



**UNIVERSIDADE CATÓLICA DO SALVADOR
PRÓ REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TERRITÓRIO, AMBIENTE E
SOCIEDADE**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**CIDADES INTELIGENTES, GESTÃO URBANA E
GEOTECNOLOGIAS: PROPOSTA DE CITY INFORMATION
MODELING (CIM) APLICADO AO MUNICÍPIO DE MADRE
DE DEUS - BA**

THALITA EMANUELE TEIXEIRA SANTIAGO

**SALVADOR
2023**

THALITA EMANUELE TEIXEIRA SANTIAGO

**CIDADES INTELIGENTES, GESTÃO URBANA E
GEOTECNOLOGIAS: PROPOSTA DE CITY INFORMATION
MODELING (CIM) APLICADO AO MUNICÍPIO DE MADRE
DE DEUS - BA**

Dissertação de Mestrado apresentada para
a obtenção do título de Mestre em
Território, Ambiente e Sociedade pela
Universidade Católica do Salvador.

Orientadora: Silvana Sá de Carvalho

Linha 2: Tecnologias, gestões organizacionais, sociais e planejamento: desenvolvimento e
conservação da natureza

**SALVADOR
2023**

Dados de Catalogação na Publicação (CIP)
Ficha Catalográfica. UCSAL. Biblioteca.

S235 Santiago, Thalita Emanuele Teixeira
Cidades inteligentes, gestão urbana e geotecnologias: proposta de *City Information Modeling (CIM)* aplicado ao Município de Madre de Deus - BA/
Thalita Emanuele Teixeira Santiago. – Salvador, 2023.
100 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica do Salvador.
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Mestrado em Território,
Ambiente e Sociedade. Linha de Pesquisa: Tecnologias, gestões
organizacionais, sociais e planejamento: desenvolvimento e conservação
da Natureza.

Orientadora: Profa. Dra. Silvana Sá de Carvalho.

1. Cidades Inteligentes 2. Planejamento Urbano 3. Gestão Urbana
4. Modelagem Geométrica 5. Modelagem de Informação da Cidade
I. Carvalho, Silvana Sá de – Orientadora II. Universidade Católica do
Salvador. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação III. Título.

CDU 711.4

TERMO DE APROVAÇÃO

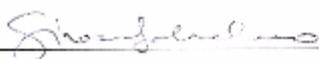
THALITA EMANUELE TEIXEIRA SANTIAGO

**" CIDADES INTELIGENTES, GESTÃO URBANA E GEOTECNOLOGIAS:
PROPOSTA DE CITY INFORMATION MODELING - CIM APLICADO AO
MUNICÍPIO DE MADRE DE DEUS - BA".**

Dissertação aprovada como requisito para obtenção do grau de
Mestre(a) em Território, Ambiente e Sociedade.

Salvador, 31 de março de 2023.

Banca Examinadora:



Prof.(a)s. Dr.(a)s. Silvana Sá de Carvalho - UCSAL (orientadora - UCSAL)



Prof.(a) Dr.(a) Máina Pirojá Silva (examinadora interna - UCSAL)



Prof.(a) Dr.(a) Arnaldo Bispo de Jesus (examinador externo - Moderniza)



Prof.(a) Dr.(a) Arivaldo Leão de Amorim (examinador externo - UFBA)

AGRADECIMENTOS

Até aqui Deus segurou a minha mão, colocou pessoas qualificadas e genuinamente dispostas a me auxiliar, me fazendo crer no resultado deste trabalho e me permitindo aproveitar o processo da forma mais saudável possível, então, por esse e milhares de outros motivos, minha gratidão à Ele sempre será eterna.

Sou grata também aos meus pais, Fernanda e Florisvaldo, que nunca mediram esforços para me incentivar nos estudos e me ensinaram que o conhecimento é um bem inegociável, me apoiando em todas as etapas da minha trajetória. Sem eles, seria impossível alcançar qualquer êxito.

Meus mais sinceros agradecimentos à minha família, especialmente à minha avó Helena, por ceder sua casa para momentos em que eu necessitei de silêncio para estudar e por me esperar com café quentinho em dias cheios. Aos meus amigos, por simbolizarem a rede de apoio necessária para que esta caminhada fosse a mais leve possível, pois os momentos de respiro e lazer também são necessários.

Agradeço também aos alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Católica do Salvador, com destaque à Ana Luiza Bonfim e Tândara Xavier, que dedicaram seu tempo para me acompanhar nas pesquisas de campo deste trabalho. Vocês são, sem sombra de dúvidas, parte essencial disso.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Silvana Sá de Carvalho, por estar sempre atenta a tudo para me ajudar quando precisei, além de ter se tornado também uma amiga, presenciando várias conquistas e contribuindo diretamente para o meu amadurecimento acadêmico.

Ao Prof. Dr. Arnaldo Bispo de Jesus, por não só me apresentar ao ramo da pesquisa científica e me convidar para participar do grupo de pesquisa que tão bem me acolheu, como por ter feito questão de acompanhar toda a minha caminhada até aqui.

A todos os professores do programa de pós-graduação em Território, Ambiente e Sociedade, pelos ensinamentos que ultrapassam as barreiras da universidade, além de proporcionarem uma convivência agradável durante todo o curso.

A todos os colegas que conheci nesse período, que mantiveram a união até o presente momento, transformando a turma em uma verdadeira família, mas, especialmente a Milena Damasceno e Felipe do Canto, que para além de colegas, se transformaram em verdadeiros amigos dentro e fora do âmbito acadêmico, amigos estes que quero manter para sempre.

Cada um deles, juntos e individualmente, contribuíram para a realização deste trabalho e merecem verdadeiramente o meu muito obrigada!

RESUMO

SANTIAGO, Thalita Emanuele Teixeira. **Cidades Inteligentes, Gestão Urbana e Geotecnologias:** proposta de *City Information Modeling* (CIM) aplicado ao Município de Madre de Deus - BA. Dissertação de Mestrado em Território, Ambiente e Sociedade. Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2022.

São várias as definições de cidades inteligentes, elas podem estar relacionadas com tecnologia, com desenvolvimento sustentável, com infraestrutura, com automatização ou redução de impactos. Entretanto, sempre entram em consenso quando se trata de melhorar a qualidade da vida humana através da boa gestão das cidades, tornando-as mais agradáveis e buscando agredir cada vez menos a paisagem natural por meio da inserção de novas ideias e adoção de políticas, seja de maneira formal ou não. Na atualidade, as *Smart Cities* (como são originalmente denominadas), vem demonstrando um grande potencial de desenvolvimento, pois já são mundialmente reconhecidas, sendo abordadas em legislações governamentais e mencionadas por organizações importantes como a ONU. No Brasil, por exemplo, a Associação Brasileira de Normas Técnicas já possui três normas criadas especialmente cidades inteligentes no país. Existe também a chamada Carta Brasileira para Cidades Inteligentes, que traz uma série de recomendações sobre o tema. Para a gestão urbana, que tem como objetivo resolver questões das cidades de forma eficiente e sustentável, visando cumprir as metas estabelecidas pelo planejamento urbano, que geralmente são impostas através de um plano diretor. Neste contexto, as cidades inteligentes oferecem estratégias complementares, adequando-se à legislação de cada município e suas particularidades, além de aplicar técnicas para o bom funcionamento do espaço urbano, fornecendo a interação entre a administração pública e a infraestrutura das cidades, buscando alinhar as lacunas existentes, solucionar problemas e impactar positivamente o cotidiano das pessoas. Para isso, pode ser utilizado o apoio das geotecnologias, que vem gradativamente sendo inseridas na produção de bases de dados digitais, proporcionando a produção de informações úteis para a tomada de decisões na gestão de cidades. Então, juntamente com as estratégias adotadas por cidades inteligentes, as geotecnologias tornam possível alcançar avanços significativos para o desenvolvimento de estudos sobre o planejamento e a gestão das cidades, além de potencializar agentes econômicos e sociais para resolver conflitos, trazendo soluções mais adequadas para a sociedade. *O City Information Modeling* (Modelagem da Informação da Cidade) com o apoio das geotecnologias permite um nível amparo à tomada de decisões que visam auxiliar a participação cidadã nas questões decisórias da gestão urbana e a criação de estratégias sustentáveis de ocupação dos espaços. Visto isso, o objetivo deste projeto é desenvolver um modelo de aplicação CIM, na óptica de uma Cidade Inteligente, tomando como objeto de estudo a área urbana do município de Madre de Deus, na Bahia. Para isso, foi criada uma metodologia específica que perpassa desde o levantamento bibliográfico e documental sobre os temas propostos, até a reunião de todas as informações representando-as cartograficamente, gerando como produto a modelagem geométrica de parte do município. Acredita-se que este produto pode ser capaz de direcionar os gestores a compreender a malha urbana de modo que possam melhorar a qualidade de seus espaços, bem como o aproveitamento, preservação e planejamento do futuro deste município.

Palavras-chave: Cidades inteligentes. Planejamento Urbano. Gestão urbana. Modelagem Geométrica. Modelagem de Informação da Cidade.

ABSTRACT

SANTIAGO, Thalita Emanuele Teixeira. **Smart Cities, Urban Management and Geotechnologies**: Proposal of City Information Modelling – CIM applied to the Municipality of Madre de Deus – BA. Masters' Degree on Territory, Environment and Society. Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2022.

Plentiful are the definitions of smart cities. They can be related to technology, sustainable development, infrastructure, process automation or impact management. However, consensus is there when it comes to improving quality-of-life through optimal city management, making them more pleasant and targeting constant reduction of the levels of aggression towards the natural landscape through the introduction of new ideas and policies – be it formally or not. Nowadays, the Smart Cities (as they are originally described) are showing great development potential, thanks to its worldwide recognition, governmental enforcement and mentions coming from the highest order, as of the UN. In Brazil, for example, the Brazilian Association of Technical Norms (ABNT in Brazilian Portuguese) has already three guidelines made specially for this matter, beyond a series of recommendations labeled as Brazilian Missive for Smart Cities – a focal point for urban management, which has efficient and sustainable solutions to cities' matters as goal and aims to accomplish the marks established by the urban planning, usually a derivative of the city's masterplan. In this context, smart cities offer complementary strategies, falling into place within each municipality's law and peculiarities. Furthermore, they apply techniques to enable optimal urban space usage, fostering communication between public administration and cities' infrastructure, aiming to align existing gaps, solve problems and promote positive impact on people's day-by-day. For such can be used the support provided by geotechnologies which are gradually being introduced in digital database production, gauging the output of useful data to decision-making in city management. So, alongside strategies adopted by smart cities, geotechnologies put within reach significant breakthroughs for the development of studies about planning and management of cities. On top of that, they empower economic and social agents on conflict-solving, introducing more adequate solutions to society. The City Information Modelling, supported by geotechnologies, allows a level of support on decision-making that aim to foster citizen engagement in urban management's decision process and the creation of sustainable strategies on soil usage. With that in mind, the goal of the present project is to develop a CIM application model within a Smart City optic and taking the urban area of the Municipality of Madre de Deus, Bahia as case study. For that matter, a specific methodology was created which pervades from bibliographic and documental survey about the proposed topics to the gathering of the wholeness of the data harvested to be represented cartographically, rendering as final product the geometric model of a part of the municipality. It is deemed that the said product may be capable of orientate urban managers on the understanding of the urban mesh in a way to enable space quality improvement and use-efficiency as well as the preservation and planning of this municipality's future.

