopez-Ortega, Alcaintara-Concepcion e Vilorio (2006) para definir o que se espera destas implementações tecnológicas e como elas direcionam ao cumprimento da visão estabelecida, manifestando o alinhamento de cada tecnologia implementada ao objetivo maior, o estabelecimento do CIM.

**c) Organização da equipe:**

Almeja-se que esta equipe reúna especialistas da academia, indústria e gestores do

governo. Isto porque a literatura aponta que uma das notáveis características do CIM é a integração e o trabalho colaborativo (ALMEIDA; ANDRADE, 2018; BEIRÃO, 2014; DENG; ZHANG; SHEN, 2021). Os especialistas da academia poderão auxiliar melhor nas buscas de referências e exemplos práticos executados em outros países, ou até mesmo, casos de demonstração disponíveis em artigos científicos para fornecer ideias à equipe do projeto e investigar o que há de mais recente disponível. Os especialistas da indústria poderão estabelecer vínculos que ajudarão na aplicação e na redução de custos operacionais. Os gestores do governo atuarão como regulador, estabelecendo normas e padrões de uso, dispondo de recursos financeiros para subsidiar e impulsionar as tecnologias e estabelecendo o que deverá ser desenvolvido a cada etapa. Cada especialista irá contribuir com seu tópico de *expertise* para convergir na eficiência do planejamento e gestão do CIM.

### **6.3 Desenvolvimento de infraestrutura física de suporte**

Aqui, serão reunidos os especialistas de TI para definir os requisitos de instalações, em conjunto com os responsáveis pela implementação do CIM e a gestão orçamentária. Os planos definidos nesta etapa corresponderão ao que foi diagnosticado e definido no protocolo de implementação, seguindo as prioridades estabelecidas. Define-se como infraestrutura física redes de banda larga, fibra óptica, cobertura de rede e conectividade sem fio, câmeras de segurança, sensores, data center.

Cabe destacar que este desenvolvimento corresponde às iniciativas firmadas pelo governo federal, por meio dos programas PNBL, PID, Programa Brasil Inteligente, IoT.BR e Decreto nº 9.612/2018 que visam estimular e difundir o uso da internet para a prestação de serviços e promover a inclusão digital da população. E, ainda, se ajusta ao Programa Minha Cidade Inteligente, que selecionou propostas e disponibilizou recursos para instaurar e expandir a infraestrutura de rede de internet nas cidades (BRASIL, 2016b).

Deverá ser definido um plano com metas e cronogramas para a expansão da infraestrutura existente, bem como a previsão de custos destas instalações pretendidas. Caberá também, esforçar-se em estabelecer parcerias com empresas privadas para ajudar a desenvolver a estrutura e minimizar os custos.

Esta parceria foi colocada em prática na cidade de Florianópolis, município participante dos estudos de caso, por meio de um chamamento público visando selecionar uma empresa parceira para a implantação e operação do programa “Floripa WiFi livre”, onde a prefeitura não prevê nenhum repasse financeiro a empresa parceira, porém, em contrapartida, a empresa

poderá realizar a divulgação de publicidade digital, através de banner digital, com duração máxima de 7 (sete) segundos, respeitando algumas regras dispostas no edital (SECRETARIA MUNICIPAL DE TURISMO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2018). Uma iniciativa semelhante foi realizada em Nova York, onde estão instalados os chamados *LinkNYC* que possibilita se conectar ao WiFi público, conectar-se a portas USB para carregar dispositivos e realizar chamadas telefônicas gratuitas para qualquer lugar nos EUA, o projeto foi financiado por meio de publicidade onde as empresas fazem anúncios nas telas do *LinkNYC* (SHAH; KOTHARI; DOSHI, 2019).

Ainda utilizando as cidades deste estudo como exemplos práticos, a cidade de Campinas elaborou um plano denominado “Planejamento Estratégico Campinas Cidade Inteligente 2019-2029”, cujo objetivo foi estabelecer diretrizes para transformar Campinas em uma cidade inteligente, humana e sustentável. Neste plano, foi realizado um diagnóstico da situação atual dos sistemas existentes na cidade, da infraestrutura de TICs e dos serviços disponibilizados aos cidadãos pela cidade. Uma análise da matriz SWOT também foi realizada, o seu objetivo foi identificar as oportunidades, ameaças, forças e fraquezas que a cidade possui no que diz respeito à transformação digital e cidades inteligentes (SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2019).

Outra iniciativa semelhante foi realizada pela Prefeitura de Ribeirão Preto, no documento denominado “PDTIC 2020-2024”, foi elaborado com o apoio da FIPE (Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas) da USP e objetivou estabelecer a governança de TIC na Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto. Foi realizado o levantamento das necessidades por meio de entrevistas às secretarias, órgãos e empresas públicas pertencentes à prefeitura, com este levantamento foram elaboradas as matrizes SWOT. Com isto, foram elaborados a visão estratégica de TIC; o modelo proposto de governança, gestão de TIC e arquitetura tecnológica; e o programa de implementação do PDTIC, bem como, uma estimativa de prazo e custos para implementação dos projetos (PREFEITURA DE RIBEIRÃO PRETO, 2020).

#### **6.4 Desenvolvimento de infraestrutura de TICs**

A literatura revela que a inteligência das cidades se beneficia quando há uma combinação de TICs, sensores e *software*, pois estes favorecem o processo para efetivar melhorias no desempenho da cidade frente ao desenvolvimento urbano (GIFFINGER; GUDRUN, 2010; NAM; PARDO, 2011). Estas TICs, alinhadas a uma governança eficiente e inovadora, servem como instrumento para alcançar a qualidade dos sistemas urbanos e de vida

dos cidadãos (AMORIM, 2015; BERNARDES; WEISS; CONSONI, 2017).

Para se estabelecer as TICs necessárias, será preciso retomar o levantamento realizado no Diagnóstico da situação atual e as demandas de cada setor da prefeitura, para embasar no cronograma de instalação quais as demandas mais urgentes. Nesta etapa, cabe também verificar a necessidade de atualização das aplicações existentes.

Tudo isso será relacionado às informações que foram definidas na fase de planejamento e também de diagnóstico. As TICs classificadas nesta etapa, precisam estabelecer relações claras com os objetivos apontados na fase de planejamento, o que ajuda os governantes a desenvolverem serviços que atendam às suas demandas específicas (LÓPEZ-ORTEGA; ALCANTARA-CONCEPCION; VILORIA, 2006).

Essa infraestrutura de TICs aqui mencionada, compreende programas de computador, banco de dados, *softwares*, sistemas de informação, aplicativos, tudo isso para diversos tipos de serviços. Estas tecnologias proporcionam vantagens na detecção e monitoramento rápido e eficiente de eventos extraordinários ocorridos na cidade (KUMAR et al., 2018).

As tecnologias deverão ser acessíveis, por isto, é importante abranger funcionalidades para pessoas com deficiências e manter o foco no usuário e na otimização da experiência de uso. Vale lembrar que a prestação de serviços deve ser facilitada por meio de multicanais, ou seja, via telefone, internet e presencialmente, pois alguns fatores sociais podem tornar a tecnologia excludente como, por exemplo, alfabetização digital, preferencias de uso, faixas etárias e disponibilidade de infraestrutura tecnológica (WANG; ZHOU; WANG, 2021).

Para minimizar estes problemas, podem ser previstos nos cursos de alfabetização digital, tutorias de uso das tecnologias, bem como subsídios para fornecimento de dispositivos tecnológicos à população de baixa renda, semelhante ao que tem sido realizado pelo governo de Seul, buscando reduzir as desigualdades (KUMAR et al., 2018).

## **6.5 Acompanhamento e melhoria contínua**

Esta etapa requer a revisão das etapas anteriores, para verificação do cumprimento dos objetivos pretendidos com a implementação do CIM. Neste ponto, diversas tecnologias já estarão implementadas e esta retomada é importante para identificar as dificuldades e melhorias necessárias e, também, para verificar tendências tecnológicas que podem ser agregadas ou atualizadas para melhorias na plataforma.

Aqui, deverá ser verificado a adesão da população a estas tecnologias implementadas. A elaboração de relatórios é desejável, pois irá demonstrar a interessados os resultados obtidos,

estes relatórios podem ser elaborados em conjunto com a academia, e assim, reduzir vieses na comunicação de resultados. É necessário que estes relatórios sejam compreensíveis a população, e informe, por diferentes meios de comunicação, sobre as implementações conduzidas e os resultados alcançados, melhorando desta forma o engajamento da população com estas soluções. Deverão ser estudadas formas de comunicação destes resultados para alcance do maior número de pessoas. Meios para avaliar estes relatórios e as tecnologias implementadas devem ser previstos e retomados para um aperfeiçoamento constante.

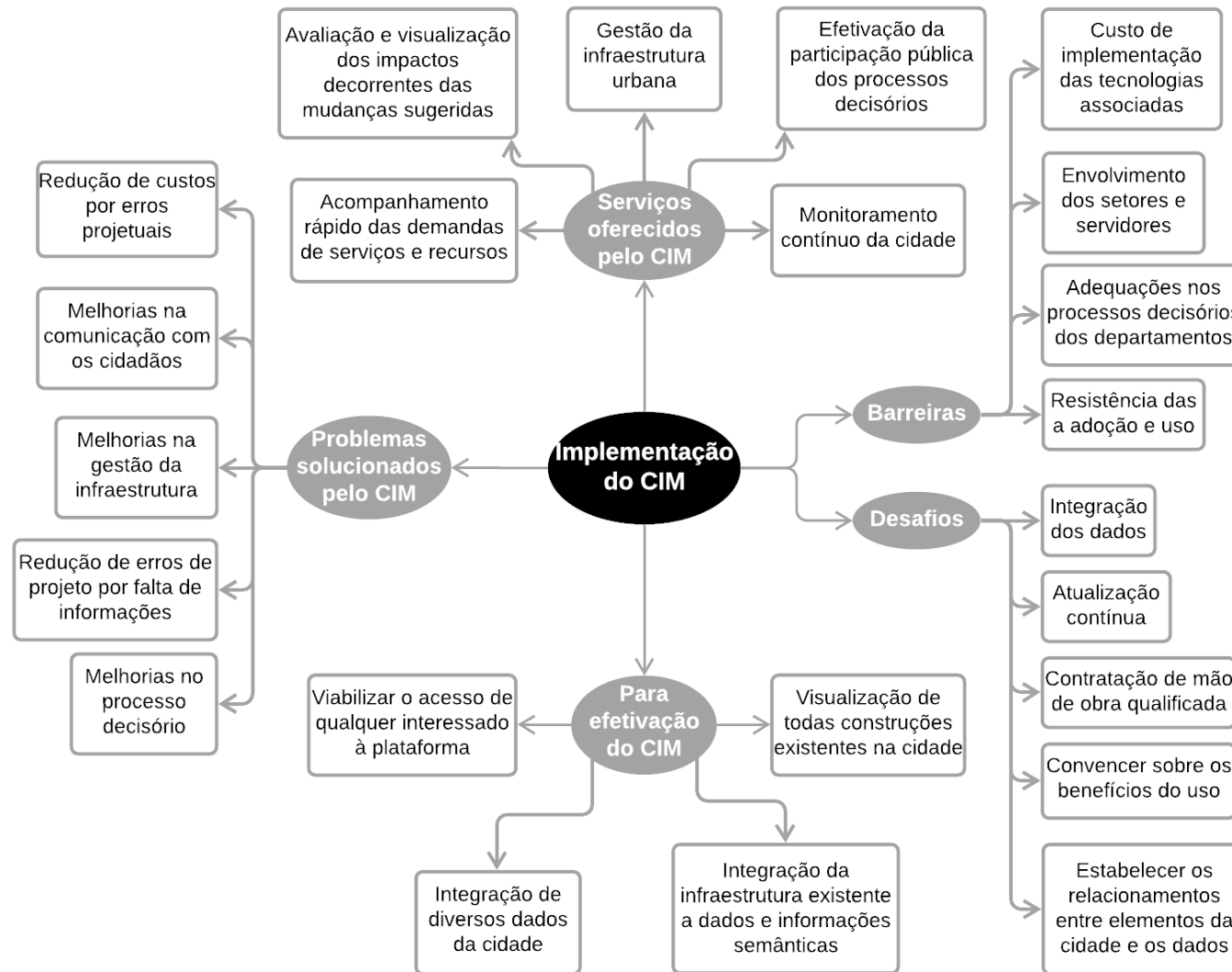
Os resultados esperados da implementação, definidos na fase de planejamento, bem como, indicadores para medir o desempenho destas implementações, devem ser definidos e retomados para a verificação dos resultados alcançados e metas cumpridas e, a partir disso, serão restabelecidas as metas subsequentes e redefinidas as estratégias para o seu alcance.

Atualizações de *software* e de dispositivos serão realizadas nesta etapa estabelecendo soluções para problemas ou falhas identificadas. A depender da necessidade, isto será realizado de forma contínua, quando verificadas falhas em equipamentos, que necessitem de manutenção ou substituição, ou também realizado de modo programado, estabelecendo reuniões entre departamentos para verificar novas demandas, possíveis inclusões de serviços, *feedbacks* de uso e dificuldades enfrentadas.

Poderá ser realizadas cursos para atualização e capacitação de pessoas para utilização dos sistemas, abrangendo e solucionando as dificuldades relatadas. Elaboração de manuais que demonstrem o fluxo de trabalho também podem ser realizados para auxiliar a execução das atividades. A realização de revisões para contemplar mudanças nos processos organizacionais também devem ser realizados nesta etapa.

Finalmente, a Figura 10 contém uma representação sinóptica dos resultados descobertos por este estudo, que permitem um melhor planejamento para a aplicação do CIM, fornecendo uma visão holística dos serviços que o CIM oferecerá, dos problemas que serão enfrentados, a compreensão do que será necessário para efetivação do CIM e os problemas que serão mitigados com sua implementação.

**Figura 10.** Mapa conceitual das particularidades da implementação do CIM em cidades consolidadas.



**Fonte:** Elaborado pela autora.

## CAPÍTULO 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca por tecnologias que auxiliem os gestores nas decisões das cidades tem sido cada vez mais almejada para um planejamento urbano informado e eficaz, que enfrente os desafios da célere urbanização ocorrida em todo o mundo. Isto porque, por meio da compreensão das necessidades da população em longos períodos, poderão ser estruturados os caminhos para enfrentar esses desafios e abordá-los de forma mais inteligente e sustentável. Em vista disso, o objetivo geral desta dissertação foi compreender de que forma o CIM viabilizaria contribuições para o planejamento e tomada de decisões urbanas, examinando e sintetizando informações que auxiliarão a governança pública no desenvolvimento de planos de ação de implementação do CIM.

Considerando os objetivos específicos 1 e 2 propostos por esta dissertação (a interoperabilidade necessária para uma aplicação CIM; as ferramentas computacionais que apoiariam a implementação; as potencialidades; e as iniciativas de aplicação do CIM; e tendências de pesquisas, lacunas existentes e sugerir itinerários de pesquisas.), conclui-se que foram respondidos pela revisão sistemática da literatura onde foram caracterizadas as funções, conceitos, ferramentas, estudos de caso e como a pesquisa futura poderá contribuir para o estabelecimento da CIM, identificando e sintetizando as suas contribuições para o planejamento e tomada de decisões urbanas, tais informações podem também ser consultadas no artigo Souza e Bueno (2022). De fato, descobrimos que existem diversos estudos de caso que demonstram as potencialidades do CIM, no entanto, estes estudos de casos não foram implementados em larga escala. Observou-se também que pesquisas sobre o CIM tem crescido ao longo do tempo e, é provável, que este número cresça significativamente nos próximos anos. Além disso, este trabalho destacou que ainda há lacunas a serem exploradas no que diz respeito às contribuições do CIM para as cidades, e estas lacunas foram apresentadas no tópico Lacunas e tendências de pesquisa.

Finalmente, dentre as contribuições acadêmicas desta pesquisa está a resposta que propomos para a conceituação do CIM, elencando também diversas ferramentas tecnológicas que apresentam grandes potenciais de uso, com sugestões de melhorias para ampliar a sua capacidade preditiva ao serem associadas a uma plataforma CIM. A conceituação do CIM proposta neste trabalho é que se trata de uma ferramenta computacional que compreende a integração de BIM, GIS e um banco de dados completo e atualizado da cidade, com suas relações estabelecidas entres estes dados, informações semânticas e infraestrutura existente na cidade, para que torne possível a realização de análises e simulações holísticas que embasem



as decisões públicas. A plataforma CIM deverá também possuir dados abertos, ser acessível e interativo para todos os interessados, e ainda, apresentará um maior potencial quando associada ao uso de *Big Data*, IoT, AI e *Machine Learning* que podem impulsionar o seu uso e capacidade preditiva.

A pesquisa realizada contribui, ainda, para o corpo de conhecimento estabelecendo os níveis de implementação que indicam metas que podem anteceder e desenvolver competências alinhadas à progressão em direção ao estabelecimento do CIM e corresponde ao terceiro objetivo específico deste estudo: propor níveis de maturidade em direção a uma aplicação CIM plenamente estabelecida. A análise dos estudos de caso de CIM publicados na literatura nos permitiu indicar em quais níveis estes casos se enquadram, gerando também importantes contribuições ao investigar as cidades que se encontram em níveis mais avançados de utilização de tecnologias e, com estes exemplos, demonstramos como tal uso é factível e evidenciamos os benefícios concedidos por estas experiências. Tal abordagem pode ser utilizada para orientar o governo no planejamento de implementações tecnológicas que proporcionem auxílio nas decisões e maior participação pública, e podem ser consideradas como as implicações sociais geradas por este trabalho.

Para corresponder ao objetivo de verificar o atual estágio de uso tecnologias em cidades consolidadas, foi aplicado um questionário á servidores da prefeitura de seis cidades brasileiras para investigar as dificuldades enfrentadas, as motivações de implementação e os resultados esperados e obtidos com as aplicações vigentes. Esta investigação realizada neste trabalho, evocou os desafios primordiais que as cidades enfrentam, sendo até mesmo mais significativos do que a necessidade de implementação do CIM, tais como as graves questões sociais que dificultam o acesso de uma parcela da população às infraestruturas básicas como saneamento, mobilidade, educação, acesso à internet, entre outros.

No entanto, a análise dos achados da dissertação nos permite concluir que a implementação do CIM contribuiria para ajudar a solucionar também estes problemas que, em partes, são decorrentes de políticas públicas inadequadamente planejadas. De acordo com as respostas dos participantes da pesquisa, deverá ser dada maior relevância para práticas que solucionem inconvenientes como a resistência ao uso de tecnologias por servidores; a burocracia nos processos; escassez de suporte técnico especializado; e dependência de fornecedores terceirizados. Demonstrou-se que ainda há um caminho muito longo para se estabelecer um CIM nas cidades brasileiras estudadas, visto que, as tecnologias implementadas apresentam um potencial limitado para guiar a tomada de decisão, que em partes é devido à escassez de análises de dados, a ausência de integração dos dados produzidos pelas tecnologias

implementadas e a baixa integração entre os setores e colaboradores.

É possível afirmar que o CIM apresenta uma série de benefícios plenamente aplicáveis a cidades consolidadas, quando aplicado e planejado de maneira holística. Desta forma, para tornar o CIM exequível às prefeituras brasileiras e para corresponder ao último objetivo específico do estudo, de propor diretrizes para aplicação do CIM em conjunto com as etapas de desenvolvimento até uma aplicação consolidada, foram sugeridas diretrizes para a implementação do CIM, concebidas visando mitigar os desafios relatados por representantes de cidades brasileiras e corresponder às condições necessárias do CIM. Sendo o capítulo de diretrizes para criação de um protocolo de implementação do CIM, em conjunto com os estudos de caso da literatura e as discussões feitas sobre o estado atual de uso de tecnologias nas cidades brasileiras estudadas, contribuem para nortear a governança pública no desenvolvimento de planos de ação de implementação do CIM, sendo considerada como a implicação prática desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ABELLA, A.; ORTIZ-DE-URBINA-CRIADO, M.; DE-PABLOS-HEREDERO, C. A model for the analysis of data-driven innovation and value generation in smart cities' ecosystems. *Cities*, v. 64, p. 47–53, 2017.
- ACAMPA, G. et al. City information model for the optimization of urban maintenance cost. *AIP Conference Proceedings*, v. 2343, n. April, 2021.
- AGÊNCIA ARACAJU DE NOTÍCIAS. **Sistema de vigilância eletrônica da Prefeitura já evitou 114 assaltos a prédios públicos**. Disponível em: <<https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/85170>>. Acesso em: 16 jun. 2021.
- AGÊNCIA ARACAJU DE NOTÍCIAS. **Semáforos inteligentes garantem melhoria na mobilidade urbana de Aracaju**. Disponível em: <<https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/90605>>. Acesso em: 16 jun. 2021a.
- AGÊNCIA ARACAJU DE NOTÍCIAS. **Videomonitoramento diminuiu crimes contra o patrimônio municipal em mais de 93%**. Disponível em: <<https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/90559>>. Acesso em: 16 jun. 2021b.
- AGÊNCIA ARACAJU DE NOTÍCIAS. **Prefeitura garante continuidade do ensino com wi-fi em todas as escolas da rede municipal**. Disponível em: <<https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/90524>>. Acesso em: 16 jun. 2021c.
- AGÊNCIA ARACAJU DE NOTÍCIAS. **Atualização na plataforma AjuInteligente garante mais transparência para usuários**. Disponível em: <[https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/91456/atualizacao\\_na\\_plataforma\\_ajuinteligente\\_garante\\_mais\\_transparencia\\_para\\_usuarios.html](https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/91456/atualizacao_na_plataforma_ajuinteligente_garante_mais_transparencia_para_usuarios.html)>. Acesso em: 16 jun. 2021d.
- AGÊNCIA ARACAJU DE NOTÍCIAS. **Prefeito Edvaldo apresenta iniciativas de Aracaju para construção de cidade sustentável**. Disponível em: <[https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/91843/prefeito\\_edvaldo\\_apresenta\\_iniciativas\\_de\\_aracaju\\_para\\_construcao\\_de\\_cidade\\_sustentavel.html](https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/91843/prefeito_edvaldo_apresenta_iniciativas_de_aracaju_para_construcao_de_cidade_sustentavel.html)>. Acesso em: 16 jun. 2020e.
- AGUGIARO, G. Enabling “energy-awareness” in the semantic 3D city model of Vienna. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, v. 4, n. 4W1, p. 81–88, 2016.
- AGUGIARO, G.; ROBINEAU, J. L.; RODRIGUES, P. Project ci-nergy: towards an integrated energy urban planning system from a data modelling and system architecture perspective. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, v. 4, n. 4W3, p. 5–12, 2017.
- AGUILERA, U. et al. Citizen-centric data services for smarter cities. *Future Generation Computer Systems*, v. 76, p. 234–247, 2017.
- AHSAN, M. M. Strategic decisions on urban built environment to pandemics in Turkey: Lessons from COVID-19. *Journal of Urban Management*, v. 9, n. 3, p. 281–285, 2020.

ALMEIDA, F. A. DA S.; ANDRADE, M. L. V. X. Considerações sobre o conceito de City Information Modeling. **InSitu – Revista Científica do Programa de Mestrado Profissional em Projeto, Produção e Gestão do Espaço Urbano**, v. 4, p. 21–38, 2018.

ALVES, F. **Aplicativo e Centro de Controle: veja as novidades no transporte coletivo de Florianópolis**. Disponível em: <<https://ndmais.com.br/transportes/aplicativo-e-centro-de-controle-veja-as-novidades-no-transporte-coletivo-de-florianopolis/>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

AMORIM, A. L. Discutindo City Information Modeling (Cim) E Conceitos Correlatos. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 10, n. 2, p. 342–343, 2015.

AMORIM, A. L. **Cidades Inteligentes e City Information Modeling Smart Cities and City Information Modeling Os desafios das cidades do século**. SIGraDi 2016, XX Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics. **Anais...**Buenos Aires, Argentina: 2016a

AMORIM, A. L. DE. **Estabelecendo requisitos para a Modelagem da Informação da Cidade (CIM)**. IV ENANPARQ. **Anais...**Porto Alegre: 2016b

ANGELIDOU, M. The Role of Smart City Characteristics in the Plans of Fifteen Cities. **Journal of Urban Technology**, v. 24, n. 4, p. 3–28, 2017.

APOLITICAL. **Chicago’s infrastructure-mapping system aims to cut construction time in half**. Disponível em: <<https://apolitical.co/solution-articles/en/chicagos-infrastructure-mapping-system-aims-cut-construction-time-half>>. Acesso em: 4 set. 2021.

ARAÚJO, D. D. S.; GUIMARÃES, P. B. V. O Direito À Cidade No Contexto Das Smarts Cities: O Uso Das Tic’S Na Promoção Do Planejamento Urbano Inclusivo No Brasil. **Revista de Direito da Cidade**, v. 10, n. 3, p. 1788–1812, 2018.

ARCA, A. H. DE C. G. **Um comparativo de interesse público sobre a população de Campo Grande desde o primeiro censo**. Disponível em: <<http://www.campogrande.ms.gov.br/arca/artigos/dados-populacao/#:~:text=No Censo Demográfico realizado em,de 15 a 35 anos.>>. Acesso em: 4 set. 2021.

ARGENZIANO, P.; AVELLA, A.; ALBANESE, S. Building materials, ionizing radiation and HBIM: A case study from Pompei (Italy). **Buildings**, v. 8, n. 2, p. 1–9, 2018.

ARRUDA, Â. M. V. DE et al. **Levantamento e estudos visando a modernização e aperfeiçoamento do planejamento urbano e do patrimônio de Campo Grande – MS**. Disponível em: <[http://www.campogrande.ms.gov.br/planurb/wp-content/uploads/sites/18/2019/06/Levantamento-e-estudos-visando-a-modern.\\_VOLUME-II.pdf](http://www.campogrande.ms.gov.br/planurb/wp-content/uploads/sites/18/2019/06/Levantamento-e-estudos-visando-a-modern._VOLUME-II.pdf)>. Acesso em: 9 out. 2021.

ASSEM, A.; ABDELMOHSEN, S.; EZZELDIN, M. Smart management of the reconstruction process of post-conflict cities. **Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research**, v. 14, n. 2, p. 325–343, 2020.

ASSOCIAÇÃO FLORIPAMANHÃ. **Sociedade organizada inclui 58 projetos no**

**orçamento de Florianópolis para 2022.** Disponível em:

<[http://floripamanha.org/2021/08/sociedade-organizada-inclui-58-projetos-no-orcamento-de-florianopolis-para-2022/?utm\\_campaign=newsletter\\_floripamanha\\_-\\_06092021&utm\\_medium=email&utm\\_source=RD+Station](http://floripamanha.org/2021/08/sociedade-organizada-inclui-58-projetos-no-orcamento-de-florianopolis-para-2022/?utm_campaign=newsletter_floripamanha_-_06092021&utm_medium=email&utm_source=RD+Station)>. Acesso em: 7 set. 2021.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. In: **Analisis de balances. Interprete sus estados financieros sin saber de numeros.** Edições 70 ed. São Paulo - SP: Netbiblo, 2016. p. 279.

BEIRÃO, J. City information modelling: Spatial planning and design with CAD and GIS-a workshop experiment. In: CAVALLO, R. et al. (Eds.). . **New Urban Configurations.** Delft: IOS Press, 2014. p. 645–651.