Keywords: City Information Modelling, Geometric Modelling, Smart Cities, Urban Management, Urban Planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Eixos que qualificam Cidades Inteligentes	22
Figura 2 - Indicadores para Connected Smart Cities	28
Figura 3 - Mapa Mental explicitando as funções do BIM e do CIM	56
Figura 4 - Esquema de integração entre abordagens CIM	59
Figura 5 - Modelo da Cidade de Helsinki, 2019	61
Figura 6 - Paris 3D Experience	63
Figura 7 - Imagem Aérea - Projeto Geosampa	64
Figura 8 - Localização do Município de Madre de Deus - BA	67
Figura 9 - Terminal Marítimo do Temadre	69
Figura 10 - Zoneamento do município de Madre de Deus - BA	74
Figura 11 - Panorama fotográfico da travessa Tancredo Neves, Madre de Deus - BA	75
Figura 12 - Mosaico contendo algumas imagens do levantamento fotográfico realizado	76
Figura 13 - Mapa de Uso do Solo - Zona A - Madre de Deus - BA	77
Figura 14 - Mapa de Uso do Solo - Zona D - Madre de Deus - BA	78
Figura 15 - Mapa de Uso do Solo - Zona G- Madre de Deus - BA	79
Figura 16 - Mapa de Uso do Solo - Zoneamento Geral - Madre de Deus - BA	80
Figura 17 - Modelagem Geométrica do Município de Madre de Deus - BA	81
Figura 18 - Modelagem Geométrica - Zona L	82
Figura 19 - Modelagem Geométrica - Zona C	82
Figura 20 - Modelagem Geométrica - Zona G	83
Figura 21 - Interoperabilidade no CIM	84
Figura 22 - Estudante do curso de Arquitetura e Urbanismo da UCSAL atuando no projeto	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definição de Cidades Inteligentes	20
Quadro 2 - Objetivos Estratégicos para Cidades Inteligentes no Brasil	26
Quadro 3 - Ranking Geral - Connected Smart Cities 2022	29
Quadro 4 - Ranking Geral - Connected Smart Cities 2019	37
Quadro 5 - Ranking Geral - Connected Smart Cities, 2020	38
Quadro 6 - Ranking Geral - Connected Smart Cities, 2021	39
Quadro 7 - Salvador aparece como a nona cidade mais inteligente do Brasil, 2022	40
Quadro 8 - Análise dos Indicadores do município de Recife nos anos de 2021 e 2022	41
Quadro 9 - Indicadores e Eixos - Recife - 2021 e 2022	41
Quadro 10 - Salvador, Fortaleza e Recife no Ranking Geral Connected Smart Cities, 2022	39
Quadro 11 - Comparativo entre as cidades de Salvador e Fortaleza no ranking Connected Smart Cities	40
Quadro 12 - Grupos que compreendem os SIG	53
Quadro 13 - Distintas Formas de Utilização dos SIG	55
Quadro 14 - Níveis de Detalhamento do City Information Modeling	60
Quadro 15 - Descrição dos Tipos de Uso do Solo	74
Quadro 16 - Levantamento de dados - Gabarito das edificações da cidade de Madre de Deus	80

LISTA DE SIGLAS

3D	Tridimensional
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CCJC	Comissão de Constituição e de Cidadania
CIM	<i>City Information Modeling</i>
GEOPLAN	Grupo de Pesquisa - Geotecnologias Aplicadas ao Planejamento Territorial
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
ISSO	<i>International Organization for Standardization</i>
LiDAR	<i>Light Detection and Ranging</i>
LoD	<i>Levels of Details</i>
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
NBR	Norma Brasileira
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PETROBRAS	Petróleo Brasileiro S. A.
PDDU	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
PDTCI	Plano Diretor de Tecnologia da Cidade Inteligente
PIB	Produto Interno Bruto
PPP	Parceria Público Privada
PNCI	Política Nacional de Cidades Inteligentes
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RMS	Região Metropolitana de Salvador

3D	Tridimensional
SIG	Sistemas de Informação Geográficas
SMDU	Secretaria Nacional de Mobilidade e Desenvolvimento Urbano
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UCSAL	Universidade Católica do Salvador

SUMÁRIO

1 Introdução	12
1.1 Objetivos	13
1.2 Metodologia	14
2 Cidades Inteligentes, Conceitos e Contextos	16
2.1 Cidades Inteligentes no Brasil	23
2.1.2 Carta Brasileira para Cidades Inteligentes	23
2.1.3 Marcos Legais de Cidades Inteligentes no Brasil	256
2.2 Ranking de Cidades Inteligentes	27
2.3 Cidades Inteligentes no Nordeste do Brasil	30
3 Gestão Urbana e Geotecnologias: Aplicação do SIG e do CIM em Cidades Inteligentes	42
3.1 Planejamento e Gestão Urbana	42
3.2 Geotecnologias: a presença do SIG na Gestão Urbana	47
3.3 O modelo CIM e a gestão urbana	53
3.4 O modelo CIM nas Cidades Inteligentes	60
4 Estudo de Caso - Madre de Deus	66
4.1 O município de Madre de Deus	66
4.1.1 Configuração Geopolítica	66
4.1.2 Breve histórico	68
4.1.3 Economia	69
4.1.4 Estratégias de Planejamento para o município	70
4.1.4 Madre de Deus como cidade inteligente?.....	72
4.2 Mapa de Uso do Solo de Madre de Deus - Coleta e Armazenamento de Dados da Malha Urbana	73
4.3 Aplicação do CIM em Madre de Deus - Proposta de Modelagem Geométrica	81
5 Considerações Finais	86
Referências	91

1 Introdução

Meu interesse pelo universo da pesquisa científica surgiu por volta do ano de 2017, quando ainda dava meus primeiros passos como graduanda no curso de Arquitetura e Urbanismo. Enquanto experimentava o contato com a vida acadêmica e suas inúmeras possibilidades, surgiu uma oportunidade única: a convite de um professor e amigo, passei a compor o grupo de pesquisa Geoprocessamento Aplicado ao Planejamento Territorial (GEOPLAN) e à medida que frequentava as reuniões, acabei por descobrir que era possível transformar a maneira de enxergar a arquitetura, o urbanismo e as outras vertentes da minha profissão através da Ciência.

A partir dessa importante descoberta, manifestou-se em mim a ideia de iniciar este processo de transformação ainda dentro da Universidade. Para minha felicidade como nova pesquisadora, crescia gradativamente o interesse por um tema até então difundido, denominado “cidades inteligentes”, que me levou a questionar: por que não experimentar a cidade inteligente através da Universidade?

Então, buscando mais informações sobre o tema em que gostaria de me aprofundar, descobri que o termo “*smart universities*” estava em ascensão: universidades em municípios como Sorocaba, Londrina e Curitiba já estavam aderindo ao novo termo e buscando se tornar referência nacional em diversas áreas, como: eficiência energética, conectividade, aproveitamento de alimentos, acessibilidade e transporte. Entretanto, nenhuma das cidades que pesquisei possuíam uma realidade tampouco parecida com a minha. Logo, percebi que deveria atribuir à minha Universidade a mesma iniciativa de baixo custo e dentro da linha que o meu grupo de pesquisa aborda: por meio da utilização das geotecnologias.

Durante os dois anos que se seguiram, me dediquei inteiramente à pesquisa e ao estudo de cidades inteligentes, decidindo que não abandonaria o tema mesmo após me formar, e assim o fiz: No final de 2020, já bacharel em Arquitetura e Urbanismo, possuía total consciência de que desejava continuar na vida acadêmica e me aproximar ainda mais deste tema, expandindo um pouco mais meu objeto de estudo. Afinal, a universidade inteligente nada mais é do que um modelo de aplicação para a cidade inteligente: era o momento de tornar o meu projeto maior e mais funcional.

A grande questão que envolvia a atualização da minha pesquisa, que deveria ser agora mais consolidada, para uma dissertação de mestrado, era justamente a eleição de um novo objeto de estudo, pois, ao mencionar cidades inteligentes, pensa-se geralmente em grandes metrópoles, que já possuem suas necessidades básicas sanadas, e que utilizam agora a tecnologia somente para evoluir ainda mais, como é o caso de Barcelona e Helsinque.

Então, mais uma vez, vi se repetir o problema que enfrentei durante a graduação: as cidades-referência no assunto, nada tinham a ver com minha realidade. Então, quase sem me dar conta, já possuía um tema para minha pesquisa e, conseqüentemente, me aproximei do que viria a ser parte da problemática do mesmo: seria possível implementar um modelo de aplicação para cidades inteligentes sob a perspectiva de uma cidade brasileira?

Descobri que já existem autores que tratam do assunto no Brasil, assim como cidades que investem diretamente nesse aspecto, visando alcançar um nível de inteligência que se aproxime ao máximo do padrão de cidades como estas já citadas. Descobri que existem até mesmo algumas diretrizes para a implantação de cidades inteligentes no território nacional, como a Carta Brasileira para Cidades Inteligentes e as NBRs 37120, 37122 e 37123, por exemplo.

Por isso, considerei me aprofundar ainda mais e me distanciar um pouco do óbvio: ao invés de escolher como objeto de estudo uma grande metrópole como Salvador, onde nasci (que já possui estratégias de inteligência em andamento), optei por uma pequena cidade litorânea chamada Madre de Deus, a aproximadamente 60 km da capital baiana.

1.1 Objetivos

Juntamente com os questionamentos citados anteriormente, aperfeiçoou-se a problemática deste trabalho, tornando-se então a seguinte: **“Seria viável a criação e aplicação de um modelo de *City Information Modeling* que possa apoiar a Gestão de uma Cidade Inteligente em um Município como Madre de Deus?”**

Para além disso, em caso afirmativo, também se tornou necessário indagar **quais seriam as possíveis conseqüências e resultados alcançados após a criação deste projeto?**

Nesse momento, surgiu o **objetivo** principal desta pesquisa: apresentar uma proposta **de modelo de aplicação utilizando fundamentos do *City Information Modeling* - CIM, na óptica de uma Cidade Inteligente, tomando como objeto de estudo a área urbana do município de Madre de Deus - BA.**

Como **objetivos específicos**, salienta-se que este projeto buscou:

- Discorrer sobre como estratégias de cidades inteligentes podem ser úteis para a gestão e o planejamento urbano;
- Analisar a relevância do tema “cidades inteligentes” para o Nordeste brasileiro;
- Discutir a relação entre cidades inteligentes e *City Information Modeling*;
- Discutir a importância das geotecnologias para as cidades inteligentes.

1.2 Metodologia

Foi desenvolvida uma metodologia específica para a realização deste projeto, definida como “de caráter exploratório e natureza quantitativa e qualitativa”, estabelecida em seis passos, esclarecidos a seguir:

O Levantamento Bibliográfico e Documental, delimitado pelo momento em que foi feita uma pesquisa bibliográfica em meio físico e digital (artigos, livros, dissertações, teses, projetos acadêmicos ou páginas confiáveis na rede referentes à temática proposta) a fim de atualizar e melhorar ainda mais a fundamentação teórico-conceitual a respeito de cidades inteligentes e conceitos correlatos na atualidade;

Depois, participei de alguns **workshops** (como oficinas de aprendizado do software Qgis e sobre desenvolvimento de cidades inteligentes, além da utilização dos softwares Google), onde aprendi a lidar com as ferramentas necessárias para a coleta e armazenamento de dados para compor as bases digitais propostas por este projeto e adquirir mais competência para a realização do trabalho como um todo;

Desenvolvi em conjunto com estudantes de Arquitetura e Urbanismo da UCSAL, a **Coleta e Armazenamento de dados da malha urbana**, onde foi feita uma pesquisa de informações a

respeito do uso do solo do município e então, a compilação de uma base de dados a respeito das informações coletadas. As edificações do município foram catalogadas e vetorizadas no QGIS utilizando imagens do Google Earth¹ e seus atributos (como uso do solo e a altura total das edificações) foram identificados através do Street View², *softwares* escolhidos por conta do acesso facilitado e gratuito, disponível de forma *on-line* a qualquer indivíduo.

Após essa etapa, também em conjunto, foi feito um **Levantamento de campo**, no qual ocorreram visitas técnicas em diversos pontos do município, com o objetivo de identificar as ruas, edificações e outros equipamentos urbanos, verificando a veracidade das informações coletadas de forma remota, além de um **levantamento fotográfico** em áreas não registradas pelo *software* utilizado, como áreas próximas ao mar e de difícil acesso.

Então foi feita a **Elaboração de cadastro de uso do solo**, em que delimito os tipos de uso do solo e gabarito das edificações, através da criação de mapa temático georreferenciado detalhando todo o processo.

Por fim, a **Modelagem Geométrica Urbana do Município de Madre de Deus**, onde reuni todas as informações coletadas e apliquei ao modelo *City Information Modeling*, buscando representá-las graficamente se aproximando o máximo possível da realidade.

O projeto em questão se torna justificável ao trazer consigo a potencialidade de ser aplicado em outros municípios futuramente, pois se trata de uma modelagem geométrica que pode ser alimentada posteriormente com outras informações a respeito do município, como: existência de equipamentos urbanos, variáveis de uso do solo, adensamento, estudos de verticalização, ventilação e insolejamento, interferência climática etc. Desse modo, caso o projeto seja colocado em prática, pode ser oferecido como modelo-base, além de poder ser utilizado em estudos de viabilidade construtiva, passeios virtuais e previsões a respeito da atividade urbana,

¹ Trata-se de um programa de computador criado pela matriz estadunidense da Empresa Google, cuja função é apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, constituído por imagens de satélite (obtidas através de imagens aéreas ou de SIG). Ele pode ser utilizado como um gerador de mapas, sendo possível identificar lugares, construções, cidades, paisagem etc.

² Também criado pelo Google EUA, trata-se de um recurso disponibilizado pelo próprio Google Earth que possibilita vistas panorâmicas de 360° na posição horizontal e 290° na posição vertical, permitindo aos usuários visualizar partes de algumas regiões do globo ao nível do solo.

favorecendo profissionais de várias áreas, como Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil, Geografia, Cartografia, Planejamento Urbano etc.

Além disso, espera-se que, caso o projeto venha a ser adotado pelo município em algum momento, exista a possibilidade de participação por parte dos cidadãos, através do uso de plataformas online para compartilhamento de informações a respeito de problemas ou soluções inovadoras para a zona escolhida, com a facilidade de dispositivos móveis com acesso à *internet*, que processam os dados em tempo real. Dessa forma, a transparência entre a gestão pública e os habitantes aumentaria, estimulando a participação de todos os usuários da cidade.