BEIRÃO, J.; ARROBAS, P. **Interactive Urban Parametric Design.** ECAADE 2013: COMPUTATION AND PERFORMANCE. **Anais...2013**

BEIRÃO, J.; DUARTE, J. P. Generic grammars for design domains. **Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing: AIEDAM**, v. 32, n. 2, p. 225–239, 2018.

BERNARDES, R. C.; WEISS, M. C.; CONSONI, F. L. Cidades inteligentes: casos e perspectivas para as cidades brasileiras. **Revista Tecnológica da Fatec Americana**, v. 5, n. 1, p. 1–13, 2017.

BI, T. et al. **Research on CIM Basic Platform Construction.** 8th International Conference on Information Technology: IoT and Smart City. **Anais...2020**

BI, T. et al. **Research on the construction of city information modelling basic platform based on multi-source data.** IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. **Anais...2021**

BRASIL. **Decreto nº 7.175, de 12 de maio de 2010.** Brasília, DF. Diário Oficial da União (DOU), , 2010. Disponível em: <[planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7175.htm](http://planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7175.htm)>

BRASIL. **Decreto nº 8.776, de 11 de maio de 2016.** Brasília, DF. Diário Oficial da União (DOU), , 2016a. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2016/Decreto/D8776.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Decreto/D8776.htm)>

BRASIL. **Portaria nº 2.111, de 11 de maio de 2016.** Brasília, DF. Diário Oficial da União (DOU), , 2016b. Disponível em: <[https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22806855/do1-2016-05-12-portaria-n-2-111-de-11-de-maio-de-2016-22806783](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22806855/do1-2016-05-12-portaria-n-2-111-de-11-de-maio-de-2016-22806783)>

BRASIL. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018.** Brasília, DF. Diário Oficial da União (DOU), , 2018a. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/L13709compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709compilado.htm)>. Acesso em: 19 ago. 2021

BRASIL. **Decreto nº 9.612, de 17 de dezembro de 2018.** Brasília, DF. Diário Oficial da União (DOU), , 2018b. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/decreto/D9612.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9612.htm)>

BRASIL. **Decreto nº 9.319, de 21 de março de 2018** Brasília, DF. Diário Oficial da União (DOU), , 2018c. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9319.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9319.htm)>

BRASIL. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/L13709compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709compilado.htm)>. Acesso em: 27 ago. 2021d.

BRASIL. **Decreto nº 9.854, de 25 de junho de 2019**. Brasília, DF. Diário Oficial da União (DOU), , 2019. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2019/decreto/D9854.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9854.htm)>

BRASIL. **Decreto nº 10.332, de 28 de abril de 2020** Brasília, DF. Diário Oficial da União (DOU), , 2020a. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/decreto/D10332.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10332.htm)>

BRASIL. **Portaria interministerial seme/sgpr sgd/sedgg/me nº 1, de 7 de agosto de 2020** Brasília, DF. Diário Oficial da União (DOU), , 2020b. Disponível em: <[https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-interministerial-seme/sgpr-sgd/sedgg/me-n-1-de-7-de-agosto-de-2020-\\*-271464966](https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-interministerial-seme/sgpr-sgd/sedgg/me-n-1-de-7-de-agosto-de-2020-*-271464966)>. Acesso em: 24 ago. 2021

BRASIL. **Lei nº 14.129, de 29 de março de 2021** Brasília, DF. Diário Oficial da União (DOU), , 2021. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/lei/L14129.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14129.htm)>

BRAY, O. H.; GARCIA, M. L. **Technology roadmapping: The integration of strategic and technology planning for competitiveness**. Innovation in Technology Management - The Key to Global Leadership, PICMET 1997: Portland International Conference on Management and Technology. **Anais...**Portland, OR, USA.: IEEE, 1997

BREUNIG, M. et al. Geospatial data management research: Progress and future directions. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 9, n. 2, 2020a.

BREUNIG, M. et al. Geospatial data management research: Progress and future directions. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 9, n. 2, 2020b.

CARNEIRO, J. et al. **BIM, GIS, IoT, and AR/VR Integration for Smart Maintenance and Management of Road Networks: A Review**. IEEE International Smart Cities Conference, ISC2 2018. **Anais...**Kansas City, MO, USA.: IEEE, 2019

CARRARO NETO, P. A. **Avaliação socioeconômica da região administrativa de franca: período de 2010 a 2014**. [s.l.] Centro Universitário Municipal de Franca, 2017.

CAUCHICK MIGUEL, P. A. et al. **Metodologia de pesquisa para engenharia de produção e gestão de operações**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

CAVALCANTI, A. C. R.; DE SOUZA, F. A. M. **O uso do CIM e a difusão das ideias no campo das políticas públicas no setor do gerenciamento das cidades**. VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção - Edificações, Infra-estrutura e Cidade: Do BIM ao CIM. **Anais...**2015

CHASZAR, A.; BEIRÃO, J. **Feature recognition and clustering for urban modeling**. CAADRIA 2013 - 18th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia. **Anais...**Hong Kong: 2013

CHEN, K. et al. Automatic building information model reconstruction in high-density urban areas: Augmenting multi-source data with architectural knowledge. **Automation in Construction**, v. 93, p. 22–34, 2018.

CHENAUX, A. et al. **A review of 3D GIS for use in creating virtual historic Dublin**. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. **Anais...**2019

COBIT® 2019 FRAMEWORK: INTRODUCTION AND METHODOLOGY. **Introduction and Methodology**. [s.l.] ISACA, 2018.

COBO, M. J. et al. Science mapping software tools: review, analysis, and cooperative study among tools. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 64, n. July, p. 1382–1402, 2011.

CODERP. **Fala Cidadão**. Disponível em:

<<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.coderp.falacidadaorp>>. Acesso em: 25 ago. 2021.

CODERP. **RiberOn**. Disponível em:

<<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.coderp.m00>>. Acesso em: 28 ago. 2021a.

CODERP. **Saúde Digital Ribeirão Preto**. Disponível em:

<<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.coderp.m16>>. Acesso em: 25 ago. 2021b.

CODERP. **Educ Ação Ribeirão Preto**. Disponível em:

<<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.coderp.m15&hl=pt&gl=US>>. Acesso em: 25 ago. 2021c.

CODERP. **Portfólio de Sistemas**. Disponível em:

<<https://www.coderp.sp.gov.br/coderp/portfolio>>. Acesso em: 25 ago. 2021a.

CODERP. **Geoprocessamento**. Disponível em:

<<https://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/geoprocessamento/g01/g0101000i.php?host4=www.ribeiraopreto.sp.gov.br>>. Acesso em: 25 ago. 2021b.

CORRÊA, F. R.; SANTOS, E. T. **Na direção de uma modelagem da informação da cidade (CIM)**. VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção (TIC 2015). **Anais...**Recife: 2015

CUNNINGTON, K.; MEGGS, T. **The 7 Lenses of Transformation**. Disponível em:

<<https://www.gov.uk/government/publications/7-lenses-of-transformation/the-7-lenses-of-transformation>>. Acesso em: 15 jul. 2021.

CURETON, P.; DUNN, N. Digital twins of cities and evasive futures. In: **Shaping Smart for**

**Better Cities.** [s.l.: s.n.]. p. 267–282.

DALL’O’, G.; ZICHI, A.; TORRI, M. Green BIM and CIM: Sustainable Planning Using Building Information Modelling. **Research for Development**, p. 383–409, 2020a.

DALL’O’, G.; ZICHI, A.; TORRI, M. Green BIM and CIM: Sustainable Planning Using Building Information Modelling. In: DALL’O’, G. (Ed.). . **Green Planning for Cities and Communities.** Research f ed. [s.l.] Springer International Publishing, 2020b. p. 383–409.

DANTAS, H. S.; SOUSA, J. M. M. S.; MELO, H. C. **The Importance of City Information Modeling (CIM) for Cities’ Sustainability.** IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. **Anais...2019**

DAVID, D. C.; GARREFA, F. Ocupação do território e expansão urbana da cidade de Franca, São Paulo: uma análise crítica. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 12, n. 01, p. 54–81, 2021.

DELVAL, T. et al. **Building/city information model for simulation and data management.** ECPPM - 12th European Conference on Product and Process Modelling. **Anais...CRC Press/Balkema**, 2018

DENG, T.; ZHANG, K.; SHEN, Z. J. (MAX). A systematic review of a digital twin city: A new pattern of urban governance toward smart cities. **Journal of Management Science and Engineering**, v. 6, n. 2, p. 125–134, 2021.

DEZEN-KEMPTER, E. et al. **Challenges of District Information Modeling (DIM) Applied for Heritage Preservation.** International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. **Anais...Springer**, 2021

DPROJ /AGETEC. **Planejamento 2019 – 2020.** Disponível em: <<http://www.campogrande.ms.gov.br/agetec/downloads/planejamento-estrategico-2019-2020/>>. Acesso em: 5 set. 2021.

DUBLIN. **Dublin dashboard.** Disponível em: <<https://dublindashboard.ie/>>. Acesso em: 5 set. 2021.

EADIE, R. et al. Building Information Modelling Adoption: An Analysis of the Barriers to Implementation. **Journal of Engineering and Architecture**, v. 2, n. 1, p. 77–101, 2014.

ELAVARASAN, R. M.; PUGAZHENDHI, R. Restructured society and environment: A review on potential technological strategies to control the COVID-19 pandemic. **Science of the Total Environment**, v. 725, p. 138858, 2020.

ELLUL, C. et al. **Investigating the state of play of geobim across Europe.** ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. **Anais...International Society for Photogrammetry and Remote Sensing**, 2018

EMPRESA SÃO JOSÉ LTDA. **Divulgação mensal da bilhetagem eletrônica do transporte coletivo urbano de Franca.** Disponível em: <<https://www.empresasaojose.com.br/bilhetagem-eletronica/#toggle-id-2>>. Acesso em: 3 set.



2021.

EUBIM TASKGROUP. Manual relativo à aplicação da Modelação da Informação da Construção ( BIM ) no Setor Público Europeu. p. 82, 2017.

FEA-USP. **Sobre Ribeirão Preto**. Disponível em:

<<https://www.fearp.usp.br/international/sobre/ribeirao-preto.html>>. Acesso em: 5 set. 2021.

FILIPPOVSKA, Y.; WICHMANN, A.; KADA, M. Space partitioning for privacy enabled 3D city models. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives**, v. 42, n. 2W2, p. 17–22, 2016.

FORD, M. et al. **Using 3D urban information models to aid simulation, analysis and visualisation of data for smart city web services (i-SCOPE)**. CEUR Workshop Proceedings. **Anais...2013**

FRANÇA, V. L. A. Relatório Final do Diagnóstico da Cidade de Aracaju. **Prefeitura Municipal de Aracaju - Secretaria Municipal do Planejamento e Orçamento**, p. 330, 2014.

GALDINO, D. R. DE O. **Análise de dados de gps e bilhetagem eletrônica para determinação do carregamento e matriz de origem-destino no sistema de transporte público por ônibus de João Pessoa**. [s.l.] Universidade Federal da Paraíba, 2018.

GANDINI, A. et al. Climate change risk assessment: A holistic multi-stakeholder methodology for the sustainable development of cities. **Sustainable Cities and Society**, v. 65, 2021.

GIL-GARCIA, J. R.; PARDO, T. A.; NAM, T. What makes a city smart? Identifying core components and proposing an integrative and comprehensive conceptualization. **Information Polity**, v. 20, n. 1, p. 61–87, 2015.

GIL, J. et al. **Assessing computational tools for urban design**. ECAADE 2010: FUTURE CITIES. **Anais...2010**

GIL, J. City Information Modelling: A Conceptual Framework for Research and Practice in Digital Urban Planning. **Built Environment**, v. 46, n. 4, p. 501–527, 2020.

GIL, J.; ALMEIDA, J.; DUARTE, J. P. The backbone of a City Information Model (CIM). **ECAADE 2011: RESPECTING FRAGILE PLACES**, p. 141–150, 2011.

GILBERT, T. et al. Software systems approach to multi-scale GIS-BIM utility infrastructure network integration and resource flow simulation. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 7, n. 8, 2018.

GOMES, P. **Revide, Notícias de Ribeirão Preto e região**. Disponível em:

<<https://www.revide.com.br/noticias/cidades/mais-de-33-mil-pessoas-tentaram-utilizar-wi-fi-publico-de-ribeirao-preto/>>. Acesso em: 25 ago. 2021.

GORDON, E. et al. Making A Civic Smart City: Designing for Public Value and Civic

Participation. **Knight Foundation, Arizona State University**, n. 05, 2018.

GOVERNO DE SANTA CATARINA. Entendimento do Zoneamento e Infraestrutura Urbana. 2014.

GOVERNO FEDERAL DO BRASIL. **Painel de Raio-X**. Disponível em: <<https://raiox.economia.gov.br/?=>>. Acesso em: 27 ago. 2021.

HAMILTON, A. et al. Urban information model for city planning. **Electronic Journal of Information Technology in Construction**, v. 10, n. May, 2005. **Helsinki**. Disponível em: <<https://www.hel.fi/helsinki/en>>. Acesso em: 19 ago. 2021.

HELSINKI. **Helsinki city data strategy**. Disponível em: <<https://digi.hel.fi/english/helsinki-city-data-strategy/>>. Acesso em: 19 ago. 2021.

**Helsinki Region Infoshare - Open data service**. Disponível em: <[https://hri.fi/data/en\\_GB/dataset?vocab\\_geographical\\_coverage=Espoo](https://hri.fi/data/en_GB/dataset?vocab_geographical_coverage=Espoo)>. Acesso em: 19 ago. 2021.

HERNANDES, E. et al. Using GQM and TAM to evaluate StArt – a tool that supports Systematic Review. **CLEI Electronic Journal**, v. 15, n. 1, 2012.

HERNÁNDEZ-MUÑOZ, J. M. et al. **Smart cities at the forefront of the future internet**. The Future Internet. **Anais...**Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011

HOWELL, S. et al. **Web-based 3D urban decision support through intelligent and interoperable services**. 2016 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2). **Anais...**Trento, Italy.: IEEE, 2016

IBGE. **IBGE**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 19 mar. 2021a.

IBGE. **IBGE Cidades - História & Fotos**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/aracaju/historico>>. Acesso em: 5 set. 2021b.

IDS SOFTWARE. **Prefeitura de aracaju lança portal e aplicativo para acesso aos serviços de saúde**. Disponível em: <<https://www.ids.inf.br/prefeitura-de-aracaju-lanca-portal-e-aplicativo-para-acesso-aos-servicos-de-saude/>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

IDS SOFTWARE. **Mais Saúde Cidadão**. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.inf.ids.maissaudecidaoc&hl=en&gl=US>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

ISIKDAG, U.; ZLATANOVA, S.; UNDERWOOD, J. **An opportunity analysis on the future role of BIMs in urban data management**. Urban and Regional Data Management: UDMS Annual 2011. **Anais...**2011

KAMALSKI, J.; KIRBY, A. Bibliometrics and urban knowledge transfer. **Cities**, v. 29, n. SUPPL.2, p. S3–S8, 2012.

KANAI, J. M. Cities on and off the map: A bibliometric assessment of urban globalisation research. **Urban Studies**, v. 55, n. 12, p. 2569–2585, 2018.

KHEMLANI, L. **AECbytes**. Disponível em:

<<https://web.archive.org/web/20111008085537/http://aecbytes.com/buildingthefuture/2005/HurricaneTechHelp.html>>. Acesso em: 1 dez. 2020.

KOLBE, T. H.; DONAUBAUER, A. **Semantic 3D City Modeling and BIM**. Urban Informatics. **Anais...**Singapore: Springer Singapore, 2021

KOMNINOS, N. et al. Smart City Ontologies: Improving the effectiveness of smart city applications. **Journal of Smart Cities**, v. 1, n. 1, p. 31–46, 2016.

KUMAR, H. et al. Moving towards smart cities : Solutions that lead to the Smart City Transformation Framework. **Technological Forecasting & Social Change**, n. April, p. 1–16, 2018.

KUMMITHA, R. K. R. Why distance matters: The relatedness between technology development and its appropriation in smart cities. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 157, n. April, p. 120087, 2020.

LEE, J. H.; PHAAL, R.; LEE, S. H. An integrated service-device-technology roadmap for smart city development. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 80, n. 2, p. 286–306, 2013.

LEE, S. et al. Technology roadmapping for R&D planning: The case of the Korean parts and materials industry. **Technovation**, v. 27, n. 8, p. 433–445, 2007.

LEHNER, H.; DORFFNER, L. Digital geoTwin Vienna: Towards a Digital Twin City as Geodata Hub. **PFG – Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science**, v. 88, n. 1, p. 63–75, 2020.

LIMA, M. Q. C.; FREITAS, C. F. S.; CARDOSO, D. R. City information modeling for urban regulation of squatter settlements in Fortaleza-Brazil. **Urbe**, v. 11, p. 1–20, 2019.

LIU, X.; YU, X. L.; FEI, T. **Research on building data acquisition methods in smart city**. International Conference on Intelligent Transportation, Big Data and Smart City, ICITBS 2020. **Anais...**2020

LÓPEZ-ORTEGA, E.; ALCANTARA-CONCEPCION, T.; VILORIA, S. B. **Strategic planning, technology roadmaps and technology intelligence: An integrated approach**. 2006 Technology Management for the Global Future - PICMET 2006 Conference. **Anais...**2006

LU, X. et al. CIM-powered multi-hazard simulation framework covering both individual buildings and urban areas. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 12, 2020.

LUO, Y.; HE, J.; HE, Y. A rule-based city modeling method for supporting district protective planning. **Sustainable Cities and Society**, v. 28, p. 277–286, 2017.

LUO, Y.; HE, J.; NI, Y. Analysis of urban ventilation potential using rule-based modeling. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 66, p. 13–22, 2017.

MA, Y. et al. Seeing the invisible: From imagined to virtual urban landscapes. **Cities**, v. 98, n. December 2019, p. 102559, 2020.

MARICATO, J. D. M. **Dinâmica das relações entre Ciência e Tecnologia : estudo Bibliométrico e Cientométrico de múltiplos indicadores de artigos e patentes em biodiesel**. [s.l.: s.n.].

MARTINS, T. P. **Inventário, diagnóstico e prognóstico da arborização urbana do município de Franca/SP**. Franca, SP.: [s.n.].

MARZOUK, M.; OTHMAN, A. Planning utility infrastructure requirements for smart cities using the integration between BIM and GIS. **Sustainable Cities and Society**, v. 57, p. 102120, 2020.

MASSON, V. et al. City-descriptive input data for urban climate models: Model requirements, data sources and challenges. **Urban Climate**, v. 31, n. August 2019, p. 100536, 2020.

MCCANN, M. **Accessible Parking Analysis Report - A Smart Sandyford Case Study**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://smartdublin.ie/wp-content/uploads/2020/08/Accessible-Parking-Analysis-Smart-Sandyford-Access-Earth.pdf>>.

MEIJER, A.; BOLÍVAR, M. P. R. Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance. **International Review of Administrative Sciences**, v. 82, n. 2, p. 392–408, 2016.

MELO, H. C. et al. **Implementation of City Information Modeling (CIM) concepts in the process of management of the sewage system in Piumhi, Brazil**. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. **Anais...**2019

MELO, H. C. et al. **City information modeling (CIM) concepts applied to the management of the sewage network**. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. **Anais...**2020

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Carta Brasileira para Cidades Inteligentes**. Disponível em: <[https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-regional/projeto-andus/carta\\_brasileira\\_cidades\\_inteligentes.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-regional/projeto-andus/carta_brasileira_cidades_inteligentes.pdf)>. Acesso em: 9 out. 2021.

MITYAGIN, S. A. et al. **City Information Modeling: Designing a Conceptual Data Model**. Electronic Governance and Open Society: Challenges in Eurasia. **Anais...**Cham: Springer International Publishing, 2020Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-67238-6\\_16](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-67238-6_16)>

**Mobilibus**. Disponível em: <<https://www.mobilibus.com/web/timetable/5w71c>>. Acesso em: 17 mar. 2021.

MONGEON, P.; PAUL-HUS, A. The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. **Scientometrics**, v. 106, n. 1, p. 213–228, 2016.

MONTENEGRO, N. et al. **An OWL2 Land Use Ontology: LBCS Nuno**. Computational

Science and Its Applications - ICCSA 2011 - International Conference.

**Anais...**2011Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/978-3-642-21887-3>>

MONTENEGRO, N.; BEIRAO, J.; DUARTE, J. **Public Space Patterns Towards a CIM standard for urban public space.** ECAADE 2011: RESPECTING FRAGILE PLACES.

**Anais...**BRUSSELS.: 2011

MONTENEGRO, N.; DUARTE, J. P. **Computational Ontology of Urban Design. Towards a City Information Model.** Computation: The New Realm of Architectural Design, 27th eCAADe Conference Proceedings. **Anais...**2009

MORA, L.; BOLICI, R.; DEAKIN, M. The First Two Decades of Smart-City Research: A Bibliometric Analysis. **Journal of Urban Technology**, v. 24, n. 1, p. 3–27, 2017.

NOUVEL, R. et al. The influence of data quality on urban heating demand modeling using 3D city models. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 64, p. 68–80, 2017.

OKOT-UMA, R. Electronic governance: re-inventing good governance. **Commonwealth Secretariat**, p. 1–19, 2000.

OLAWUMI, T. O.; CHAN, D. W. M.; WONG, J. K. W. Evolution in the intellectual structure of BIM research: a bibliometric analysis. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 23, n. 8, p. 1060–1081, 2017.

OTI, A. H.; ABANDA, H. F. A Review of Systems for Information Modelling in the Built Environment. In: **Data-Driven Modeling for Sustainable Engineering.** [s.l.] Springer International Publishing, 2020. v. 72p. 161–174.

PADSALA, R.; COORS, V. **Conceptualizing, managing and developing: A web based 3D city information model for urban energy demand simulation.** UDMV 2015 - Eurographics Workshop on Urban Data Modelling and Visualisation. **Anais...**2015

PEDREIRA, O. et al. A systematic review of software process tailoring. **ACM SIGSOFT Software Engineering Notes**, v. 32, n. 3, p. 1–6, 2007.

PELIPENKO, A.; GOGINA, E. **Real application of BIM in the engineering system design for energy management.** IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.

**Anais...**Institute of Physics Publishing, 2017

PETROVA-ANTONOVA, D.; ILIEVA, S. **Methodological framework for digital transition and performance assessment of smart cities.** 4th International Conference on Smart and Sustainable Technologies. **Anais...**Croácia: 2019

PETROVA-ANTONOVA, D.; ILIEVA, S. **Digital twin modeling of smart cities.** Advances in Intelligent Systems and Computing. **Anais...**Cham: Springer, 2021

PFITSCHER, F. DA C. **Criação de matrizes origem-destino embarcadas com dados de bilhetagem eletrônica e GPS.** [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.

PINHEIRO, M. C. M. et al. **1a Mostra Virtual Brasil, Aqui Tem SUS.** [s.l.: s.n.].

PONNAPALLI, K.; ASADI, S. S.; SIVAKUMAR BABU, K. V. Emerging geospatial technology trends in relation to city and building information modeling - An application specific analysis. **International Journal of Recent Technology and Engineering**, v. 7, n. 6C2, p. 567–570, 2019.

POTTER, S. Undertaking a Literature Review. **Doing Postgraduate Research**, v. 4, n. 4, p. 411–429, 2004.

PREFEITURA DE ARACAJU. **Planejamento Estratégico da Gestão Municipal 2017-2020**. Disponível em:

<[https://www.aracaju.se.gov.br/userfiles/pdf/2017/seplog/planejamento\\_vs16\\_web.pdf](https://www.aracaju.se.gov.br/userfiles/pdf/2017/seplog/planejamento_vs16_web.pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2021.

PREFEITURA DE ARACAJU. **ClimAju**. Disponível em:

<<https://www.instarain.com.br/mapa>>. Acesso em: 16 jun. 2021a.

PREFEITURA DE ARACAJU. **AjuInteligente**. Disponível em:

<<http://ajuinteligente.aracaju.se.gov.br/#/protocolo>>. Acesso em: 16 jun. 2021b.

PREFEITURA DE ARACAJU. **Portal e aplicativo da Saúde já contam com mais de 30 mil usuários cadastrados**. Disponível em:

<[https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/90647/portal\\_e\\_aplicativo\\_da\\_saude\\_ja\\_contam\\_com\\_mais\\_de\\_30\\_mil\\_usuarios\\_cadastrados.html](https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/90647/portal_e_aplicativo_da_saude_ja_contam_com_mais_de_30_mil_usuarios_cadastrados.html)>. Acesso em: 16 jun. 2021c.

PREFEITURA DE ARACAJU. **Seplog alinha metodologias de gerenciamento para o Planejamento Estratégico**. Disponível em:

<[https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/91248/seplog\\_alinha\\_metodologias\\_de\\_gerenciamento\\_para\\_o\\_planejamento\\_estrategico.html](https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/91248/seplog_alinha_metodologias_de_gerenciamento_para_o_planejamento_estrategico.html)>. Acesso em: 5 set. 2021d.

PREFEITURA DE CAMPINAS. **Origens**. Disponível em:

<<https://www.campinas.sp.gov.br/sobre-campinas/origens.php>>. Acesso em: 5 set. 2021a.

PREFEITURA DE CAMPINAS. **Zoneamento On-line**. Disponível em:

<<https://zoneamento.campinas.sp.gov.br/>>. Acesso em: 23 mar. 2021b.

PREFEITURA DE CAMPINAS. **Restrições Aeroportuárias**. Disponível em:

<<https://restricoes-aeroportuarias.campinas.sp.gov.br/>>. Acesso em: 23 mar. 2021c.

PREFEITURA DE CAMPINAS. **SEMURB On-line**. Disponível em:

<<https://appo.campinas.sp.gov.br/>>. Acesso em: 23 mar. 2021d.

PREFEITURA DE CAMPO GRANDE. **Todos no ônibus**. Disponível em:

<<http://www.campogrande.ms.gov.br/agetec/artigos/todos-no-onibus/>>. Acesso em: 17 mar. 2021.

PREFEITURA DE CAMPO GRANDE. **Fala Campo Grande**. Disponível em:

<<http://fala.campogrande.ms.gov.br/>>. Acesso em: 17 mar. 2021a.

PREFEITURA DE CAMPO GRANDE. **Plataforma criada pela prefeitura para atender a população conquista prêmio nacional**. Disponível em:

<<http://www.campogrande.ms.gov.br/cgnoticias/noticias/plataforma-criada-pela-prefeitura-para-atender-a-populacao-conquista-premio-nacional/>>. Acesso em: 17 mar. 2021b.

PREFEITURA DE CAMPO GRANDE. **Conecta campo grande - internet pública gratuita.** Disponível em: <<http://www.campogrande.ms.gov.br/agetec/artigos/conecta-campo-grande/>>. Acesso em: 17 mar. 2021c.

PREFEITURA DE CAMPO GRANDE. **Aprovação Digital de Projetos Arquitetônicos.** Disponível em: <<http://apl01.pmcg.ms.gov.br/projsemur/portal.html?0.2742841100612008>>. Acesso em: 19 mar. 2021d.

PREFEITURA DE CAMPO GRANDE. **Portal + Obras.** Disponível em: <<https://obras.campogrande.ms.gov.br/>>. Acesso em: 19 mar. 2021e.

PREFEITURA DE CAMPO GRANDE. **SISGRAN.** Disponível em: <<http://www.campogrande.ms.gov.br/sisgran/>>. Acesso em: 19 mar. 2021f.