Com a crescente facilidade de utilização das geotecnologias, existem atualmente inúmeras possibilidades de aplicação (como por exemplo com os SIG, as técnicas de geoprocessamento, o sensoriamento remoto e os posicionamentos de satélite) que facilitam a compreensão do espaço urbano de maneira que, outrora, era de alcance inimaginável. Na atualidade, pensar em gestão espacial baseada em base de dados computadorizados é uma realidade que se torna tangível para diversos setores.

Logo, por tratar-se de um tema ainda pouco discutido no Brasil, torna-se também um propósito desta pesquisa contribuir com o estado da arte a respeito das cidades inteligentes no Brasil.

2 Cidades Inteligentes, Conceitos e Contextos

Para compreender a definição de cidades inteligentes, primeiro é necessário abranger o conceito de cidades, assim como sua origem. Raquel Rolnik (1988), arquiteta e urbanista ligada à discussão de políticas urbanas e habitacionais, buscou discorrer tal conceito de forma simples e acessível em uma de suas obras, denominada “O que é cidade”, baseando-se em algumas analogias históricas e filosóficas. Para ela, uma das formas de definir a cidade é: “[...] o ambiente em que o ser humano pode realizar trabalho e obter moradia e suprir suas necessidades básicas de consumo como alimentação, mobilidade, saneamento básico etc.”

A mesma autora, citando como exemplo os antigos feudos, salienta que as cidades são locais onde os habitantes podem criar e cuidar de suas próprias instituições, sendo movidos através do abastecimento da economia e contribuindo para a expansão do capitalismo.

No mesmo livro, p. 8, a autora contextualiza que:

A origem da cidade se confunde, portanto, com a origem do binômio diferenciação social/centralização do poder. Este se coloca tanto internamente (para os vários grupos ou classes sociais da cidade em questão) quanto externamente, na conquista e ordenação dos territórios sob seu poder. **A relação morador da cidade - poder urbano pode variar infinitamente em cada caso, mas o certo é que desde sua origem, a cidade significa, ao mesmo tempo, uma maneira de organizar o território e uma relação política. Assim, ser habitante de cidade significa participar de alguma forma da vida pública [...]** (ROLNIK, 1988, p. 8, grifo nosso).

Portanto, de acordo com pensamentos da autora, pode-se afirmar que o crescimento das cidades sempre esteve ligado com meios de produção, relações de poder e desenvolvimento do trabalho. Por exemplo, de acordo com o Relatório Mundial das Cidades, de autoria da Organização das Nações Unidas (ONU), a população nas grandes cidades cresce significativamente a cada ano. A previsão é de que até o ano de 2050, essa estimativa dessa superpopulação passe de 56% do total global para 68%. Isso ocorre, principalmente, por conta da migração de pessoas do campo em direção às áreas urbanas, buscando melhores condições de vida e oportunidades de emprego, fenômeno este, presente desde o período da Revolução Industrial.

Devido a essa expansão desenfreada dos grandes centros urbanos, tornou-se necessário criar medidas de organização dessas cidades, por isso, o mesmo relatório, exige compromisso dos governos nacionais, regionais e locais para a adoção de tecnologias inovadoras e processos de vida urbana, de modo que atenda às necessidades básicas humanas, como saúde, moradia e outros serviços (SARAIVA, 2022).

Nessa busca por cidades mais igualitárias, inclusivas e sustentáveis, sobrevém o termo “cidades inteligentes” entre o fim da década de 90 e o início dos anos 2000, como uma forma de criar diretrizes de planejamento e gestão para que os espaços urbanos se tornem agradáveis aos seus habitantes e menos nocivos ao espaço natural. Isso se deu por conta das diferentes visões sobre o conceito de cidade e dos meios para buscar o seu bom funcionamento, bem como o papel dos cidadãos no contexto social, além da sua relação com a governança e o meio ambiente, com infraestrutura e com os serviços básicos oferecidos pelas cidades. Além disso, instituiu-se que também é papel das cidades inteligentes solucionar problemas resultantes da revolução industrial e do acúmulo de pessoas nas grandes cidades, como: saneamento básico, consumo de

energia, desequilíbrios ambientais, manejos de resíduos sólidos e catástrofes naturais. Necessidades estas, que Rolnik já havia mencionado em sua obra, na década de 80.

Por se tratar de termo relativamente novo, existem vários autores que discutem sua conceituação ao longo dos anos. Entretanto, é perceptível o quanto esta discussão vem se modificando, como explicitado no Quadro 1.

Quadro 1 - Definição de Cidades Inteligentes

REFERÊNCIA	DEFINIÇÃO
HALL, R. E. The vision of a smart city. Proceedings of the 2nd International Life Extension Technology Workshop, Paris, França, 2000.	Defende que cidades inteligentes podem ser entendidas como aquelas que monitoram e integram as condições de operação de todas as infraestruturas críticas da cidade, atuando de forma preventiva para a continuidade de suas atividades fundamentais.
Komninos, N. Intelligent cities: innovation, knowledge systems and digital spaces. Spon Press, Londres, 2002.	Utiliza o termo “cidade inteligente” para caracterizar áreas (comunidades, bairros, distritos, cidades, regiões) que possuem, por um lado, desenvolvimento tecnológico e os procedimentos de inovação, e, por outro, espaços digitais, processamento de informação e compartilhamento de conhecimento.
FERNANDES, Ricardo Jorge Lopes; FERNANDES, Rui Jorge Gama. As cidades e territórios do conhecimento na óptica desenvolvimento e do marketing territorial. 2006.	Para estes autores, cidades inteligentes se consolidam através da implantação de novas ideias, novas políticas, e, principalmente, novas formas de abordar estas temáticas. A “inteligência” dos espaços urbanos está ligada ao desenvolvimento sustentável pensado para uma escala global.
CALDAS, Rosângela Formentini. Unidades Culturais em Cidades	Segundo a autora, “As cidades inteligentes são polos reconhecidos que valorizam uma economia baseada em conhecimento e a sua produção sublinha o capital humano.”

<p>Inteligentes: Proposta de modelo de práticas organizacionais baseado em casos europeus. 2008. Tese de Doutorado. Universidade do Minho (Portugal).</p>	
<p>José Ewerton P. de Farias, Senior Member, OSA, Marcelo S. Alencar, Senior Member, IEEE, Ísis A. Lima, Student Member, IEEE e Raphael T. Alencar Instituto de Estudos Avançados em Comunicações (Iecom) Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Revista de Tecnologia da Informação e Comunicação, n. 1, Campina Grande, Brasil, outubro de 2011.</p>	<p>Para eles, “A construção de uma cidade inteligente tem como base a existência de uma infraestrutura tecnológica inteligente, isto é, a disseminação pelo espaço urbano de instrumentos eletrônicos (optoeletrônicos ou de outra natureza física) para aquisição, tratamento e transmissão de dados. E tem como ápice a disponibilização de serviços inteligentes para os usuários dos serviços urbanos (pessoas, empresas, administrações públicas).”</p>
<p>LEITE, Carlos; AWAD, Juliana di Cesare Marques. Cidades Sustentáveis, Cidades Inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano. Porto Alegre: Bookman, 2012. 264 p. ISBN 978-85-7780-965-3.</p>	<p>Defende que uma das principais características das cidades inteligentes é a capacidade de otimização da vida urbana, seja por serviços avançados da cidade formal, ou por novas oportunidades nos territórios informais.</p>
<p>GOMES, Daniel Machado; POLIÁLOGO, Nicholas Arena. Direito à Cidade e</p>	<p>Acreditam que cidades inteligentes resultam da combinação entre a sociedade, a administração pública, a tecnologia e o planejamento urbano.</p>

<p>Políticas Públicas para a Smart City. Revista de Direito Urbanístico, Cidade e Alteridade. Brasília, 2017, p. 19 a 33.</p>	
<p>REPETTE, Palmyra Farinazzo Reis; SCHNEIDER, Tatiana. Governança Participativa como Impulsionadora de Cidades Inteligentes: Um Estudo de Caso na Universidade Federal de Santa Catarina. X Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação. Ciudad del Saber, Panamá, 2020.</p>	<p>Os autores defendem que os habitantes de uma cidade inteligente devem estar no centro do processo de decisão, para que eles possam se adaptar às mudanças futuras, em qualidade de vida, oportunidade de educação, treinamento e emprego, modelos de negócio e conectividade, auxiliando nas propostas técnicas que devem ser adotadas para que a cidade se torne um ambiente atrativo para as pessoas que nelas vivem, trabalham e se divertem.</p>
<p>BARBOSA, Elisandra Fernandes Lopes; MALUF, Vivian Cristina de Souza. Cidades Inteligentes: Tecnologia aplicada à coleta seletiva. Faculdade de Tecnologia de São Carlos, São Carlos, 2022.</p>	<p>Para essas autoras, Cidades Inteligentes são aquelas que optam pela utilização de TIC em todos os seus níveis com o objetivo de alcançar uma maior eficiência e interconectividade em seus processos de planejamento, administração e execução da oferta de serviços e infraestrutura. Esse sistema proporciona uma experiência de vida mais satisfatória, segura, acessível, tecnológica, entre outros fatores.</p>

Elaboração: Autora, 2022.

Apesar de serem conceitos que diferem entre si e definirem as cidades inteligentes em épocas distintas, é evidente que, seja por meio da tecnologia, da participação popular, da inserção de políticas públicas e estratégias sustentáveis ou através da valorização da economia, é unânime que o papel das cidades inteligentes se relaciona diretamente com a adoção de melhorias para

a vida nas cidades. Na verdade, se pudesse ser promovido um conceito único, acredita-se que ele seria baseado na combinação de todos esses fatores, em prol da atratividade, funcionalidade e eficiência dos espaços urbanos.

Afinal, as cidades possuem potencial de crescimento imprevisível, além de grande influência social. Por isso, é preciso criar estratégias com abordagens multidisciplinares para atribuir eficácia em setores de importância, como a gestão do uso e ocupação do solo, por exemplo, tema que é abordado neste trabalho, e é justamente nesse momento que se torna necessária a introdução dos conceitos abordados pelas cidades inteligentes na gestão e no planejamento urbano.

Segundo Greco e Bencardino (2014) às cidades inteligentes devem abranger três tipos diferentes de abordagem, definidas da seguinte forma:

- a) Abordagem concentrada na tecnologia: caracterizada por sua forte ênfase em uso de softwares e hardwares, além de novas tecnologias para a construção e infraestrutura;
- b) Uma abordagem voltada para o cidadão: em que existe a valorização do ser humano como centro da cidade inteligente;
- c) Voltada para a definição de *Smart City* como um conjunto das duas já citadas: garantindo a interação entre o ser humano e a tecnologia, criando condições adequadas para o crescimento e inovação dentro das cidades.

As estratégias para que as cidades se tornem inteligentes podem nascer de iniciativas privadas, públicas, ou de uma parceria entre ambas, visando tornar a gestão do espaço urbano mais eficiente e democrático, além de promover o interesse comum e a equidade de qualidade de vida entre os cidadãos, bem como uma cidade melhor e mais avançada tecnologicamente.

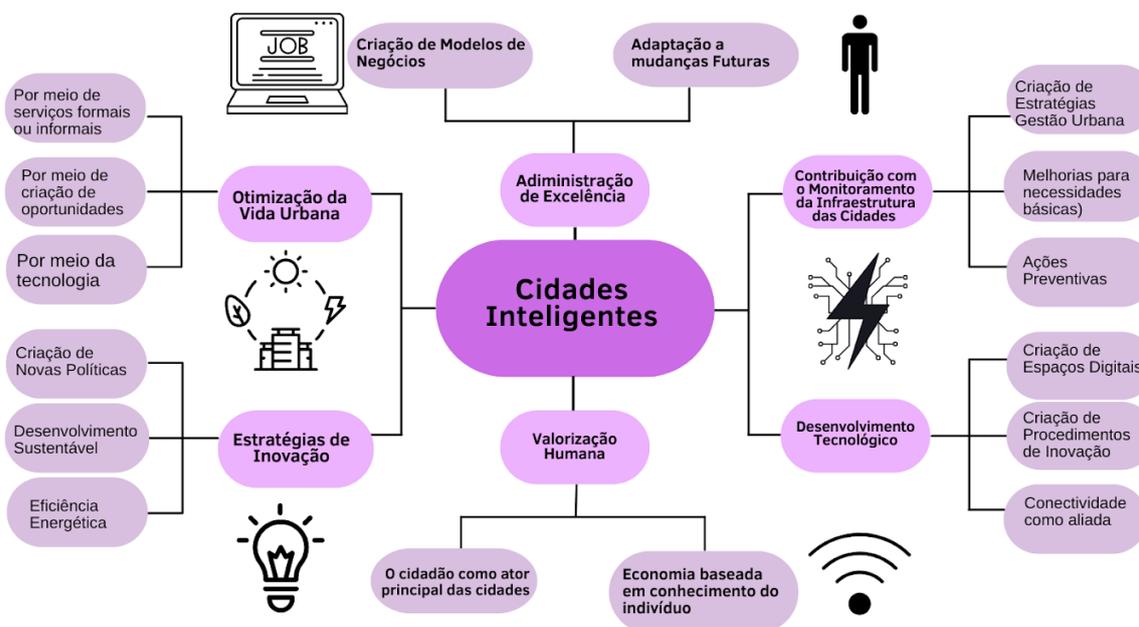
Algumas delas utilizam métodos diferentes de estudo do espaço. Como por exemplo, os chamados Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), que possuem ferramentas que podem tornar a compreensão das cidades mais ágil. Com os SIG, é possível não somente entender, mas também criar formas de otimizar a gestão das cidades, tornando-as mais eficientes. A respeito dos SIG, Ladwig (2013) afirma:

[...] uma ferramenta que permite a reunião de várias informações a respeito do espaço em uma única base de dados, englobando todas (SIC) as formas de apropriação do território. Além de trazer caminhos de investigação e novas formas de planejamento, antes impossíveis ou que levariam muito mais tempo para desenvolver resultados, ou ainda, acreditava-se não ter importância. Além disso, o SIG tem a função de localizar, organizar, manipular e gerenciar elementos do espaço territorial. (LADWIG, 2013, p. 208, grifo nosso).

Apesar da participação de empresas de caráter público e privado na criação das cidades inteligentes, Gomes e Poliálogo (2017) explicam que este processo também está sob responsabilidade do próprio cidadão, e que o objetivo de criá-la está voltado para ele, pois os componentes de infraestrutura e serviços a serem modificados (educação, saúde, segurança etc.) sofrerão melhorias que refletem diretamente no bem-estar da população.

Então, após a análise dos conceitos de “cidades inteligentes” em alguns periódicos nas últimas décadas, como visto no Quadro 1, por exemplo, pode-se destacar os principais eixos e características que as contemplam até o presente momento (Figura 1).

Figura 1 - Eixos que qualificam Cidades Inteligentes



Elaboração: Autora, 2022.

Além do mais, foi possível compreendê-las resumidamente como aquelas que utilizam a tecnologia, inovação e adoção de práticas sustentáveis para solucionar suas necessidades essenciais de forma acolhedora e favorável à qualidade de vida de seus habitantes, através da mudança em sua infraestrutura, buscando eficiência energética, redução de danos ambientais e estratégias de melhor aproveitamento dos espaços.

2.1 Cidades Inteligentes no Brasil

No contexto brasileiro, é preciso relacionar as cidades inteligentes não somente com a eficiência energética e desenvolvimento sustentável, mas considerar aspectos sociais, econômicos, culturais e ambientais. Por isso, é certo que entre os principais objetivos das ações de inteligência em cidades brasileiras, estão: a redução de desigualdades, aumento da qualidade de vida das pessoas, bem como a garantia da segurança e, por fim, a busca por estratégias de solução de problemas urbanos em geral por meio da tecnologia.

Ademais, o tema “cidades inteligentes” já está sendo consideravelmente discutido no país, o que ocasionou a criação de algumas diretrizes, leis e planejamentos estratégicos para a sua implementação e desenvolvimento, como pode ser visto a seguir:

2.1.2 Carta Brasileira para Cidades Inteligentes

Com o crescimento desta discussão em território nacional, torna-se imprescindível levar em consideração algumas variações, como o nicho de atuação e o objetivo da estratégia de inteligência na gestão e no planejamento de cidades. Portanto, foi primordial criar um conjunto de recomendações específicas para essa questão, que recebeu o título de “Carta Brasileira para Cidades Inteligentes”.

Originada de uma iniciativa da Coordenação Geral de Apoio à Gestão Regional e Urbana da SMDU/MDR (Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano/Ministério do Desenvolvimento Regional), essa Carta traz não somente sua contribuição para o conceito de cidades inteligentes no contexto brasileiro, como algumas estratégias para reduzir a

desigualdade econômica e social, além de apontar diretrizes de desenvolvimento urbano sustentável a serem aplicadas nos municípios.

Ela foi escrita por meio de parceria público-privada, com auxílio de profissionais de diversas áreas, como: planejamento urbano, desenvolvimento territorial, tecnológico e ambiental. De acordo com ela, compreende-se que, no Brasil:

Cidades inteligentes 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 (BRASIL, 2020, p. 28).

Logo na apresentação das recomendações iniciais, é estipulado que as cidades inteligentes brasileiras ideais devem ser **diversas e justas, vivas, conectadas, inovadoras, inclusivas, acolhedoras, seguras, resilientes, autorregenerativas, economicamente férteis, ambientalmente responsáveis, articuladoras de diferentes noções de tempo e espaço, conscientes, atuantes com reflexão, independentes no uso de tecnologias, atentas e responsáveis com seus princípios**. Além disso, a Carta cita mais de 160 recomendações específicas para o cenário brasileiro, apoiadas em 8 objetivos estratégicos (Quadro 2).

Quadro 2 - Objetivos Estratégicos para Cidades Inteligentes no Brasil

1.	Integrar a transformação digital nas políticas, programas e ações de desenvolvimento urbano sustentável, de modo que sejam respeitadas as diversidades e consideradas as desigualdades presentes nas cidades brasileiras;
2.	Disponer do acesso à internet de qualidade para a população;
3.	Estabelecer sistemas de governança de dados e tecnologias, com transparência, segurança e privacidade;
4.	Adotar modelos inovadores e inclusivos de governança, fortalecendo o papel do poder público como principal gestor da transformação digital das cidades;
5.	Fomentar o desenvolvimento econômico local para a transformação digital;
6.	Estimular modelos e instrumentos de financiamento para o desenvolvimento sustentável no contexto da transformação digital;

7.	Fomentar um movimento massivo e inovador de educação e comunicação públicas, visando maior engajamento da sociedade no processo de transformação digital e de desenvolvimento urbano sustentáveis;
8.	Construir meios de compreensão e avaliação de força contínua e sistêmica dos impactos da transformação digital nas cidades.

Fonte: BRASIL, 2020.

A Carta Brasileira para Cidades Inteligentes coloca em primeiro plano o bem estar da população, ressaltando como elementos principais as oportunidades de trabalho, educação, disponibilidade de bons equipamentos públicos, além de incentivar a participação dos cidadãos nas estratégias de desenvolvimento urbano, oferecendo orientações para o governo federal nos dez anos subsequentes ao que foi escrita, atendendo principalmente os problemas socioeconômicos, considerados como os principais obstáculos para a maioria dos municípios.

2.1.3 Marcos Legais de Cidades Inteligentes no Brasil

Dentre os principais limites estabelecidos por leis para este tema em solo brasileiro, destaca-se o Programa Federal de Cidades Inteligentes, citado no artigo 6º do decreto 9.612 de 2018. Este, salienta a implantação de uma infraestrutura para o desenvolvimento dessas cidades, substituindo o antigo Programa de Cidades Digitais, pertencente ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC).

Ainda no mesmo decreto, no artigo 9º, é apontado que existem compromissos de expansão para prestação dos serviços de telecomunicações, em função da celebração de termos de ajustamento de conduta, bem como de outorga onerosa de autorização de uso de radiofrequência e de atos regulatórios em geral, que serão direcionados para localidades com projetos de implantação de cidades inteligentes.

Além deste, salienta-se também a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que oferece a NBR ISO 37120, de janeiro de 2017, devido à ausência de um conjunto de normas que avaliassem a sustentabilidade urbana no país. Para a sua elaboração, tomou-se como base as normas de países como Estados Unidos, França, África do Sul, Inglaterra e Austrália, utilizando indicadores abordam não só questões ambientais, mas também sociais, econômicas

e serviços urbanos para o monitoramento da performance de uma cidade como uma tentativa de atingir ou manter o selo de desenvolvimento sustentável, que pode ser de uma cidade inteligente ou uma cidade resiliente³.

Trazida como complemento da NBR ISO 37120, foi elaborada também a NBR ISO 37122, que tem a pretensão de avaliar como as cidades se aproximam dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), além de avaliar a inteligência das cidades, tornando possível estabelecer comparações entre municípios e até mesmo entre países. Seus indicadores buscam estabelecer uma avaliação performática em áreas de eficiência de serviços municipais ou a qualidade de vida dos cidadãos. Com base no resultado dessa análise, é possível comparar cidades a fim de solucionar problemas específicos de cada uma delas e criar planejamentos estratégicos individuais, respeitando suas particularidades.

Existe também a NBR ISO 37123, de janeiro de 2021, criada para também ser utilizada como complemento da ISO 37120. Ela estabelece indicadores para cidades resilientes, além de definir regras para a possibilidade de alcançar tal resiliência nas cidades. Esta norma se aplica a qualquer cidade, município ou governo que se comprometa a medir o seu desempenho de maneira comparável e verificável, independentemente de seu tamanho e localização.

Há ainda, o Projeto de Lei 976/2021, recém aprovado. Este, prevê a criação de um plano de cidade inteligente por parte dos estados, municípios e do Distrito Federal, estabelecendo uma política para estimular o desenvolvimento de cidades inteligentes no Brasil, aproveitando tecnologias de última geração para a gestão do espaço urbano e para o relacionamento com os cidadãos. O desenvolvimento dessa norma incita a contribuição da sociedade e segue princípios como: sustentabilidade ambiental, redução de barreiras à inovação e ao empreendedorismo, estímulo à competitividade e o envolvimento de ações educativas, além de economia baseada no conhecimento. Os princípios gerais e objetivos desta Lei são desenvolvidos por meio da Política Nacional de Cidades Inteligentes (PNCI), prevendo a criação de um fundo de financiamento por meio do Governo Federal, além disso, os municípios deverão adotar planos de cidade inteligente, aprovados por lei e integrados ao Plano Diretor local (quando houver),

³ Segundo a ONU, “cidades resilientes” são aquelas capazes de “[...] resistir, absorver, adaptar-se e recuperar-se dos efeitos de um perigo de maneira tempestiva e eficiente, através, por exemplo, da preservação e restauração de suas estruturas básicas e funções essenciais”.

ou ao Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (no caso de regiões metropolitanas). Esse projeto define cidades inteligentes como:

[...] espaço orientado para o investimento em capital humano e social, visando o desenvolvimento econômico e sustentável e o uso de tecnologias disponíveis para aprimorar e interconectar os serviços de infraestrutura das cidades, de maneira inclusiva, participativa, transparente e inovadora, focando na elevação da qualidade de vida e bem-estar dos cidadãos. (BRASIL, 2021).

Dentre ações que deverão constar nos planos de cidades inteligentes dos governos locais, foram salientadas: política de dados abertos, em consonância com diretrizes do Poder Executivo Federal; além de mecanismos que estimulam o desenvolvimento de *startups* e fomentam a criação de ambiente regulatório experimental na cidade (*sandbox* regulatório⁴), nos termos do marco legal das *startups* e do empreendedorismo inovador.

Por meio das normas citadas, entre outros fatores, torna-se tangível a jornada para transformar municípios brasileiros em inteligentes, o suficiente para combater desafios como o desenfreado crescimento populacional, alterações climáticas e/ou instabilidade política e econômica, por exemplo. O que todas elas têm em comum, é a utilização da tecnologia e inovação em função da qualidade de vida dos habitantes das cidades.

2.2 Ranking de Cidades Inteligentes

Outra plataforma de abordagem do tema “cidades inteligentes” conhecida e muito utilizada no Brasil, é denominada “Connected Smart Cities”. Desenvolvida pela empresa de inovação digital Necta em parceria com a *Urban Systems*, essa pesquisa abrange notícias, artigos, estudos e informações sobre cidades inteligentes, além de criar eventos com apresentações de estudos práticos, soluções e tendências sobre este tema. Ela possui como objetivo acelerar o processo de desenvolvimento das cidades inteligentes, além de reunir atores que possibilitam a proporção de espaços para integrar e estimular a inovação dentro dessas cidades. Atualmente, apesar de não ser um meio oficial de reconhecimento de cidades inteligentes, é importante para essa

⁴ Compreende-se como “*sandbox* regulatório” um ambiente experimental, criado com a finalidade de suspender temporariamente a obrigatoriedade de cumprimento de normas exigidas para atuação em determinados setores, permitindo que empresas possam usufruir de um regime diferenciado para lançar novos produtos e serviços no mercado, com menos burocracia e mais flexibilidade, mas com o monitoramento e a orientação dos órgãos reguladores.

discussão, pois reúne documentos e informações a respeito das cidades inteligentes relevantes não só no país, como no mundo inteiro.