PREFEITURA DE CAMPO GRANDE. **Acessando aplicação SIMGEO via internet/intranet.** Disponível em: <<http://www.campogrande.ms.gov.br/simgeo/wp-content/uploads/sites/61/2019/04/Acessando-o-SIMGEO-2017.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2021g.

PREFEITURA DE CAMPO GRANDE. **SIMGEO.** Disponível em: <<http://simgeocidadao.campogrande.ms.gov.br/>>. Acesso em: 17 mar. 2021h.

PREFEITURA DE CAMPO GRANDE. **Triagem COVID-19.** Disponível em: <<https://covid19.campogrande.ms.gov.br/>>. Acesso em: 19 mar. 2021i.

PREFEITURA DE CAMPO GRANDE. **Conecta Campo Grande.** Disponível em: <<http://www.campogrande.ms.gov.br/conecta/>>. Acesso em: 19 mar. 2021j.

PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS. **Prefeitura assina convênio com Waze para auxiliar na gestão do trânsito.** Disponível em: <<http://portal.pmf.sc.gov.br/noticias/index.php?pagina=notpagina&noti=18304>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS. **QR Code nos pontos.** Disponível em: <<https://www.facebook.com/prefeituradeflorianopolis/posts/1643419942433129>>. Acesso em: 20 jun. 2021a.

PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS. **Wi-Fi gratuito em mais de 100 pontos da cidade.** Disponível em: <<https://www.facebook.com/prefeituradeflorianopolis/posts/1657730457668744>>. Acesso em: 16 jun. 2021b.

PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS. **Rastreamento COVID-19.** Disponível em: <<https://www.facebook.com/prefeituradeflorianopolis/posts/2911907628917681>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS. **História de Florianópolis.** Disponível em:

<<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/turismo/index.php?cms=historia&menu=5>>. Acesso em: 5 set. 2021a.

PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS. **Floripa no Ponto**. Disponível em: <<https://www.floripanoponto.com.br/>>. Acesso em: 20 jun. 2021b.

PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS. **Linhas extras de ônibus podem ser rastreadas por app Floripa no Ponto**. Disponível em: <<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/transportes/index.php?pagina=notpagina&noti=22979>>. Acesso em: 20 jun. 2021c.

PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS. **Obras Gov**. Disponível em: <<http://obrasgov.pmf.sc.gov.br/obras-gov-map/#/map>>. Acesso em: 20 jun. 2021d.

PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS. **Alô Saúde Floripa**. Disponível em: <<https://alosaudefloripa.com.br/sobre>>. Acesso em: 20 jun. 2021e.

PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS. **Informação para Todos - Rede de Espaços Públicos (REP)**. Disponível em: <<http://espacospublicos.pmf.sc.gov.br/acoes-programas/mapasdarede.html>>. Acesso em: 20 jun. 2021f.

PREFEITURA DE RIBEIRÃO PRETO. **Plano Diretor de Tecnologia da Informação PDTI 2020-2024**.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FRANCA. **Lei Nº 9.020, de 20 de Abril de 2021** Franca, SP Diário Oficial do Município, , 2021. Disponível em: <<https://franca.sp.leg.br/pt-br/legislacao/lei-no-9020-de-20-de-abril-de-2021>>

PROBERT, D. R.; FARRUKH, C. J. P.; PHAAL, R. **Technology roadmapping - Developing a practical approach for linking resources to strategic goals**. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture. **Anais...2003**

PROVIDAKIS, S.; ROGERS, C. D. F.; CHAPMAN, D. N. Predictions of settlement risk induced by tunnelling using BIM and 3D visualization tools. **Tunnelling and Underground Space Technology**, v. 92, 2019.

REITZ, T.; SCHUBIGER-BANZ, S. **The Esri 3D city information model**. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. **Anais...2014**

RITMO. **Ribeirão Ponto a Ponto**. Disponível em: <<https://www.ritmoribeirao.com.br/servicos-a-populacao/ribeirao-ponto-a-ponto/>>. Acesso em: 25 ago. 2021.

ROCHA, B. D. et al. **An Ontology-based Information Model for Multi-Domain Semantic Modeling and Analysis of Smart City Data**. Proceedings of the Brazilian Symposium on Multimedia and the Web. **Anais...New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020**

ROGERS, J.; CHONG, H.-Y.; PREECE, C. Adoption of Building Information Modelling



- technology (BIM): Perspectives from Malaysian engineering consulting services firms. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 22, n. 4, p. 424–445, 2015.
- RONG, Y. et al. Three-dimensional urban flood inundation simulation based on digital aerial photogrammetry. **Journal of Hydrology**, 2019a.
- RONG, Y. et al. Three-dimensional urban flood inundation simulation based on digital aerial photogrammetry. **Journal of Hydrology**, p. 124308, 2019b.
- ROSENKRANTZ, L. et al. The need for GIScience in mapping COVID-19. **Health and Place**, n. July, p. 102389, 2020.
- RUA, H.; FALCAO, A. P.; ROXO, A. F. **Digital Models - Proposal for the Interactive Representation of Urban Centres The downtown Lisbon City Engine model**. ECAADE 2013: COMPUTATION AND PERFORMANCE, VOL 1. **Anais...2013**
- RUA, H.; FALCÃO, A. P.; ROXO, A. F. **Digital Models – Proposal for the Interactive Representation of Urban Centres. The downtown Lisbon City Engine model**. ECAADE 2013 - COMPUTATION AND PERFORMANCE. **Anais...2013**
- SABRI, S. et al. **A multi-dimensional analytics platform to support planning and design for liveable and sustainable urban environment**. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. **Anais...Singapore: 2019**
- SANTOS, R.; COSTA, A. A.; GRILO, A. Automation in Construction Bibliometric analysis and review of Building Information Modelling literature published between 2005 and 2015. **Automation in Construction**, 2017.
- SCHAFFERS, H.; RATTI, C.; KOMNINOS, N. Special issue on smart applications for smart cities - new approaches to innovation: Guest editors' introduction. **Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research**, v. 7, n. 3, 2012.
- SCHAUFLER, C.; SCHWIMMER, E. **City information modeling - An expedient tool for developing sustainable, responsive and resilient cities?** IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. **Anais...2020**
- SEADE, F. S. E. DE A. DE D. **Portal de Estatísticas do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<https://populacao.seade.gov.br/>>. Acesso em: 23 ago. 2021.
- SECIS/MCTI. **Programa de Fomento à Elaboração e Implantação de Projetos de Inclusão Digital :Infraestrutura para Cidade Digital**.Brasília, DF, 2011.
- SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, S. E DE T. **Plano Estrategico Campinas Cidade Inteligente - PECCI**.Prefeitura Municipal de Campinas, 2019.
- SECRETARIA MUNICIPAL DE TURISMO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Edital de chamamento público nº 002/SMTTDE/2018 para a seleção de empresa parceira, para celebração de termo de cooperação, visando à implantação e operação do programa floripa wifi livre**. Disponível em: <[http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/23\\_10\\_2018\\_14.55.53.ca27e621775f1bd82](http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/23_10_2018_14.55.53.ca27e621775f1bd82)>

69701d18ff941cb.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2021.

**SEMADUR. Plano Diretor de Arborização Urbana de Campo Grande , MS.** Disponível em: <file:///C:/Users/Leticia de Souza/Downloads/Plano-Diretor-de-Arborização-Urbana-2010.pdf>. Acesso em: 5 set. 2021.

SHAH, J.; KOTHARI, J.; DOSHI, N. A survey of smart city infrastructure via case study on New York. **Procedia Computer Science**, v. 160, p. 702–705, 2019.

SHAHI, K.; MCCABE, B. Y.; SHAHI, A. Framework for Automated Model-Based e-Permitting System for Municipal Jurisdictions. **Journal of Management in Engineering**, v. 35, n. 6, p. 1–10, 2019.

SELKER, F.; ALLMENDINGER, P. International experiences: Future cities and BIM. n. May, p. 30, 2018.

SELKER, F.; SICHEL, A.; ALLMENDINGER, P. 2018 / 19 ECR Project Future Cities in the Making : overcoming barriers to information modelling in socially responsible cities Final Reporting. p. 114, 2019.

SILVA, A. C. E. **Semáforo “inteligente” avisa deficientes visuais quando atravessar.** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8D-mD\_w4H2w>. Acesso em: 4 set. 2021.

**SMART DUBLIN. Smart Districts are strategically selected locations where innovation projects are fast-tracked.** Disponível em: <https://smartdublin.ie/smart-districts/>. Acesso em: 4 set. 2021a.

**SMART DUBLIN. Future connectivity: Docklands 5G network.** Disponível em: <https://smartdublin.ie/future-connectivity-bringing-5g-to-dublin/>. Acesso em: 4 set. 2021b.

**SMART DUBLIN. Smart DCU: Ireland’s first digital university campus.** Disponível em: <https://smartdublin.ie/smart-dcu-irelands-first-digital-university-campus/>. Acesso em: 4 set. 2021c.

**SMART DUBLIN. Fingal County Council has launched a 3D Model of Balbriggan.** Disponível em: <Fingal County Council has launched a ‘3D Model of Balbriggan’.%0A>. Acesso em: 3 mar. 2021d.

**SMART DUBLIN. Modelo 3D de realidade virtual de Balbriggan.** Disponível em: <https://balbrigganwebscene20210205.s3-eu-west-1.amazonaws.com/Balbriggan\_v1.3.7.1\_210408\_WebGL/index.html>. Acesso em: 4 set. 2021e.

**SMART DUBLIN. Smart D8 is an initiative to improve the health and wellbeing of citizens in Dublin 8 through collaboration and innovation.** Disponível em: <https://smartdublin.ie/smart-districts/smart-d8/>. Acesso em: 4 set. 2021f.

**SMART DUBLIN. WeCount – Citizen Science for Traffic and Air Pollution Monitoring.** Disponível em: <https://smartdublin.ie/wecount-citizen-science-for-traffic-and-air-pollution->

monitoring/>. Acesso em: 4 set. 2021g.

SMART TOUR BRASIL. **Aplicativo TagCity**. Disponível em: <<https://smarttourbrasil.com.br/>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

SOARES, B. C.; BARACHO, R. M. A.; PORTO, M. F. **Automated compliance analysis of digital building models to Brazilian BIM regulatory framework**. 11th International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics (IMCIC 2020). **Anais...2020**

SOUZA, L.; BUENO, C. City Information Modelling as a support decision tool for planning and management of cities: A systematic literature review and bibliometric analysis. **Building and Environment**, v. 207, n. PA, p. 108403, 2022.

STOJANOVSKI, T. **City information modeling (CIM) and urbanism: Blocks, connections, territories, people and situations**. Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design. **Anais...San Diego, California, USA: 2013**

STOJANOVSKI, T. **City Information Modelling (CIM) and Urban Design Morphological Structure, Design Elements and Programming Classes in CIM**. ECAADE 2018: COMPUTING FOR A BETTER TOMORROW. **Anais...2018**

STOJANOVSKI, T. et al. Viewpoint: City Information Modelling (CIM) and Digitizing Urban Design Practices. **Built Environment**, v. 46, n. 4, p. 637–646, 2020.

TAN, T. et al. **Semantic enrichment for rooftop modeling using aerial LiDAR reflectance**. ICSPCC 2019 - IEEE International Conference on Signal Processing, Communications and Computing. **Anais...2019**

TAO, Z.; QIAN, Z. Study on the microenvironment evaluation of the architectural layout based on Building Information Modeling: A case study of Chongqing, China. **International Journal of Design and Nature and Ecodynamics**, v. 10, n. 2, p. 140–153, 2015.

THOMPSON, E. M. et al. Planners in the future city: Using city information modelling to support planners as market actors. **Urban Planning**, v. 1, n. 1, p. 79–94, 2016.

THORNTON, S. **Beneath the Smart City - Underground Infrastructure Mapping Technology Launches in Chicago**. Disponível em: <<https://datasmart.ash.harvard.edu/news/article/beneath-the-smart-city-913>>. Acesso em: 4 set. 2021.

TÖNJES, R. et al. **Real Time IoT Stream Processing and Large-scale Data Analytics for Smart City Applications**. European Conference on Networks and Communications. **Anais...2014**

TOWNSEND, A. M. **Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia**. 1st. ed. [s.l.] WW Norton & Company, 2013.

UNGUREANU, T. **The potential of City Information Modeling (CIM) in Understanding and Learning from the Impact of Urban Regulations on Residential Areas in Romania**. NEW TECHNOLOGIES AND REDESIGNING LEARNING SPACES. **Anais...2019**

- VAN BERLO, L.; DIJKMANS, T.; STOTER, J. **Experiment for integrating Dutch 3D spatial planning and bim for checking building permits**. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. **Anais...Istanbul**: 2013
- VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523–538, 2010.
- VASCONCELOS, A. D. Aracaju Sob Rodas: Aspectos Da Mobilidade Urbana No Viés Do Transporte Público. **Dissertação**, p. 111, 2014.
- VISHNU, E.; SARAN, S. **Semantic modeling of utility networks implementation of use cases for Dehradun city**. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. **Anais...Dehradun**: 2018
- VON SEIDLEIN, L. et al. Crowding has consequences: Prevention and management of COVID-19 in informal urban settlements. **Building and Environment**, v. 188, n. October 2020, p. 107472, 2021.
- WALRAVENS, N. Mobile business and the smart city: Developing a business model framework to include public design parameters for mobile city services. **Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research**, v. 7, n. 3, p. 121–135, 2012.
- WANG, B.; TIAN, Y. **Research on key technologies of city information modeling**. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. **Anais...2021**
- WANG, D.; ZHOU, T.; WANG, M. Information and communication technology (ICT), digital divide and urbanization: Evidence from Chinese cities. **Technology in Society**, v. 64, n. September 2020, 2021.
- WANG, H. et al. Global urbanization research from 1991 to 2009: A systematic research review. **Landscape and Urban Planning**, v. 104, n. 3–4, p. 299–309, 2012.
- WANG, H. **Sensing information modelling for smart city**. International Conference on Smart City/SocialCom/SustainCom (SmartCity). **Anais...IEEE**, 2015Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84973868097&doi=10.1109%2FSmartCity.2015.44&partnerID=40&md5=00b0cffe11079c7bf81d1fbee1a3c5>>
- WANG, M. et al. An integrated underground utility management and decision support based on BIM and GIS. **Automation in Construction**, v. 107, n. November 2018, p. 102931, 2019a.
- WANG, Y. et al. A survey of mobile laser scanning applications and key techniques over urban areas. **Remote Sensing**, v. 11, n. 13, 2019b.
- WANG, Z. et al. **The Problem Analysis and Solution Suggestion in the Process of City Information Model Construction**. 4th International Conference on Smart Grid and Smart Cities. **Anais...IEEE**, 2020
- WEBSTER, D.; MULLER, L. **Guide to city development strategies: improving urban**

**performance.**Cities Alliance., , 2006. Disponível em: <www.citiesalliance.org>

WEINGARTNER, G. **A construção de um sistema: os espaços livres públicos de recreação e de conservação em Campo Grande, MS.** [s.l.] Universidade de São Paulo, 2008.