Essa plataforma é responsável pela criação de um *ranking* com o mesmo nome - *Connected Smart Cities*. Trata-se de um estudo iniciado no ano de 2015, que considera o conceito de conectividade⁵ relacionado ao conceito de cidades inteligentes. Para essa pesquisa, acredita-se que o desenvolvimento só é atingido quando os agentes da cidade compreendem o poder de conectividade entre todos os setores. Isto é, tanto os indicadores quanto os eixos temáticos propostos pela pesquisa não podem ser analisados separadamente, pois, para que uma cidade se torne de fato inteligente, todos são importantes.

No processo de criação desse ranking, foram definidos alguns eixos temáticos, que promovem a conexão e a sustentabilidade. São eles: **economia, educação, empreendedorismo, energia, governança, meio ambiente, mobilidade e acessibilidade, saúde, segurança, tecnologia, inovação e urbanismo**, que possuem o objetivo de criar um ambiente de discussão e questionamento a respeito dos negócios que envolvem as cidades inteligentes. Além desses eixos temáticos, a pesquisa ainda segue alguns indicadores específicos, como fica evidenciado na Figura 2.

⁵ O conceito de “conectividade” nas cidades inteligentes está relacionado com a capacidade de setores diversos atuarem de forma integrada, compartilhando dados e resultados, valorizando a sustentabilidade econômica, a educação, os investimentos em saneamento e principalmente a maneira como esses diversos setores estão atrelados a outros e são interdependentes. (Connected Smart Cities, 2017, p. 05-06)

Figura 2 - Indicadores para *Connected Smart Cities*

Fonte: Ranking Connected Smart Cities, 2021.

Então, para cada eixo temático da pesquisa, são identificados os municípios de melhor desempenho. No entanto, os resultados apresentados não devem ser interpretados separadamente, pois para que uma cidade seja considerada de fato inteligente, deve apresentar bons resultados no ranking geral.

Na última pesquisa, realizada no ano de 2022, foram coletados dados informacionais de todos os municípios brasileiros que possuem mais de 50 mil habitantes, totalizando 677 cidades, utilizando a estimativa populacional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Assim, de acordo com a pesquisa, as cidades mais inteligentes do Brasil até o presente momento (2022) são Curitiba, Florianópolis e São Paulo, respectivamente (Quadro 3).

Quadro 3 - Ranking Geral - Connected Smart Cities 2022

Ranking Geral					
Edição 2022					
Posição	UF	Município	Nota	Porte	Região
1	PR	Curitiba	38,571	Mais de 500 mil	Sul
2	SC	Florianópolis	37,925	Mais de 500 mil	Sul
3	SP	São Paulo	36,877	Mais de 500 mil	Sudeste
4	SP	São Caetano do Sul	36,365	100 a 500 mil	Sudeste
5	SP	Campinas	35,778	Mais de 500 mil	Sudeste
6	DF	Brasília	35,731	Mais de 500 mil	Centro-Oeste
7	ES	Vitória	35,604	100 a 500 mil	Sudeste
8	RJ	Niterói	35,574	Mais de 500 mil	Sudeste
9	BA	Salvador	35,570	Mais de 500 mil	Nordeste
10	RJ	Rio de Janeiro	35,536	Mais de 500 mil	Sudeste
11	SP	Barueri	35,516	100 a 500 mil	Sudeste
12	MG	Belo Horizonte	35,496	Mais de 500 mil	Sudeste
13	SP	Santos	35,197	100 a 500 mil	Sudeste
14	MS	Campo Grande	35,192	Mais de 500 mil	Centro-Oeste
15	SC	Balneário Camboriú	35,145	100 a 500 mil	Sul
16	SP	Jaguariúna	34,995	50 a 100 mil	Sudeste

Fonte: Urban Systems, 2022.

É válido apontar que, dentre as primeiras quinze cidades do ranking, onze pertencem ao eixo Sul-Sudeste do país, com notas superiores a 36,0 pontos. Os dados mais recentes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) confirmam que essas regiões estão entre as melhores do país com relação ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), juntamente com a região Centro-Oeste.

De acordo com Thomaz Assumpção, presidente da *Urban Systems*, o ranking vem se tornando um grande parâmetro para que as cidades brasileiras possam criar estratégias de planejamento buscando tornar-se mais humanas e buscar qualidade de vida para seus cidadãos (URBAN SYSTEMS, 2020).

Apesar dos resultados apontados no ranking elaborado pela empresa serem bastante significativos, pois a mesma é bastante conceituada e responsável por promover o maior evento de cidades inteligentes e mobilidade urbana do país, atualmente apenas Associação Brasileira de Normas Técnicas é reconhecida pela certificação oficial de cidades inteligentes, com base nas três normas citadas, que são regulamentadas pelo *World Council on City Data*, instituição ligada à Organização das Nações Unidas (ONU).

Até o presente momento, a única cidade brasileira que possui o título de cidade inteligente segundo a ABNT é São José dos Campos (SP), que curiosamente não aparece entre as quinze cidades mais inteligentes de 2022 na pesquisa *Connected Smart Cities*. A cidade passou por uma avaliação em torno de 276 indicadores, entre eles: serviços urbanos, qualidade de vida e práticas sustentáveis.

Entretanto, existem outras cidades que possuem potencial para se tornarem cidades inteligentes e sustentáveis no território nacional, em um futuro próximo, baseando-se principalmente em resoluções de problemas sociais, ambientais e econômicos existentes, especialmente na região Nordeste, citadas o item 2.3, a seguir.

2.3 Cidades Inteligentes no Nordeste do Brasil

Formada pelos estados da Bahia, Pernambuco, Ceará, Sergipe, Alagoas, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí e Maranhão, a Região Nordeste do Brasil é a terceira maior do país em extensão, composta pelo maior número de estados e pela maior faixa litorânea, compondo 30% da população brasileira, de acordo com dados do IBGE (2010). Assim como o restante do país, sofreu consequências em decorrência da migração campo-cidade em busca de melhores condições de vida e trabalho, provocando o crescimento desordenado de suas cidades grandes, acarretando diversos desafios associados à favelização, má distribuição de renda e escassez de segurança pública.

Na mesma pesquisa feita pelo PNUD e divulgada pelo IBGE no ano de 2010, percebeu-se que os estados nordestinos estão nas últimas posições de Índice de Desenvolvimento Humano e taxa de mortalidade infantil, realidade que se repetiu por vários anos.

Ainda sobre o processo de expansão da região, Guimarães e Da Costa (2020) afirmam que:

Nos últimos anos de expansão, algumas áreas do Nordeste adquiriram proporções crescentes no cenário econômico regional devido ao desenvolvimento de atividades advindas com o processo de industrialização da região, além da permanência das áreas tradicionais, como é o caso das zonas de cultivo de cana-de-açúcar e agropecuária, que são suas maiores fontes de subsistência, bem como o turismo, principalmente em cidades que possuem faixa litorânea. (GUIMARÃES; DA COSTA, 2020, p. 1086).

Os mesmos autores, comentam ainda que:

A história socioeconômica do Nordeste foi marcada por um modelo exploratório que, em certa medida, ainda se faz presente na atualidade. Os estados nordestinos ainda ocupam as últimas colocações no ranking nacional de Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), a taxa de mortalidade infantil ainda é a maior do país (GUIMARÃES; DA COSTA, 2020, p. 1087).

Mesmo com as condições precárias citadas em relação à exploração que acometeu a região, existem outras razões que influenciaram o seu contínuo desenvolvimento. Uma delas, foi a expansão da indústria do petróleo, destacando-se principalmente na Região Metropolitana do de Salvador (em municípios como Camaçari e a própria Madre de Deus), que possui um dos maiores polos petroquímicos do país e se destaca inclusive internacionalmente, concorrendo com outros países em setores de produção diversos. Sobre a expansão dessas indústrias, Araújo (1997) discorre:

[...] importantes movimentos da economia brasileira tiveram fortes repercussões na região Nordeste nos anos recentes. **Tendências da acumulação privada reforçadas pela ação estatal, quando não comandadas pelo Estado brasileiro, fizeram surgir e se desenvolver no Nordeste diversos subespaços dotados de estruturas econômicas modernas e ativas, focos de dinamismo em grande parte responsáveis pelo desempenho relativamente positivo apresentado pelas atividades econômicas na região.** Tais estruturas são tratadas na literatura especializada ora como frentes de expansão, ora como polos dinâmicos, ora como manchas ou focos de dinamismo e até como enclaves (ARAÚJO, 1997, p. 13, grifo nosso).

Por conta desse processo de desenvolvimento ter ocorrido sem o devido planejamento, alguns autores acreditam que não é viável a implantação de estratégias para cidades inteligentes na região. Para Aransegui, Querejeta e Montero (2012), por exemplo, cidades nordestinas encontram algumas dificuldades ao abrigar projetos com a grandeza daqueles implantados nas cidades denominadas inteligentes em países desenvolvidos, sobretudo os europeus, que ganham mais destaque dentro desse tema.

Em contraponto, para implantar diretrizes de cidades inteligentes em municípios da região Nordeste de modo eficaz, não é interessante replicar modelos implantados em países desenvolvidos, mas sim, adaptar-se à realidade vivenciada pelas cidades nordestinas, observando suas rotinas, demandas, habitantes e particularidades, compreendendo como seus projetos e soluções podem ser desenvolvidos e aplicados, buscando melhorias para todos os setores citados.

Visto isso, é preciso questionar: existe possibilidade de se criar uma cidade inteligente na região Nordeste?

Partindo do pressuposto de que uma das principais funções das cidades inteligentes é estabelecer soluções que visem melhorar setores como a economia, a mobilidade urbana, o meio ambiente, a saúde, o bem-estar dos cidadãos e a governança, cidades que possuem carência desses recursos seriam perfeitas para a criação e implantação de novos projetos.

Um bom exemplo disso é a cidade de Tóquio, no Japão. A cidade possui uma área metropolitana que abriga mais de 37 milhões de habitantes e enfrenta um grande desafio: o envelhecimento populacional, que acarreta outros problemas, como a mobilidade urbana, investimento em saúde e produtividade da força de trabalho. Por conta desses problemas, o governo do Japão criou o chamado “Plano 5.0”, que busca alimentar uma base de dados utilizada como centro de desenvolvimento de soluções de inteligência artificial, que pode ser acessada pelo cidadão, incluindo o idoso, residentes do meio urbano ou das zonas rurais, que poderão acessar seus benefícios de maneira rápida, eficiente e barata.

A mesma cidade, também desenvolveu um sistema de vigilância que permite aos governantes acompanhar a saúde da população de todas as idades com mais precisão. Durante a pandemia de COVID-19, esse sistema foi essencial para garantir a ausência de áreas de aglomerações, evitando uma maior proliferação do vírus. Com essa e outras estratégias, Tóquio se tornou uma cidade inteligente voltada para a solução de problemas (ESTADÃO, 2022).

Outro bom exemplo é a cidade de Trikala, na Grécia, que enfrentava uma crise financeira grave, além da inesperada imigração de milhares de sírios fugindo da guerra. Apesar do governo não possuir recursos suficientes, a cidade decidiu permitir que empresas de tecnologia locais oferecessem patrocínio para os projetos, assim como recebeu fomento por parte da União Europeia. O projeto, que ficou conhecido como E-Trikala, criou um centro de controle para monitorar a cidade e seus principais pontos de interesse, localizado na sede da prefeitura. O mesmo, monitora ainda a iluminação pública, e chegou a alcançar uma economia de energia de mais de 60% comparada a sistemas convencionais, além de monitorar também a manipulação de água e esgoto, gerenciando reclamações e solicitações dos habitantes. Também foi criado um sistema de monitoramento de operação de semáforos, medindo as concentrações de poluição do ar e sonora, avaliando possíveis impactos à saúde pública. Seguindo as estratégias

criadas, Trikala se tornou a primeira cidade inteligente do país, investindo apenas em tecnologias para a melhoria da qualidade de vida de seus habitantes (ESTADÃO, 2020).

Portanto, ao observar estes dois casos de cidades que enfrentaram adversidades diretamente relacionadas ao bem-estar populacional e gerenciamento de crises, percebe-se que o emprego da tecnologia para as cidades inteligentes não é a solução, mas sim o meio para alcançá-la. Desta forma, não somente seria possível implantar estratégias de cidades inteligentes em cidades nordestinas, como também necessário.

Entretanto, para que as soluções inteligentes para estas cidades sejam funcionais, não é possível apenas replicar modelos existentes de cidades que deram certo no Brasil ou no exterior, pelo contrário: deve ser elaborado pela gestão pública meio de um planejamento estratégico, trazendo como urgência as particularidades de cada cidade: sejam elas climáticas, de saúde, de desenvolvimento urbano, econômicas ou sociais, valorizando principalmente a participação popular na tomada de decisões.