WENDEL, J. et al. **Rapid development of semantic 3D city models for urban energy analysis based on free and open data sources and software.** Proceedings of the 3rd ACM SIGSPATIAL Workshop on Smart Cities and Urban Analytics, UrbanGIS 2017. **Anais...**Redondo Beach, CA, USA.: 2017

WHITE, G. et al. A digital twin smart city for citizen feedback. **Cities**, v. 110, n. January, 2021.

WILMERS, J. T. A. V. L.; CAVALCA, D. L.; FERNANDES, R. A. S. **Análise bibliométrica da área de pesquisa denominada demand response.** IV EREBD SE/CO/SUL. **Anais...**Porto Alegre, RS, Brasi: 2017

XIE, Z. Q.; ZENG, H. Y.; DU, Q. Y. **Study on application of urban underground drain pipeline information modeling as an auxiliary decision support in urban planning.** Applied Mechanics and Materials. **Anais...**2014

XU, X. et al. From Building Information Modeling to City Information Modeling. **Journal of Information Technology in Construction (ITCon)**, v. 19, n. December 2013, p. 292–307, 2014.

XUE, F.; WU, L.; LU, W. Semantic enrichment of building and city information models: A ten-year review. **Advanced Engineering Informatics**, v. 47, n. January, p. 101245, 2021.

YAMANI, S. EL et al. 3D Variables Requirements for Property Valuation Modeling Based on the Integration of Bim and Cim. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 5, p. 1–22, 2021.

YLIPULLI, J.; LUUSUA, A. Smart cities with a Nordic twist? Public sector digitalization in Finnish data-rich cities. **Telematics and Informatics**, v. 55, p. 101457, 2020.

YOSINO, C. M. O.; FERREIRA, S. L. **Using BIM and GIS Interoperability to Create CIM Model for USW Collection Analysis.** 18th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. **Anais...**2021

ZHAO, X. A scientometric review of global BIM research: Analysis and visualization. **Automation in Construction**, v. 80, n. February, p. 37–47, 2017.

ZUPIC, I.; CATER, T. Bibliometric Methods in Management and Organization. **Organizational Research Methods**, v. 18, n. 3, p. 429–472, 2015.

**APÊNDICE A — RESPOSTAS, NA ÍNTEGRA, DO QUESTIONÁRIO APLICADO A  
SERVIDORES DE PREFEITURAS MUNICIPAIS PARTICIPANTES DOS ESTUDOS  
DE CASO**

Resposta do Servidor da prefeitura de **Campo Grande – MS** no dia 23/06/2020 às 12:59:10.

Servidor de qual município? \*

**Campo Grande – MS**

Qual seu cargo na administração pública?

**Gestor de Processo**

O que você entende por cidades inteligentes? \*

**Uma cidade capaz de gerenciar suas necessidades se apoiando no uso de tecnologias**

Existe a pretensão de se tornar uma cidade inteligente? \*

**Sim**

Quais ações vêm sendo implantadas? \*

**Campo Grande no final do ano de 2018 publicou o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PDDUA) que pela primeira vez se baseou nas suas informações territoriais, ambientais, sociais e econômicas para determinação dos limites urbanos (zonas ambientais, zona de expansão, zonas urbanas, dentre outros limites). Mas para se chegar a esse compilado de informações foram necessários vários anos e estudos para consolidar o big data do município.**

**Para atingir essa quantidade e qualidade de informações outros sistemas foram desenvolvidos, posso em minha opinião afirmar que o início do big data do município foi, e é, o Perfil Socioeconômico de Campo Grande. Essa publicação anual compila diversas informações municipais se apoiando na informação diversificada de todas as secretarias municipais.**

**No ano de 2017, fui efetivado para a divisão de geoprocessamento e pela primeira vez os mapas do perfil foram elaborados em ambiente SIG. Em paralelo já havia o sistema municipal de indicadores georreferenciados (SISGRAN), que apesar de ser um webmap não possuía todos os rigores cartográficos, mas era uma excelente forma de publicização dos dados tanto para os servidores municipais quanto para os munícipes.**

**Em 2018 o SISGRAN, que era alimentado pela agência de planejamento e seu sistema gerido pela agência de tecnologia foi descontinuado por parte unilateral da ag. de tecnologia. Essa descontinuação foi o gatilho para a agência de planejamento trabalhar em um novo sistema para continuar a publicização da informação. E de lá para cá já estamos na 3ª versão do sistema, e durante todo esse tempo me dediquei quase que exclusivamente para a conversão e padronização de diversas informações municipais. Essas informações foram o subsídio do PDDUA e começaram e serem melhor vistas como uma fonte de informação de qualidade e não mais um "mapinha".**

**Em 2019 passei a ministrar capacitações em geoprocessamento para os servidores municipais para melhorar a qualidade de novos dados e enraizar essa cultura da divulgação da informação.**

**Compartilhei um pouco do que eu sei sobre as ações adotadas para o caminho das smart cities, com certeza há outras frentes.**

Quais as expectativas de resultados da implementação de uma cidade inteligente? \*

**Sair do pensamento "eu fiz assim e sempre funcionou", "eu acho que assim é melhor" e ir para a ação "vamos fazer assim pois os dados indicam que a melhor solução é A, B ou C"**

**Visto que segundo as definições, as cidades inteligentes podem ou não utilizar ferramentas tecnológicas para aprimorar a gestão das cidades. O que caracteriza uma cidade inteligente? \***

**Solucionar os problemas com apoio de informações de qualidade, não o achismo ou interesse político (ou melhor, com interesse político reduzido, pois é mais fácil debater com dados do que com achismos)**

Quais as características de inteligência você considera que esta cidade tem? \*

**Sustentabilidade, mobilidade**

Em que nível tecnológico você considera que a cidade está? \*

**Moderadamente tecnológica**

A prefeitura utiliza ferramentas computacionais e/ou aplicativos para gerenciamento e aprimoramento de tomada de decisões? \*

**Sim**

Quais ferramentas computacionais e/ou aplicativos para gerenciamento e aprimoramento de tomada de decisões a prefeitura utiliza? \*

**Ferramentas de geoprocessamento (SISGRAN, SIMGEO, pacote ArcGis, Qgis)**

**Pode haver outras, mas essas são as que eu utilizo para auxiliar as tomadas de decisão da minha agência**

Existe alguma Tecnologia da informação e comunicação (TIC) implantada atualmente na cidade? \*

**Sim**

Quais as Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) implantadas na cidade?

**SISGRAN, SIMGEO**

Quais as motivações para a implementação de TICs na cidade? \*

**Publicização da informação, auxiliar a tomada de decisões dos gestores públicos.**

Quais os resultados atuais e/ou expectativas de resultados futuros da implementação de TICs? \*

**Ampliação dos big data, melhoria dos sistemas existentes, melhoria da infraestrutura**

É utilizada alguma base de dados que reúna informações atualizadas da cidade? \*

**Sim**

Quais bases de dados a prefeitura utiliza? \*

**Estudos próprios e contratados (imageamento aéreo, carta geotécnica, carta de drenagem, planos diretores), INPE, DNPM, IBGE, ANA, DNER, DNIT, OSM, etc**

Existe integração dessa base dados com as TICS ou IoT implementadas na cidade? \*

**Sim**

A base de dados integrada é acessível aos cidadãos? \*

**Sim**

Quais foram os resultados obtidos até agora com a implantação destas tecnologias? \*

**Extremamente positivos, a população aceitou com muita facilidade o sistema e a prefeitura faz uso diário para atender as suas necessidades.**

**Neste ano já passamos de 220 mil visualizações da página do SISGRAN**

E quais as dificuldades encontradas na implementação? \*

**Falta de apoio da agência de tecnologia para a manutenção do sistema. Dificuldade da padronização da informação, tomando muito tempo para padronizá-los e então tornar úteis**

Como foi a aceitação da população na implementação destas tecnologias? \*

**Positiva, tanto que durante a primeira grande parada do sistema foram diversos e-mails e ligações perguntando o motivo do sistema não estar mais no ar**

Como foi a aceitação dos servidores que a utilizam estas tecnologias? \*

**Positiva, inclusive durante a migração dos planos diretores o sistema antigo foi mantido no ar internamente afim de atender a capacidade dos analistas realizarem seus serviços em processos antigos que utilizando o antigo plano diretor como legislação aplicável**

De que forma os cidadãos tem participado do processo de tomada de decisões da cidade? \*

**Durante o plano diretor e todas as legislações que o regulamentam são feitas audiências públicas.**

Qual o meio de comunicação entre prefeitura e cidadãos? \*

**Internet, rádio e TV**

A prefeitura tem disponibilizado meios informativos (sites, panfletos, propagandas, etc.) a população sobre as iniciativas acerca de cidades inteligente e utilização de ferramentas tecnológicas?

**Sim**

Quais os meios de informação que a prefeitura disponibiliza? (disponibilizar links) \*

**<http://sisgran.campogrande.ms.gov.br/>**

**<http://www.campogrande.ms.gov.br/simgeo/>**

Resposta do Servidor da prefeitura de **Campinas – SP** no dia 17/06/2020 às 15:28:47.

Servidor de qual município? \*

**CAMPINAS SP**

Qual seu cargo na administração pública?

**Coordenador de Projetos Especiais**

O que você entende por cidades inteligentes? \*

**São cidades onde os recursos são otimizados com objetivo de melhorar a qualidade de vida dos cidadãos com uso intenso de inovação tecnológica.**



Existe a pretensão de se tornar uma cidade inteligente? \*

**Sim**

Quais ações vêm sendo implantadas? \*

**São diversas ações o qual para orientar estas ações foi criado um plano estratégico disponível em:**

**<http://www.campinas.sp.gov.br/arquivos/desenvolvimento-economico/pecc-2019-2029.pdf>**

Quais as expectativas de resultados da implementação de uma cidade inteligente? \*

**Campinas recebeu dia 17 de setembro o título de cidade mais inteligente e conectada do Brasil em 2019. A premiação da 5ª edição do Connected Smart Cities, ranking elaborado pela Urban Systems e pela Sator.**

**Apesar disto, o objetivo atual é continuar a evolução da aplicação de tecnologias e ações objetivando melhorar a gestão e assim atendendo melhor os cidadãos.**

Visto que segundo as definições, as cidades inteligentes podem ou não utilizar ferramentas tecnológicas para aprimorar a gestão das cidades. O que caracteriza uma cidade inteligente?

**Uma cidade que otimiza os recursos para atender melhor os cidadãos.**

Quais as características de inteligência você considera que está cidade tem?

**Primeiro, Campinas possui vocação para a inovação, considerando que é um polo de tecnologia. Outra coisa importante é o engajamento por parte dos cidadãos.**

Em que nível tecnológico você considera que a cidade está? \*

**Moderadamente tecnológica**

A prefeitura utiliza ferramentas computacionais e/ou aplicativos para gerenciamento e aprimoramento de tomada de decisões? \*

**Sim**

Quais ferramentas computacionais e/ou aplicativos para gerenciamento e aprimoramento de tomada de decisões a prefeitura utiliza? \*

**Sistemas de Informações Geográficas, BI, Centro Integrado de Monitoramento de Campinas – CIMCamp**

Existe alguma Tecnologia da informação e comunicação (TIC) implantada atualmente na cidade? \*

**Sim**

Quais as Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) implantadas na cidade?

**Sistema de Informações Geográficas, Central Integrada de Monitoramento de Campinas (Cimcamp), redes de fibra óptica ...**

Quais as motivações para a implementação de TICs na cidade? \*

**Avaliar problemas complexos cruzando grande quantidade de informações para orientar a tomada de decisão. Resposta rápida para o cidadão**

Quais os resultados atuais e/ou expectativas de resultados futuros da implementação de TICs?

\*

**Campinas hoje é mais digital, responde mais rápido. E mais integrada com o cidadão**

É utilizada alguma base de dados que reúna informações atualizadas da cidade? \*

**Sim**

Quais bases de dados a prefeitura utiliza? \*

**Oracle, Maria DB, Postgresql, PostGIS, MySQL (nas diversas secretarias, autarquias e utilities)**

Existe integração dessa base dados com as TICS ou IoT implementadas na cidade? \*

**Sim**

A base de dados integrada é acessível aos cidadãos? \*

**Sim**

Quais foram os resultados obtidos até agora com a implantação destas tecnologias? \*

**Melhor integração, respostas rápidas, acesso a informação, cruzamento de dados**

E quais as dificuldades encontradas na implementação? \*

**Resistência ao novo por servidores antigos, burocracia, paradigmas.**

Como foi a aceitação da população na implementação destas tecnologias? \*

**Cada avanço, mais acesso ao cidadão, menos dependência de pessoas. Toda inovação sempre é bem vinda pelo cidadão**

Como foi a aceitação dos servidores que a utilizam estas tecnologias? \*

**Em muitos casos ocorrem resistência ao novo, sobretudo por servidores mais antigos.**

De que forma os cidadãos tem participado do processo de tomada de decisões da cidade? \*

**Principalmente através de soluções disponibilizadas pela internet, ou até mesmo em eventos que podem ser presenciais ou remotos.**

Qual o meio de comunicação entre prefeitura e cidadãos? \*

**Hoje, o mais comum é a internet. Em segundo lugar é o protocolo (que pode ser digital o analógico)**

A prefeitura tem disponibilizado meios informativos (sites, panfletos, propagandas, etc.) a população sobre as iniciativas acerca de cidades inteligente e utilização de ferramentas tecnológicas?

**Sim**

Quais os meios de informação que a prefeitura disponibiliza? (disponibilizar links) \*

**Portal da prefeitura, imprensa (TV, revistas, internet) e em revistas especializadas e eventos criados para divulgação de novas ideias**

Resposta do Servidor da prefeitura de **Franca – SP** no dia 08/07/2020 às 22:51:42.

Servidor de qual município? \*

**Franca-SP**

Qual seu cargo na administração pública?

**Arquiteto e Urbanista**

O que você entende por cidades inteligentes? \*

**Uma cidade inteligente é um ambiente capaz de gerir, de maneira sistemática e estratégica, uma gama de processos e de procedimentos que implicam diretamente na qualidade de vida da população que nela habita. Ela deve buscar apresentar soluções acessíveis e de fácil compreensão aos munícipes, visando com isso encurtar as distâncias que afastam a população da máquina pública. Uma cidade inteligente acima de tudo deve compreender toda a diversidade nela existente e dar respostas a cada situação do modo mais simples, enxuto, acessível e eficaz possível.**

Existe a pretensão de se tornar uma cidade inteligente? \*

**Sim**

Quais ações vêm sendo implantadas? \*

**"Existem esforços de eliminar alguns procedimentos burocráticos que ocorreram nos últimos anos no município, como a Lei Federal da Desburocratização de 2018, que buscou simplificar o aparato jurídico em todas as esferas públicas, assim como existem alguns procedimentos os quais podem ser feitas solicitações pelo site da prefeitura municipal. Houve, além disso, desde o ano de 2009, a digitalização de diversos arquivos que se encontravam dentro de processos antigos, e conseqüentemente a formação de um banco de dados com essas informações. Houveram ainda, alguns serviços exercidos pelos servidores municipais que passaram a ser totalmente digitais, como por exemplo, a patrimonialização de objetos e de bens, além das transferências de arquivos que atualmente correm por meio digital no programa de protocolo.**

**No entanto, muita coisa ainda precisa avançar. O volume de papéis que empregados nos procedimentos e que possuem uma permanência curta dentro dos arquivos é muito grande. Além disso, o vai-e-vem de processos entre os setores faz com que não sejam incomuns extravios e perdas de documentos, o que não ocorreria caso essas informações fossem passadas por meio digital.**

**Especificamente na área da construção civil, a grande demanda de análises de processos acaba gerando um grande volume de processos os quais caminham entre os setores de aprovação de maneira linear, fazendo com que haja uma grande fila de espera por onde esses processos passarem. Dentre todos os setores da prefeitura municipal, certamente o do planejamento urbano é um dos que mais necessita passar por um profundo processo de digitalização, uma vez que a má gestão desses processos de aprovação de empreendimentos, acarreta, acima de tudo, grandes prejuízos econômicos e sociais ao setor da construção civil. "**

Quais as expectativas de resultados da implementação de uma cidade inteligente? \*

**Maior eficiência em gerir a máquina pública, desburocratização, facilitação e simplificação de processos e procedimentos e acima de tudo, uma maior democratização das informações.**

Visto que segundo as definições, as cidades inteligentes podem ou não utilizar ferramentas tecnológicas para aprimorar a gestão das cidades. O que caracteriza uma cidade inteligente?

**A cidade inteligente é aquela que possui meios para lidar com as suas necessidades da maneira mais eficaz e honesta. Ainda que os autores apontem que uma cidade inteligente**

pode ou não fazer uso da tecnologia, eu creio que dificilmente a burocracia instalada (entenda burocracia no sentido original do termo, como o aparato de controle do estado) poderá lidar com a sua complexidade sem o uso da tecnologia.

Quais as características de inteligência você considera que está cidade tem?

**Deve ser capaz de fazer planejamento estratégico para curto, médio e longo prazo, deve ainda atender, de modo rápido e com profundidade suficiente, às diversas demandas do município e que além de tudo seja democrática, participativa e pouco onerosa.**

Em que nível tecnológico você considera que a cidade está? \*

**Moderadamente tecnológica**

A prefeitura utiliza ferramentas computacionais e/ou aplicativos para gerenciamento e aprimoramento de tomada de decisões? \*

**Sim**

Quais ferramentas computacionais e/ou aplicativos para gerenciamento e aprimoramento de tomada de decisões a prefeitura utiliza? \*

**São diversas. Há uma série de *softwares* que foram desenvolvidos ao longo dos anos para diversos setores. O principal deles é a ferramenta denominada "protocolo", a qual se destina aos registros de todos os processos físicos que há no município. Há outras ferramentas cadastrais como a de IPTU, DÍVIDA ATIVA, RENDAS DIVERSAS, FISCALIZAÇÃO DE OBRAS, dentre outros. Dentro do setor no qual eu trabalho, são usados, ainda, programas de planilhas eletrônicas para registros de dados dos processos e para formação de gráficos de controle e desempenho do setor.**

Existe alguma Tecnologia da informação e comunicação (TIC) implantada atualmente na cidade? \*

**Sim**

Quais as Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) implantadas na cidade?

**No geral, as ferramentas citadas anteriormente. O destaque vai para a ferramenta de protocolo, a qual além de gerar um histórico dos processos para os servidores municipais, possibilita que os trâmites de cada setor possam ser consultados pelos munícipes através de plataforma digital disponível no site da prefeitura.**

Quais as motivações para a implementação de TICs na cidade? \*

**A grande dificuldade de acompanhamento dos processos entre os setores e a falta de organização nos bancos de dados e nos arquivos. Para o município, um controle falho resulta em má gestão, gastos acima do necessário, abertura de possibilidades para a corrupção e o mau emprego dos esforços e verbas em ações que não podem ser mensuradas corretamente.**

Quais os resultados atuais e/ou expectativas de resultados futuros da implementação de TICs? \*

**Os programas instalados conseguem responder bem a diversas solicitações, mas são pouco integrados. A compilação de dados fica ainda a cargo do servidor responsável pelo processo. Espera-se, no futuro próximo, a total digitalização de diversos procedimentos, melhorando com isso a logística e o planejamento feitos nos setores.**

É utilizada alguma base de dados que reúna informações atualizadas da cidade? \*

**Sim**

Quais bases de dados a prefeitura utiliza? \*

**sistemas de IPTU, PROTOCOLO, FISCALIZAÇÃO DE OBRAS, RENDAS DIVERSAS, DÍVIDA ATIVA E MUITOS OUTROS**

Existe integração dessa base dados com as TICS ou IoT implementadas na cidade? \*

**Não**

A base de dados integrada é acessível aos cidadãos? \*

**Não**

Quais foram os resultados obtidos até agora com a implantação destas tecnologias? \*

**Solucionou-se diversas lacunas de informação que se reservavam praticamente à experiência de servidores mais velhos e sistematizou-se muitos procedimentos a partir disso. No entanto, ainda há muito o que melhorar quando o assunto é a transmissão de dados entre as plataformas e a simplificação de procedimentos.**

E quais as dificuldades encontradas na implementação? \*

**Há muitos servidores públicos que são idosos e possuem grande dificuldade com a tecnologia. Apresentar novos modelos de tecnologia acaba sendo um desafio à diversos setores e exigem especial disposição desses funcionários. A burocratização de procedimentos, a qual tem em vista gerar determinados registros os quais precisam ser autenticados (carimbados e assinados), associados a não presença de ferramenta de certificações digitais, fazem com que seja muito complexa a eliminação de determinados procedimentos ou a reestruturação dos modelos adotados.**

Como foi a aceitação da população na implementação destas tecnologias? \*

**Não posso responder a esta questão. A implantação é muito anterior ao meu exercício como profissional da prefeitura e eu se quer morava na cidade na época (2009).**

Como foi a aceitação dos servidores que a utilizam estas tecnologias? \*

**Idem à questão acima.**

De que forma os cidadãos tem participado do processo de tomada de decisões da cidade? \*

**A participação nos processos públicos quase sempre aparece na forma de consulta pública ou de audiências. No geral, esses procedimentos estão muito mais ligados a um praxe do que de fato ao exercício de cidadania.**

Qual o meio de comunicação entre prefeitura e cidadãos? \*

**A principal plataforma utilizada é o site da prefeitura. Para formalidades na administração, são dados despachos a partir do Diário Oficial do Município, o qual é totalmente digital, além do Portal da transparência e de prestação de contas. Aos servidores, são enviados e-mails com disparos em massa para a circulação de informações e recados.**

A prefeitura tem disponibilizado meios informativos (sites, panfletos, propagandas, etc.) a população sobre as iniciativas acerca de cidades inteligente e utilização de ferramentas tecnológicas?

**Não.**

Quais os meios de informação que a prefeitura disponibiliza? (disponibilizar links) \*

<https://www.franca.sp.gov.br/>

<https://www.franca.sp.gov.br/pmf-diario/>

<https://www.franca.sp.gov.br/aplicativo/veja-como-baixar-o-app-cidadao-no-seu-smartphone-ou-tablet-android>

Resposta do Servidor da prefeitura de **Florianópolis** – SC no dia 17/09/2020 às 12:38:48.

Servidor de qual município? \*

**Florianópolis**

Qual seu cargo na administração pública?

**Superintendente de Ciência, Tecnologia e Inovação**

O que você entende por cidades inteligentes? \*

**Uma cidade na qual as decisões são tomadas visando o desenvolvimento social e econômico de forma sustentável, promovendo qualidade de vida de quem reside e experiências positivas para quem empreende, visita ou frequenta. Para tanto, o uso das tecnologias e a colaboração entre o poder público e a sociedade são fundamentais.**

Existe a pretensão de se tornar uma cidade inteligente? \*

**Sim**

Quais ações vêm sendo implantadas? \*

**A instalação de Conselhos temáticos com participação da sociedade civil organizada; a tomada de decisões por parte do poder público baseadas em sistemas de informações; melhoria no sistema de educação, criando a escola do futuro, com novas estruturas e metodologias de ensino; melhoria no sistema de saúde, implantando o Alô Saúde, plataforma de telemedicina; melhoria na urbanização dos bairros, com novas praças, espaços públicos, sistema viário, e com participação da sociedade civil organizada; implantação efetiva da lei municipal de inovação; implantação do living lab Florianópolis; modernização tecnológica de sistemas fundamentais para a prefeitura, com destaque para o geoprocessamento; desburocratização para o empreendedorismo local.**

Quais as expectativas de resultados da implementação de uma cidade inteligente? \*

**Maior desenvolvimento econômico, com impactos positivos no desenvolvimento social, e visando a sustentabilidade; melhoria da qualidade de vida; melhoria da qualidade do turismo.**

Visto que segundo as definições, as cidades inteligentes podem ou não utilizar ferramentas tecnológicas para aprimorar a gestão das cidades. O que caracteriza uma cidade inteligente?

**O uso adequado das tecnologias, que devem servir como meio para otimizar e melhorar o processo e o resultado das decisões tomadas no município, tanto pelo poder público, quanto pela sociedade civil organizada.**

Quais as características de inteligência você considera que está cidade tem?

**O uso de dados para embasar a tomada de decisões pelos Conselhos temáticos da cidade, com destaque para o Conselho da Cidade, que define os rumos estratégicos da urbanização do município.**

Em que nível tecnológico você considera que a cidade está? \*

**Muito tecnológica**

A prefeitura utiliza ferramentas computacionais e/ou aplicativos para gerenciamento e aprimoramento de tomada de decisões? \*

**Sim**

Quais ferramentas computacionais e/ou aplicativos para gerenciamento e aprimoramento de tomada de decisões a prefeitura utiliza? \*

**Os principais são: Sistema de Automação de Processos; Sistema Tributário Municipal; Sistema de Georreferenciamento; Alô Saúde.**

Existe alguma Tecnologia da informação e comunicação (TIC) implantada atualmente na cidade? \*

**Sim**

Quais as Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) implantadas na cidade?