Foi utilizando essas estratégias que, no ano de 2018, surgiu o primeiro destaque de uma cidade nordestina pelo *Ranking Connected Smart Cities*, citado no tópico anterior. Recife (PE) recebeu a décima segunda posição nacional e tornou-se a cidade mais inteligente do Nordeste, se sobressaindo em temas como tecnologia, educação, segurança, empreendedorismo e governança. Nesse mesmo ano, cidades como Salvador, Feira de Santana (BA), João Pessoa (PB), Caetité (BA), Sobral (CE) e Eusébio (CE) também ganharam destaque em diversos indicadores apontados pela pesquisa, como pode ser observado a seguir:

As cidades do Sul e Sudeste dominam as primeiras posições no Ranking Connected Smart Cities (2018). Campo Grande, a mais bem colocada no Centro Oeste, aparece na 11ª posição, seguida por Recife, do Nordeste, na 12ª posição. A melhor representante da Região Norte aparece apenas na 18ª posição, Palmas, no Tocantins. Por apresentarem maior desenvolvimento econômico, as cidades do Centro-Sul brasileiro contam com desenvolvimento social maior do que as cidades do Norte e Nordeste do país, impactando nos resultados dos eixos de Meio-Ambiente, Educação, Saúde, estes mais básicos, com consequente impacto nos eixos de Empreendedorismo, Tecnologia, Inovação e Economia (URBAN SYSTEMS, 2018, p. 47).

Dentre as ações que contribuíram para esse feito em Recife, está a participação de seus então governantes em eventos sobre a temática de cidades inteligentes desde o ano de 2015 (como o *Smart City Business America Congress & Expo*, e o *Fórum Connected Smart Cities*). Dessa

forma, foi possível compreender estratégias adotadas por outras cidades do Brasil e do mundo e aplicá-las de acordo com a realidade do município. Outro fator de importância foi a adoção de medidas para a qualidade de vida da população, como a construção do Parque Urbano Capibaribe, que influenciou o acesso ao lazer na cidade.

Mesmo com essas medidas, em 2019, Recife caiu para a vigésima terceira posição no ranking geral (Quadro 4), mas se manteve ainda como a cidade mais inteligente da região, seguida por Salvador (BA) na trigésima nona posição, e Natal (RN) na sexagésima nona posição. Estas foram as únicas cidades nordestinas apontadas como inteligentes entre as 100 primeiras que aparecem na pesquisa.

Quadro 4 - Ranking Geral - Connected Smart Cities 2019

POSIÇÃO	MUNICÍPIO (UF)	NOTA
21º	Piracicaba - SP	34,076
22º	Valinhos - SP	34,073
23º	Recife - PE	34,062
24º	Jaguariúna - SP	34,048
25º	Ribeirão Preto - SP	33,950
26º	Maringá - PR	33,840
27º	Araras - SP	33,671
28º	Uberaba - MG	33,517
29º	Sorocaba - SP	33,480
30º	São José dos Campos - SP	33,448
31º	Presidente Prudente - SP	33,371
32º	Juiz de Fora - MG	33,253
33º	Londrina - PR	33,146
34º	São José do Rio Preto - SP	32,981
35º	Petrópolis - RJ	32,903
36º	Santo André - SP	32,895
37º	Pato Branco - PR	32,703
38º	Indaiatuba - SP	32,647
39º	Salvador - BA	32,539

Fonte: Urban Systems, 2019.

O motivo da queda de Recife no ranking, ainda de acordo com a pesquisa realizada em 2019, é que, como citado, não são suficientes ações pontuais envolvendo a tecnologia para que uma cidade se torne inteligente. Neste caso, para a pesquisa em questão, o setor “segurança” é considerado o mais importante, por apresentar o maior número de indicadores considerados essenciais para a qualidade de vida dos habitantes. Logo, apesar de todos os setores serem relevantes, estes apresentam um grau de hierarquia, baseado na quantidade e nível de relevância dos indicadores abordados.

Outro exemplo claro sobre o que ocasionou a nova posição da cidade no ranking, é que, apesar de Recife ter se destacado em conexões de internet e cobertura 4G, não apresentou propostas de disponibilização de internet para cidadãos de classes menos favorecidas. Uma solução simples para isso, seria disponibilizar internet *wi-fi* em locais públicos, como parques e praças. Todavia, para que isso fosse realmente eficaz, seria necessário melhorar também o setor “segurança”.

No mapeamento elaborado em 2020 (Quadro 5), Recife voltou a aparecer no *ranking* geral, ocupando agora a décima quinta posição. Mais uma vez, a capital de Pernambuco foi considerada a melhor representante do Nordeste, tendo melhorado seu desempenho e conseguindo se alocar nas primeiras vinte colocações, destacando-se principalmente em tecnologia, por oferecer muitos espaços para o desenvolvimento de inovação: 13 incubadoras de empresas e 46 ligações de internet para cada 100 habitantes. Entretanto, novamente, o Índice de Desenvolvimento Humano auxilia diretamente a qualificação da inteligência das cidades, visto que as primeiras cinco colocações são ocupadas por cidades da região Sudeste.

Quadro 5 - Ranking Geral - Connected Smart Cities, 2020

POSICÃO	MUNICÍPIO - UF	NOTA
1º	São Paulo - SP	37,901
2º	Florianópolis - SC	37,224
3º	Curitiba - PR	36,545
4º	Campinas - SP	36,303
5º	Vitória - ES	36,251
6º	São Caetano do Sul - SP	36,107
7º	Santos - SP	35,423
8º	Brasília - DF	35,361
9º	Porto Alegre - RS	34,869
10º	Belo Horizonte - MG	34,608
11º	Niterói - RJ	34,411
12º	Rio de Janeiro - RJ	34,297
13º	Barueri - SP	34,214
14º	Campo Grande - MS	34,002
15º	Recife - PE	33,557
16º	Balneário Camboriú - SC	33,449
17º	Jaguariúna - SP	33,421
18º	Itajaí - SC	33,078
19º	Blumenau - SC	33,017
20º	São José dos Campos - SP	32,979

Fonte: Urban Systems, 2020

Uma mudança significativa e curiosa veio a ocorrer no levantamento realizado no ano de 2021 (Quadro 6). Além de ultrapassar Recife, a cidade de Salvador conseguiu ocupar a décima posição entre as dez cidades mais inteligentes do Brasil. A pesquisa salienta que a mudança é fruto das soluções e serviços inteligentes já existentes na cidade, como: tecnologia de telefonia 4G para 100% da população, além de ótima velocidade de internet banda larga. No eixo

“mobilidade”, a existência de um meio de transporte sobre trilhos também foi decisiva para a nova posição.

Quadro 6 - Ranking Geral - Connected Smart Cities, 2021

POSIÇÃO	MUNICÍPIO (UF)	NOTA
1º	São Paulo (SP)	37,584
2º	Florianópolis (SC)	37,385
3º	Curitiba (PR)	37,375
4º	Brasília (DF)	37,314
5º	Vitória (ES)	37,182
6º	São Caetano do Sul (SP)	36,942
7º	Rio de Janeiro (RJ)	36,907
8º	Campinas (SP)	36,389
9º	Niterói (RJ)	36,309
10º	Salvador (BA)	36,187

Fonte: Urban Systems, 2021.

Além disso, de acordo com nota emitida pela gestão responsável naquele ano, a cidade recebeu um planejamento estruturado pela Prefeitura, visando otimizar os serviços oferecidos à população, por meio da utilização do computador, *tablet* ou *smartphone*. Para isso, foi criado o Plano Diretor de Tecnologias da Cidade Inteligente (PDTCI), o primeiro totalmente voltado para estratégias de cidades inteligentes no Brasil (SALVADOR, 2020).

O projeto citado, tem como objetivo estabelecer uma nova estrutura de conectividade urbana eficiente e econômica da gestão pública, propondo benefícios a setores como mobilidade urbana, energia, iluminação, saneamento básico, defesa civil e prevenção de enchentes, saúde, educação, entre outros (SALVADOR, 2020).

O PDTCI também implantou um Centro de Controle do Município, denominado Observatório Salvador Inteligente, viabilizando a gestão de dados informacionais gerados pelas secretarias municipais, transformados em imagens e acompanhados em tempo real, buscando a prevenção de tragédias urbanas e climáticas, a melhora da iluminação pública e maximização da segurança dos cidadãos, de forma similar ao que foi feito em Trikala, por exemplo. Este plano ainda estabelece metas e investimentos na área pelos 30 anos subsequentes ao ano em que foi implantado.

Conclui-se então, que boa parte do mérito da cidade de Salvador para a significativa mudança de posição no ranking, está atrelada principalmente ao entendimento das potencialidades locais por parte dos gestores e à criação de estratégias e metas para alcançar as melhorias desejadas

tanto para o município quanto para a população. Dentre os setores mais exitosos, destacaram-se, respectivamente: urbanismo (7ª posição), tecnologia e inovação (8ª posição) e empreendedorismo (9ª posição) (CORREIO, 2022).

Os esforços para tornar Salvador uma cidade inteligente, obtiveram resultados positivos também na pesquisa de 2022 (Quadro 7), que indica a cidade como sendo a mais inteligente do Nordeste, na nona posição do ranking geral. A diferença mais significativa para a região Nordeste em relação aos anos anteriores é a queda da cidade de Recife, que em 2021 chegou a alcançar a 26ª e em 2022 aparece ocupando a 23ª posição.

Quadro 7 - Salvador aparece como a nona cidade mais inteligente do Brasil, 2022

Posição	UF	Município	Nota	Porte	Região
1	PR	Curitiba	38,571	Mais de 500 mil	Sul
2	SC	Florianópolis	37,925	Mais de 500 mil	Sul
3	SP	São Paulo	36,877	Mais de 500 mil	Sudeste
4	SP	São Caetano do Sul	36,365	100 a 500 mil	Sudeste
5	SP	Campinas	35,778	Mais de 500 mil	Sudeste
6	DF	Brasília	35,731	Mais de 500 mil	Centro-Oeste
7	ES	Vitória	35,604	100 a 500 mil	Sudeste
8	RJ	Niterói	35,574	Mais de 500 mil	Sudeste
9	BA	Salvador	35,570	Mais de 500 mil	Nordeste
10	RJ	Rio de Janeiro	35,536	Mais de 500 mil	Sudeste

Fonte: Urban Systems, 2022

Estabelecendo uma breve análise dos anos de 2021 e 2022, como pode ser visto no Quadro 8, é possível compreender um pouco do que ocasionou a gradativa queda do município de Recife no ranking da pesquisa. Os principais motivos foram a diminuição da pontuação do setor de investimento em saúde, além dos cuidados com o meio ambiente e segurança (um dos setores de maior relevância da pesquisa), que nem sequer chegaram a ocupar as 100 primeiras posições nos respectivos eixos temáticos.

Quadro 8 - Análise dos Indicadores do município de Recife nos anos de 2021 e 2022

Posição Eixos	2021	2022
Mobilidade	13	20
Meio Ambiente	Fora 100+	Fora 100+
Governança	41	48
Empreendedorismo	5	7
Educação	36	57
Economia	Fora 100+	77

Fonte: Urban Systems, 2022.

Dentre os eixos considerados mais relevantes, mobilidade, governança, educação, economia, urbanismo, **empreendedorismo e tecnologia e inovação**, somente nos dois últimos a cidade ocupa uma posição satisfatória, entre as quinze primeiras do país. É válido ressaltar que, de acordo com o Ministério da Economia, durante o ano de 2020, por conta da pandemia, o empreendedorismo cresceu em média 8,4% e continuou crescendo nos anos seguintes, o que pode ter relação com o favorecimento desse setor pelo município.

Além disso, nos dois últimos anos, o município falhou em indicadores importantíssimos como a existência de Plano Diretor Estratégico Municipal, existência de lei sobre Operação Urbana Consorciada e Lei sobre Zoneamento ou Uso e Ocupação do Solo (Quadro 9).

Quadro 9 - Indicadores e Eixos - Recife - 2021 e 2022

Indicador	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	2021	2022	Unidade	Fonte
Índice Firjan De Desenvolvimento Municipal - IFDM	GOV			0,755	0,755	Nota	Firjan
Lei De Plano Diretor Estratégico Municipal	URB			4	4	Escala de nota	IBGE - Perfil de Mu
Lei Sobre Operação Urbana Consorciada						de nota	IBGE - Perfil de Mu
Lei Sobre Zoneamento Ou Uso E Ocupação Do Solo						de nota	IBGE - Perfil de Mu
Leitos / Mil Habitantes	SAU			6,80	5,53	Leitos / mil habitantes	Datasus
Matrícula escolar na rede pública online	EDU			Sim	Sim	-	IBGE
Média De Alunos Por Turma	EDU			34,6	34,4	alunos	INEP
Média De Hora-Aula Diária (Público - 9º Ano)	EDU			4,8	4,7	horas	INEP
Média Enem - Alunos Das Escolas Públicas	EDU			443,9	404,7	Nota média	INEP
Médicos / 100 Mil Habitantes	SAU			403,21	414,14	médicos / 100 mil habts.	CNES
Monitoramento De Área De Risco	MAM	SEG	GOV	Sim	Sim	-	Camaden
Mortes Em Acidente De Trânsito / 100 Mil Habitantes	SEG	MOB		4,8	24,8	Mortes no trânsito / 100 mil habts.	Datasus

Fonte: Urban Systems, 2022.