**Difícil enumerar, pois só na prefeitura temos mais de 30 tecnologias diferentes. Na cidade como um todo, podemos destacar dispositivos de internet das coisas com foco principalmente na mobilidade urbana, com destaque para os semáforos (com sistema inteligente de tráfego) e sensores. Além disso, todas as unidades da prefeitura, sem exceção, têm conexão banda larga com a internet.**

Quais as motivações para a implementação de TICs na cidade? \*

**Consolidação de informações de forma precisa e ágil, para suporte a ações (em casos de alertas) e para a tomada de decisão tática ou estratégica.**

Quais os resultados atuais e/ou expectativas de resultados futuros da implementação de TICs? \*

**Os resultados são relacionados à melhoria da qualidade dos serviços públicos, principalmente nas áreas que utilizam TICs mais intensivamente. No futuro a prefeitura deverá fortalecer mais as áreas de tecnologia e de inovação, com foco principalmente na transformação digital.**

É utilizada alguma base de dados que reúna informações atualizadas da cidade? \*

**Não**

Quais bases de dados a prefeitura utiliza? \*

**Base tributária municipal, integrada ao cadastro mobiliário e ao cadastro imobiliário, sobre as quais o Sistema Tributário Municipal e o Sistema de Geoprocessamento opera. Além disso, a área da Saúde opera diversas bases, com dados municipais, estaduais e federais. A área de Educação também integra diferentes bases.**

Existe integração dessa base dados com as TICS ou IoT implementadas na cidade? \*

**Sim**

A base de dados integrada é acessível aos cidadãos? \*

**Não**

Quais foram os resultados obtidos até agora com a implantação destas tecnologias? \*

**Melhoria na qualidade dos serviços públicos.**

E quais as dificuldades encontradas na implementação? \*

**Falta de pessoal especializado na prefeitura, com excessiva dependência dos fornecedores.**

Como foi a aceitação da população na implementação destas tecnologias? \*

**A implantação de novas tecnologias tem sido pauta positiva, sempre com aprovação da população. No entanto, a curva de adoção principalmente dos processos digitalizados tem sido mais lenta que a prevista.**

Como foi a aceitação dos servidores que a utilizam estas tecnologias? \*

**A resistência a mudanças é grande. No entanto, as tecnologias envolvidas com processos finalísticos acabam sendo adotadas com rapidez, mesmo com um ou outro ponto de resistência.**

De que forma os cidadãos tem participado do processo de tomada de decisões da cidade? \*

**Principalmente por meio da Política Participativa expressa na Lei Ordinária 10461/2018, representados pelos conselhos de desenvolvimento regionais da cidade, e também por meio do Conselho da Cidade.**

Qual o meio de comunicação entre prefeitura e cidadãos? \*

**São vários os meios de comunicação. Além do portal da prefeitura, os canais nas mídias sociais são muito utilizados.**

A prefeitura tem disponibilizado meios informativos (sites, panfletos, propagandas, etc.) a população sobre as iniciativas acerca de cidades inteligente e utilização de ferramentas tecnológicas?

**Sim.**

Quais os meios de informação que a prefeitura disponibiliza? (disponibilizar links) \*

**[www.pmf.sc.gov.br](http://www.pmf.sc.gov.br) / <https://redeinovacao.floripa.br> / <https://www.facebook.com/prefeituradeflorianopolis> são os principais**

Resposta do Servidor da prefeitura de **Aracaju** – SE no dia 01/06/2021 às 08:48:43.

Servidor de qual município? \*

**Aracaju**

Qual seu cargo na administração pública?

**Diretor de Inovação**

O que você entende por cidades inteligentes? \*

**Cidades em que o cidadão é protagonista, com ações de pertencimentos, como uso de serviços de forma presencial ou virtual, processo de consulta a iniciativas de impacto a ambiente, entre outros.**

Existe a pretensão de se tornar uma cidade inteligente? \*

**Sim**

Quais ações vêm sendo implantadas? \*



**Implantação de serviços digitais ao cidadão e ao servidor**  
**Implantação de conectividade através de anel ótico em toda cidade**  
**Implantação de ponto 5g através da iluminação pública**  
**Big data**  
**analytics**

Quais as expectativas de resultados da implementação de uma cidade inteligente? \*

**Inclusão Digital**  
**redução da desigualdade social**  
**serviços mais próximos da população carente**  
**Obter informação para projetos orientado em dados estruturados**

Visto que segundo as definições, as cidades inteligentes podem ou não utilizar ferramentas tecnológicas para aprimorar a gestão das cidades. O que caracteriza uma cidade inteligente?  
**A cidade que, mesmo com escassez de recursos, consegue levar de forma igual serviços a sociedade, elevando a participação social nas tomadas de decisão para projetos que melhorem a vida dos seus cidadãos.**

Quais as características de inteligência você considera que está cidade tem?

**Mobilidade inteligente e com foco na melhoria dos dados obtidos pelo transporte público**  
**Resiliência**  
**Implantação de conectividade as escolas**  
**Sistema de dados da Saúde para ações de prevenção e mapeamento**

Em que nível tecnológico você considera que a cidade está? \*

**Moderadamente tecnológica**

A prefeitura utiliza ferramentas computacionais e/ou aplicativos para gerenciamento e aprimoramento de tomada de decisões? \*

**Não**

Quais ferramentas computacionais e/ou aplicativos para gerenciamento e aprimoramento de tomada de decisões a prefeitura utiliza? \*

**EM BRANCO**

Existe alguma Tecnologia da informação e comunicação (TIC) implantada atualmente na cidade? \*

**Sim**

Quais as Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) implantadas na cidade?

**Prontuário eletrônico, Diário eletrônico de classe, plataforma de governo digital para processos cartoriais.**

Quais as motivações para a implementação de TICs na cidade? \*

**Coleta e estruturação de dados que auxiliem as políticas públicas e melhoria de acesso so serviços da cidade para todos cidadãos.**

Quais os resultados atuais e/ou expectativas de resultados futuros da implementação de TICs?  
 \*

**Maior engajamento do cidadão nas demandas da cidade.**

**participação nos processos de construção do políticas públicas**  
**Personalização do cidadão através de análise de dados, em acordo com a LGPD**

É utilizada alguma base de dados que reúna informações atualizadas da cidade? \*

**Sim**

Quais bases de dados a prefeitura utiliza? \*

**DADOS OFICIAIS DOS MINISTÉRIOS, SECRETARIAS OU DADOS PRODUZIDOS BANCO COM INFORMAÇÕES PRODUZIDAS POR SISTEMA UTILIZADOS PELA PREFEITURA E SUAS SECRETARIAS.**

Existe integração dessa base dados com as TICS ou IoT implementadas na cidade? \*

**Não**

A base de dados integrada é acessível aos cidadãos? \*

**Não**

Quais foram os resultados obtidos até agora com a implantação destas tecnologias? \*

**ainda foram computados todos os resultados, mas, parcialmente, já motamos um avanço através do sistema de governo digital (1doc) que os processos estão bem mais rápidos e com tempo de conclusão menor e com entrada, na sua grande maioria pelo canal não presencial.**

E quais as dificuldades encontradas na implementação? \*

**transformação digital e engajamento dos servidores na implantação das soluções disruptivas.**

Como foi a aceitação da população na implementação destas tecnologias? \*

**positiva, com um forte movimento de mudança sobre os canais de entrada e com acompanhamento mais intenso no andamento dos seus pedidos. o nível de exigência do cidadão subiu!**

Como foi a aceitação dos servidores que a utilizam estas tecnologias? \*

**de difícil aceitação, já que agora eles são monitorados e perderão o "poder" sobre o andamento e priorização dos processos.**

De que forma os cidadãos tem participado do processo de tomada de decisões da cidade? \*

**Ainda não implantamos a plataforma de colaboração, por isso não temos medida ainda.**

Qual o meio de comunicação entre prefeitura e cidadãos? \*

**Ouvidorias, telefone, ajuinteligente (1doc).**

A prefeitura tem disponibilizado meios informativos (sites, panfletos, propagandas, etc.) a população sobre as iniciativas acerca de cidades inteligente e utilização de ferramentas tecnológicas?

**Não**

Quais os meios de informação que a prefeitura disponibiliza? (disponibilizar links) \*

**[www.aracaju.se.gov.br](http://www.aracaju.se.gov.br)**

**[www.ajuinteligente.aracaju.se.gov.br](http://www.ajuinteligente.aracaju.se.gov.br)**

Resposta do Servidor da prefeitura de **Ribeirão Preto** – SP no dia 07/07/2021 às 11:42:16.

Servidor de qual município? \*

**Ribeirão Preto**

Qual seu cargo na administração pública?

**Arquiteto e Urbanista**

O que você entende por cidades inteligentes? \*

**Cidades que atendam às necessidades da população em termos de qualidade de vida e que promovam o desenvolvimento social e econômico, utilizando, para isso, técnicas e tecnologias para mediação social e utilização de informações de forma intensiva, de forma que as decisões e planejamento sejam orientadas pela ampla participação popular e por um conjunto amplo de análises e dados sobre o território.**

Existe a pretensão de se tornar uma cidade inteligente? \*

**Sim**

Quais ações vêm sendo implantadas? \*

**Migração para sistema de processos digitais visando eliminação de processos físicos / Aprovação de obras simplificadas para projetos de baixa complexidade / Aderência ao programa Município Verde Azul / Utilização de drones para fiscalização e segurança pública / APPs Riberon, Saúde Digital, Fala Cidadão / Ampliação da gama de serviços ofertados pelo portal [www.ribeiraopreto.sp.gov.br](http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br) / Ribeirão Digital (internet WIFI pública disponível em alguns equipamentos públicos) / Utilização do sistema Cittamobi para consulta de itinerários e horário de chegada dos ônibus nos pontos de parada.**

Quais as expectativas de resultados da implementação de uma cidade inteligente? \*

**Aumento da eficiência e eficácia da gestão pública resultando na melhoria de qualidade de vida no aumento de oportunidades para a população.**

Visto que segundo as definições, as cidades inteligentes podem ou não utilizar ferramentas tecnológicas para aprimorar a gestão das cidades. O que caracteriza uma cidade inteligente?

**A boa utilização dos recursos (humanos, materiais e informações) disponíveis que resulte na garantia dos direitos fundamentais definidos na constituição federal, bem como dos direitos humanos e das metas globais para o desenvolvimento humano.**

Quais as características de inteligência você considera que está cidade tem?

**Utilização de mídias digitais para acesso a serviços públicos pelos cidadãos.**

Em que nível tecnológico você considera que a cidade está? \*

**Pouco tecnológica**

A prefeitura utiliza ferramentas computacionais e/ou aplicativos para gerenciamento e aprimoramento de tomada de decisões? \*

**Sim**

Quais ferramentas computacionais e/ou aplicativos para gerenciamento e aprimoramento de tomada de decisões a prefeitura utiliza? \*

**Planilhas eletrônicas, Sistema de gerenciamento de projetos, Banco de dados espaciais,**

### **Sistema de Informações Geográficas.**

Existe alguma Tecnologia da informação e comunicação (TIC) implantada atualmente na cidade? \*

**Sim**

Quais as Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) implantadas na cidade?

**Georreferenciamento em tempo real da frota de ônibus // Semaforização inteligente nos corredores de ônibus em construção // Rede de fibra ótica / rádio entre equipamentos municipais.**

Quais as motivações para a implementação de TICs na cidade? \*

**Melhoria da qualidade dos serviços.**

Quais os resultados atuais e/ou expectativas de resultados futuros da implementação de TICs? \*

**Melhoria da satisfação do usuário do transporte coletivo público // Melhoria dos tempos médios gastos em deslocamento.**

É utilizada alguma base de dados que reúna informações atualizadas da cidade? \*

**Sim**

Quais bases de dados a prefeitura utiliza? \*

**cadastros: imobiliário, equipamentos municipais, pontos de interesse (equipamentos de saúde, bancos, empresas etc), assentamentos precários, demanda habitacional, patrimônio cultural, tributário, imóveis abandonados, empreendimentos em aprovação para viabilidade; redes de infraestrutura: linhas principais de distribuição de energia, água e esgoto, poços de produção de água, unidades consumidoras de água; elementos físicos: relevo, hidrografia, fragmentos de vegetação, unidades de conservação, áreas de preservação permanente.**

Existe integração dessa base dados com as TICS ou IoT implementadas na cidade? \*

**Não**

A base de dados integrada é acessível aos cidadãos? \*

**Não**

Quais foram os resultados obtidos até agora com a implantação destas tecnologias? \*

**Os resultados são em sua maioria setoriais, gerando benefícios de eficiência e controle da informação para a unidade responsável pelos dados, ex.: o Departamento de Água e Esgotos se beneficia do cadastro da rede instalada, porém o mesmo não está acessível nem é utilizado por outros departamentos.**

E quais as dificuldades encontradas na implementação? \*

**Não existe uma instância de gestão da informação, o que dificulta a integração entre diferentes setores.**

Como foi a aceitação da população na implementação destas tecnologias? \*

**Não tenho conhecimento de pesquisas amplas a esse respeito, porém pela minha experiência pessoal percebo que o aplicativo Cittamobi é muito utilizado pelos usuários**

**do transporte público, enquanto os demais aplicativos Riberon, Saúde Digital e Fala Cidadão são pouco conhecidos ou utilizados. Imagino que o mapa digital da cidade, que fornece acesso limitado aos bancos de dados municipais deva ser pouco utilizado pela população.**

Como foi a aceitação dos servidores que a utilizam estas tecnologias? \*

**A maioria dos servidores têm dificuldade de assimilação de novas tecnologias e tendem a manter velhas práticas. Por essa razão também participam e se interessam pouco pela mudança nas técnicas de trabalho.**

De que forma os cidadãos tem participado do processo de tomada de decisões da cidade? \*

**Nas proposições de leis complementares são realizadas audiências públicas de caráter informativo, com possibilidade de voz aos munícipes e envio de propostas por formulários eletrônicos ou email, com posterior relatório de aceitação ou não de propostas apresentadas. Nos períodos de elaboração das leis orçamentárias normalmente são realizadas audiências públicas nesses moldes e de forma regionalizada pela cidade.**

**A participação também se dá por meio dos conselhos municipais das políticas setoriais, como por exemplo, da Saúde, Educação, Idoso, Meio Ambiente, Habitação, Pessoas com Deficiência etc.**

Qual o meio de comunicação entre prefeitura e cidadãos? \*

**Portal [www.ribeiraopreto.sp.gov.br](http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br), informes publicitários na televisão, aplicativo Riberon, Instagram, Facebook, Twitter, Whatsapp, informes no transporte coletivo público, informes nos equipamentos públicos.**

A prefeitura tem disponibilizado meios informativos (sites, panfletos, propagandas, etc.) a população sobre as iniciativas acerca de cidades inteligente e utilização de ferramentas tecnológicas?

**Não**

Quais os meios de informação que a prefeitura disponibiliza? (disponibilizar links) \*

**[www.ribeiraopreto.sp.gov.br](http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br) / Twitter: @prefeituraRP / Instagram: @prefeiturarp /**

**Facebook: [www.facebook.com/PrefeituraRP/](https://www.facebook.com/PrefeituraRP/) /**

**Riberon: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.coderp.m00>**