A novidade do ano de 2022 (Quadro 10) é a presença de Fortaleza (CE) entre as vinte primeiras colocadas, o que não ocorreu em nenhuma das pesquisas realizadas até então. Como fatores decisivos para essa realização, destacaram-se os eixos “tecnologia de informação”, em que a cidade ocupa o primeiro lugar; “empreendedorismo”, quarto lugar; e “governança”, em que aparece em décimo segundo lugar.

Quadro 10 - Salvador, Fortaleza e Recife no Ranking Geral Connected Smart Cities, 2022

Posição	UF	Município	Nota	Porte	Região
9	BA	Salvador	35,570	Mais de 500 mil	Nordeste
10	RJ	Rio de Janeiro	35,536	Mais de 500 mil	Sudeste
11	SP	Barueri	35,516	100 a 500 mil	Sudeste
12	MG	Belo Horizonte	35,496	Mais de 500 mil	Sudeste
13	SP	Santos	35,197	100 a 500 mil	Sudeste
14	MS	Campo Grande	35,192	Mais de 500 mil	Centro-Oeste
15	SC	Balneário Camboriú	35,145	100 a 500 mil	Sul
16	SP	Jaguariúna	34,995	50 a 100 mil	Sudeste
17	CE	Fortaleza	34,335	Mais de 500 mil	Nordeste
18	SP	Jundiaí	34,250	100 a 500 mil	Sudeste
19	RS	Porto Alegre	34,238	Mais de 500 mil	Sul
20	PR	Maringá	34,165	100 a 500 mil	Sul
21	SC	Blumenau	34,109	100 a 500 mil	Sul
22	SP	Santana de Parnaíba	33,923	100 a 500 mil	Sudeste
23	PE	Recife	33,690	Mais de 500 mil	Nordeste

Fonte: Urban Systems, 2022.

Estabelecendo um comparativo entre as duas primeiras colocadas da Região Nordeste (Quadro 11), é possível perceber que Fortaleza está na frente de Salvador em alguns aspectos, e ainda assim ocupa a segunda posição. Isso ocorre porque o cálculo do índice metodológico adotado pela pesquisa aponta pesos de relevância para os indicadores, por exemplo: o indicador “saúde” é mais relevante que o indicador “empreendedorismo”. No entanto, alguns indicadores considerados menos relevantes podem ser justamente os que colocam cidades nordestinas em posições de destaque, como foi o caso de Salvador nos anos de 2021 e 2022.

Quadro 11 - Comparativo entre as cidades de Salvador e Fortaleza no *ranking Connected Smart Cities*

Indicador	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Cidade 1	Cidade 2	Unidade	Fonte
Agendamento de consulta na rede pública de saúde	SAU			Sim	Não	-	IBGE
Crescimento Do Número De Empregos	ECO			0,07%	0,08%	% do número de empregos	CAGED
Crescimento Do Número De Empresas	ECO			-2,83%	-2,35%	% do número de empresas	RAIS
Crescimento Do Pib Per Capta	ECO			-0,10%	0,56%	% de crescimento	IBGE
Densidade de Banda Larga Fixa	TIC			16,61	21,51	Domicílios com BL / 100 domicílios	Anatel
Emissão De Certidão Negativa De Débito E Alvará No Site Da Prefeitura	URB			Sim	Sim	-	IBGE - Perfil de Municípios
Empregabilidade (Empregos / PEA)	ECO			0,34	0,39	empregos por população em idade ativa	RAIS / IBGE
Escala Brasil Transparente	GOV			9,20	9,90	Nota	CGU
Escolaridade Do Prefeito	GOV			10	10	Nota	TSE - Perfil dos municípios
Homicídios / 100 Mil Habitantes	SEG			66,5	76,6	homicídios / 100 mil habts.	Datusus
Ideb (Anos Finais) - Público	EDU			3,7	5,1	Nota	INEP
Independência Do Setor Público	ECO			75,03%	81,23%	dos empregos no setor privado	RAIS

Fonte: Urban Systems, 2022.

Como o *ranking Connected Smart Cities* não é o meio oficial de avaliar as cidades inteligentes brasileiras, atualmente não existem cidades nordestinas que atendam todos os requisitos para serem consideradas inteligentes de fato. Entretanto, a pesquisa realizada pela consultoria *Urban Systems* pode se comportar como um balizador de medidas auxiliaadoras que devem ser tomadas para que, futuramente, algumas das cidades da região possam alcançar esta qualificação.

Para mais, já existem projetos de construções de cidades inteligentes “do zero” na região, como a cidade “Smart City Laguna”, projeto da empresa italiana Planet Smart City para a região metropolitana de Fortaleza (CE), que promete infraestrutura de alto padrão, facilidade do acesso à moradia, sustentabilidade, valorização da economia e da mobilidade urbana, sem custos elevados.

A iniciativa de construir uma cidade inteligente na região partiu justamente da posição de destaque de Fortaleza como cidade inteligente pela Urban Systems. Outros dois exemplos de cidades inteligentes em planejamento no Nordeste são a Smart City Natal (RN) e a Smart City Aquiraz (CE), idealizadas pela mesma empresa e seguindo os mesmos indicadores como base de implantação.

Após análise das pesquisas e atendendo à perspectiva deste estudo, é possível perceber que apesar do cenário do Nordeste brasileiro não possuir de fato cidades que podem ser consideradas inteligentes, a região está propícia à implantação de estratégias de gestão urbana e de criações de novas políticas de planejamento que se aproximam deste tema, especialmente se tratando dos constantes e crescentes investimentos.

Ademais, como explicado anteriormente, para que seja possível que cidades nordestinas se aproximem cada vez mais de cidades inteligentes, é preciso adaptar estratégias sustentáveis e a utilização da tecnologia de acordo com a realidade social, ambiental, climática e urbana de cada uma dessas cidades, implantando táticas eficientes para solucionar os efeitos oriundos do desenvolvimento e das desigualdades que acometem a região.

3 Gestão Urbana e Geotecnologias: Aplicação do SIG e do CIM em Cidades Inteligentes

Considerando a importância do tema para este trabalho, torna-se imprescindível discorrer e explicitar as distinções entre os conceitos de planejamento e gestão urbana, a forma como eles se relacionam e sua importância para essa discussão.

3.1 Planejamento e Gestão Urbana

Compreende-se planejamento urbano como o processo de desenvolvimento das áreas urbanas, juntamente com ele, estão ligados tanto o projeto de uma nova cidade, quanto a criação de soluções para propor a melhoria de problemas que acometem as cidades e consequentemente melhorar a qualidade de vida de seus habitantes, ou seja, o planejamento está presente tanto na estrutura das cidades, quanto em sua utilização. Seu principal objetivo é desenvolver espaços que contribuam para diminuir as sequelas deixadas pelo processo de urbanização, como a poluição, o desmatamento e os vazios urbanos, por exemplo (PORTAL HABITABILITY, 2022).

Apesar do ato de planejar cidades existir desde a Grécia antiga, a discussão a respeito de planejamento urbano se tornou mais forte durante o século XIX, com a difusão do movimento de planejamento conhecido como “*The Garden City Movement*”, iniciado no Reino Unido e tendo como precursor Ebenezer Howard. Tal movimento caracteriza-se também com a criação das chamadas “Cidades Jardins”, que tinham como principal objetivo criar modelos baseados em ideais progressistas para solucionar problemas recorrentes do êxodo rural e do crescimento desenfreado dos centros urbanos, combinando benefícios como áreas residenciais contornadas por áreas verdes, em equilíbrio com áreas industriais e agrícolas (PORTAL ARCHDAILY, 2023)

Manhattan (1911) e Barcelona (1850) reconheceram a necessidade de um planejamento que delimita as funções dos ambientes urbanos, e foram modeladas de formas que permanecem até os dias atuais. Outro bom exemplo é a cidade de Paris (1854), que sofreu um remodelamento, por Georges Haussmann, apoiando a discussão de planejamento urbano como um conceito. Na mesma época, mais precisamente no ano de 1899, a reorganização das cidades já havia sido reconhecida como uma necessidade. Existia um anseio por avanços tecnológicos que

trouxessem funcionalidade para a sociedade. Esse movimento de busca por planejamento foi fortalecido por profissões relacionadas como arquitetos, engenheiros e agrimensores (PORTAL ARCHDAILY, 2023).

O conceito de organização social de cidades seguido no mundo até o século XIX era baseado no Reino Unido, mas principalmente na Grã-Bretanha, em que 80% da população já residia nas cidades e os poderes de controle sobre o desenvolvimento urbano eram mínimos em comparação com outras nações. O modelo de planejamento adotado neste país causou uma reação sobre o crescimento desordenado das cidades industriais como sendo grandes economias de aglomeração, sendo rapidamente adotado nas Américas do Norte e do Sul. (PORTAL ARCHDAILY, 2023)

Já no século XX, o modernismo agregou para os profissionais da arquitetura a atribuição de planejar cidades do zero. Com a Carta de Atenas, em 1933, discutiu-se como a arquitetura era capaz de criar cidades realmente funcionais, de modo que suas necessidades sejam expostas e resolvidas. Documento este redigido por Le Corbusier, esta carta recomenda a existência de áreas residenciais, de lazer e trabalho bem divididas, em um modelo que foi seguido no plano piloto da Construção de Brasília (DF), no ano de 1950. (PORTAL ARCHDAILY, 2023)

E por falar no Brasil, o processo de urbanização do país se intensificou um pouco mais tarde, na segunda metade do século XX, por volta dos anos 1960. Nesse período, a população urbana foi impulsionada pela migração campo-cidade, também devido a um processo de industrialização. Sobre esse processo, Rolnik (2008, p. 23) aponta que tal modelo de desenvolvimento urbano defendido por Le Corbusier era excludente com a população de baixa renda, privando os indivíduos de condições básicas de urbanidade e de inserção de vida afetiva nas cidades, acarretando problemas de ordem infra estrutural, social, econômica, espacial e ambiental.

Com a Constituição Federal de 1988, tornou-se um princípio a participação social para a formulação de políticas públicas, evidenciando a utilização do Plano Diretor como instrumento principal da gestão urbana nas cidades brasileiras (BRASIL, 2004, artigos 182-183):

Art. 182. A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo **ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.**

§ 1º - O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

§ 2º - A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor. § 3º - As desapropriações de imóveis urbanos serão feitas com prévia e justa indenização em dinheiro.

§ 4º - É facultado ao Poder Público municipal, mediante lei específica para área incluída no plano diretor, exigir, nos termos da lei federal, do proprietário do solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado, que promova seu adequado aproveitamento, sob pena, sucessivamente, de:

I - parcelamento ou edificação compulsórios;

II - Imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana progressivo no tempo;

III - desapropriação com pagamento mediante títulos da dívida pública de emissão previamente aprovada pelo Senado Federal, com prazo de resgate de até dez anos, em parcelas anuais, iguais e sucessivas, assegurados o valor real da indenização e os juros legais.

Art. 183. Aquele que possuir como sua área urbana de até duzentos e cinquenta metros quadrados, por cinco anos, ininterruptamente e sem oposição, utilizando-a para sua moradia ou de sua família, adquirir-lhe-á o domínio, desde que não seja proprietário de outro imóvel urbano ou rural.

§ 1º - O título de domínio e a concessão de uso serão conferidos ao homem ou à mulher, ou a ambos, independentemente do estado civil.

§ 2º - Esse direito não será reconhecido ao mesmo possuidor mais de uma vez.

§ 3º - Os imóveis públicos não serão adquiridos por usucapião. (BRASIL, 2004, Art. 182 e 183, grifo nosso)

Tal mecanismo foi regularizado no ano de 2001 através do Estatuto da Cidade (Lei 10.257 de 2001), e apontado como o principal modelo de política de desenvolvimento e gestão urbana no país, buscando-se concretizar a política de expansão urbana, atendendo à função social da cidade, além de garantir o bem-estar de seus habitantes.

Nota-se, que já no século passado, era uma preocupação tornar a cidade funcional socialmente para aqueles que nela habitam, assim como buscam as cidades inteligentes atualmente. Não à toa, um dos requisitos para a implantação de uma cidade inteligente é a criação de um plano de desenvolvimento estratégico adequado a cada município, tal qual o Plano Diretor.

Além disso, para Rolnik (2008, p. 25), ressalta que, também na Constituição de 88, os municípios começaram a desenvolver liberdade para instituir modelos de gestão urbana, tornando-se descentralizados, passando a compor o pacto federativo junto aos Estados e o Distrito Federal.

Já de acordo com o Fórum das Cidades, compondo as estratégias de desenvolvimento territorial, entende-se **gestão urbana** da seguinte forma:

[...] um conjunto de políticas públicas, concebidas e aplicadas ao nível local e metropolitano, abordando aspectos urbanos como o planejamento e o uso do solo, transportes, habitação, renovação urbana, reconversão de terrenos abandonados e lotes industriais, proteção ambiental, gestão de resíduos, abastecimento de água e energia, oferta de serviços e equipamentos, desenvolvimento econômico, coesão e integração social, proteção e valorização do patrimônio cultural, promoção e desenvolvimento cultural, etc. (Fórum das Cidades, 2022, p. 47)

Podendo ser definida ainda como:

[...] um processo de concepção, decisão, intervenção, regulação e mediação, que se desenvolve no espaço em função do embate ou conflito entre os diferentes atores sociais e se constitui num processo que configura ou condensa, material e historicamente, as relações de forças dos grupos sociais representados politicamente no Estado e estabelecidos economicamente no espaço. (PIRES, 1988, p.02-06).

O conceito de gestão urbana também é reconhecido pelo Estatuto da Cidade, **definido como um dos principais meios de garantir o bom funcionamento dos municípios, bem como os direitos e liberdades daqueles que nele vivem.** A própria Lei prevê o direito de voz ativa do cidadão, especialmente no cenário municipal, de forma que ele possa expor suas ideias e opinar diretamente no que diz respeito às decisões tomadas a respeito do município, como sua administração e visão de progresso em benefício de seus habitantes.

Ou seja, **diferentemente do planejamento, a gestão urbana está relacionada com a parte administrativa das cidades por parte dos agentes públicos, levando em consideração as contradições e particularidades existentes em seus fatores sociais, políticos e econômicos** (associando tanto mecanismos humanos quanto financeiros, de modo a produzir a eficácia necessária para maximizar a eficiência das cidades).

Um dos autores que se destacam na contextualização do planejamento e gestão de cidades, tanto no Brasil como no exterior, seja na perspectiva conceitual, teórica e/ou metodológica é Marcelo

Lopes de Souza, que construiu seu argumento baseado em contribuições intelectuais de autores como Henri Lefebvre⁶ e Manuel Castells⁷.

O próprio Castells (1984, p. 209-210) defende que o surgimento do planejamento urbano está ligado com a gestão urbana, pois, apesar do planejamento se tratar de uma ideologia voltada para a melhora de cidades através de planos e programas, é necessário promover ações políticas para as áreas preestabelecidas, visando o seu bom funcionamento, pois se trata também de áreas de interesse não só dos cidadãos, mas dos próprios gestores públicos.

Em concordância, Souza (2003) explica que o planejamento e a gestão das cidades estão diretamente ligados ao planejamento das relações sociais. O mesmo autor (2004, p. 45) afirma que tanto o planejamento quanto a gestão urbana devem ser enxergados de forma conjunta.

Logo, compreende-se que planejamento e gestão são conceitos que “caminham” em par. No entanto, só é possível implantá-los em contextos que adotam estratégias democráticas, participativas e com senso de coletividade, com discussões ativas a respeito do poder público e da sociedade, além da instituição de recursos técnicos e leis urbanísticas, de forma a serem atingidas em várias escalas as dimensões sociais, econômicas, políticas de cada município.

Atualmente, o planejamento e gestão urbana modernos possuem um foco que não mais prioriza a criação de cidades do zero, mas lidar com a estrutura urbana existente, prezando pela revitalização. Além disso, as mudanças climáticas também são um problema que acomete as grandes cidades, por isso, é importante que, ao planejá-las, profissionais tenham em mente a promoção da sustentabilidade, resiliência e habitabilidade.

Visto isso, a conceituação e construção de cidades inteligentes defende a promoção de políticas de participação pública, que promovam a sustentabilidade, incentivando que todos os setores de infraestrutura das cidades estejam interligados, associando a gestão e o planejamento nas cidades inteligentes com os indivíduos e instituições (sejam elas públicas ou privadas) e como

⁶ Defende que a urbanização parte do processo de industrialização e da propagação do capitalismo, em *O Direito à Cidade*.

⁷ Defende a ideia de princípio da autonomia individual e coletiva como estratégias de promoção do desenvolvimento urbano.

esses agentes gerenciam os interesses da cidade, de modo a se criar um futuro melhor para os cidadãos e os ambientes em que eles convivem.

3.2 Geotecnologias: a presença do SIG na Gestão Urbana

Quando citadas as estratégias de gestão e planejamento urbanos, não é possível distanciar a utilização das geotecnologias. Atualmente, estas vêm se tornando instrumentos essenciais para aqueles que estão à frente tanto da organização, quanto do funcionamento do espaço-território. Com o apoio de dados informacionais, elas podem proporcionar mudanças muito significativas na busca por melhorias para as cidades.

Surgidas com a Geografia Quantitativa⁸ após a Segunda Guerra Mundial, as geotecnologias vêm crescendo consideravelmente em relação às suas áreas de aplicação, tornando-se cada vez mais comuns no cotidiano das pessoas, utilizando dados disponibilizados de forma computadorizada que podem ser acessados por distintos profissionais das mais diversas vertentes, com distintos interesses, ou até mesmo por pesquisadores individuais, de forma rápida e gratuita, o que é imprescindível para a criação e desenvolvimento de uma cidade inteligente.

No Brasil, estas se destacaram inicialmente no Rio de Janeiro no início dos anos 80, por meio de grupos de pesquisa, se popularizando a partir dessa época e sendo difundidas principalmente a partir da internet. Já nos anos 90, o termo “geotecnologias” ganhou mais força, sendo utilizado como instrumento para tomada de decisões em grandes corporações, aumentando o número de profissionais e empresas especializadas (FAVRIN, 2019, p. 22).

Ainda a respeito das geotecnologias, Santiago (2022) afirma que:

[...] podem ser utilizadas de diversas maneiras, compreendendo, por exemplo: análises de preservação ambiental, manutenção e análise de legislações urbanísticas, transporte, saneamento básico, saúde, educação, obras, entre outros. **Além disso, um de seus maiores aspectos positivos é a possibilidade de aproveitamento tanto pelo setor público, quanto pelo setor privado. Elas estão cada vez mais presentes no**

⁸ Também conhecida por Geografia Pragmática, Teorética ou até mesmo Nova Geografia, diz respeito a área de estudo sobre a análise espacial usando dados numéricos e estatísticos com o objetivo de auxiliar países capitalistas, como os europeus e os EUA, a reestruturar suas economias após um cenário de devastação pelos conflitos causados pela Segunda Grande Guerra (SILVA, 2014).

cotidiano das pessoas, tanto para o estudo de pequenas áreas, quanto para espaços mais abrangentes. (SANTIAGO, 2022, p. 1029, grifo nosso).

De acordo com Davi Jr. e Fonseca (1994), essas geotecnologias podem ser utilizadas nas cidades inteligentes das seguintes formas:

- **Elaboração de Políticas públicas** - mapeamento de áreas de exclusão social, de áreas com vítimas de violência, de focos de infecções e contaminações;
- **Ordenamento e gestão do território** - planos diretores; monitoramento do uso e ocupação do solo; identificação de ocupações irregulares e em áreas de risco;
- **Arrecadação** - uso de informações cadastrais para a criação ou revisão da planta de valores; serviços de consulta da situação fiscal de imóveis;
- **Equipamentos e serviços públicos** - a) Saúde e educação (planejamento da instalação, manutenção e administração de equipamentos de ensino e de saúde; de vagas nas redes de educação e saúde; b) Limpeza Pública (planejamento de rotas para coleta dos resíduos e dos locais para a disposição de resíduos); c) Sistema de transportes (administração da malha viária, da sua sinalização, controle e estatísticas de tráfego; monitoramento das necessidades de transporte; otimização das rotas de transporte coletivo); d) Segurança (mapeamento da criminalidade; identificação de áreas de maior risco; gerenciamento de ações);
- **Obras** - suporte à elaboração e acompanhamento de obras públicas;
- **Comunicação com o público** - divulgação de dados e informações, inclusive sobre aplicações dos recursos orçamentários; meio para coleta de informações a partir de *inputs* da população;
- **Áreas Protegidas** - gestão de recursos naturais, de áreas de conservação ambiental e do patrimônio arqueológico, histórico e cultural; monitoramentos da qualidade ambiental e de licenciamentos e fiscalizações ambientais.

Então, o que fica evidente é que, apesar de cidades inteligentes e geotecnologias serem evidentemente conceitos independentes, estas últimas fazem-se necessárias agindo como ferramenta metodológica para aprimorar a boa gestão e planejamento das cidades.

Como um exemplo significativo de que as geotecnologias podem ser de suma importância para facilitar processos em uma cidade inteligente, é importante salientar a existência dos chamados **Sistemas de Informação Geográficas (SIG)**, que vem ganhando destaque por conta da agilidade na manipulação de dados geoespaciais.

Surgidos aproximadamente nos anos 1960, os Sistemas de Informação Geográfica, ainda se encontram em processo de discussão. Para Teixeira et. *al.* (1995, p. 10), eles podem ser compreendidos como “[...] sistemas que acometem a integração de programas, equipamentos e metodologia aplicados à coleta, armazenamento, processamento e análise de dados georreferenciados destinados à produção de geoinformação.”

Sobre os primeiros indícios do surgimento dos SIGs, Favrin (2009) declara que:

Estes, têm a função de ajudar a organizar o espaço, mas surgiram como uma ferramenta militar e aperfeiçoaram-se durante o período da Revolução Industrial [...] se desenvolvendo de maneira mais acessível somente nos anos 70, quando surgiram os primeiros softwares CAD. Já nos anos 80, a informática avançou consideravelmente para os GIS, principalmente nos Estados Unidos, consolidando de vez o geoprocessamento como ciência independente. (FAVRIN, 2009, p. 20).

Marble (1990, p. 10) listou uma série de características que eram necessárias para um software que compõe os SIG:

- a) um subsistema de entrada de dados que processa dados espaciais derivados de mapas existentes, sensores remotos etc;
- b) um subsistema de armazenamento e recuperação que organiza os dados espaciais de forma rápida para posterior análise, bem como permite atualizações e correções precisas;
- c) um subsistema de manipulação e análise de dados que executa uma variedade de tarefas, como alterar a forma dos dados por meio de regras de agregação definidas pelo usuário ou

produzir estimativas de parâmetros e restrições para vários modelos de simulação ou otimização espaço-tempo;

d) um subsistema de comunicação de dados capaz de exibir toda a parte do banco de dados original, bem como os dados manipulados e os resultados dos modelos espaciais em forma de tabela ou mapa. Essa maneira de exibição de mapas envolve o que é chamado de cartografia digital ou computadorizada;

Já Cunha e Muzzarelli (1993, p. 27-38), difundiram a utilização dos SIG em duas vertentes, sendo elas:

- Um crescente interesse no território do ponto de vista geográfico, urbanístico e ambiental, sobretudo com a conscientização a respeito de suas limitações; e
- Uma maior necessidade de informações, asseguradas pelo desenvolvimento tecnológico com uma relação custo/benefício mais vantajosa.

Comas e Ruiz (1993, p. 5) definem os SIG em quatro grandes grupos, conforme o Quadro 12.

Quadro 12 - Grupos que compreendem os SIG

Aplicações bióticas	Englobam o uso do solo, agricultura e gestão de recursos naturais.
Aplicações de administração e gestão	Envolve atividades ligadas ao cadastro, planejamento e gestão de serviços, aplicações diversas de caráter urbano e cartografia, além de defesa e segurança.
Aplicações socioeconômicas	Relacionado aos censos e análises de mercado, bem como estatísticas populacionais e afins.
Aplicações de caráter global	Envolve questões ambientais globais e bases de uso comum.

Fonte: Comás; Ruiz, 1993. Adaptado por Santiago, 2022.

Para os mesmos autores Comas e Ruiz (1993, p. 5), os SIG podem ser utilizados em todo tipo de aplicação que tenha como principal finalidade a análise de informações georreferenciadas, abordando fenômenos ou elementos contidos no planeta.

Mourão (2003 p. 17-19) explica que os SIG procuram evoluir as metodologias de tratamento de dados. Este conjunto de dados, tanto cartográficos quanto alfanuméricos, oferece informações explícitas, mas existem também relações espaciais ou lógicas, e a essência dos Sistemas de Informações Geográficas está, justamente, em explicitar essas relações. Para ela, os SIG podem atuar não somente na descrição de elementos ou fatos, mas também podem traçar cenários, simulações de fenômenos, baseando-se em tendências observadas ou julgamentos de condições pré-estabelecidas, o que se relaciona tanto com as estratégias utilizadas em cidades inteligentes, quanto com os conceitos de planejamento e gestão urbana, abordados neste trabalho.

De acordo com Ladwig (2013, p. 208), em tempos mais atuais, a globalização tem exercido um papel fundamental para a Geografia e áreas correlatas quando é preciso difundir técnicas para a troca de informações e fomentar novos conhecimentos. Em uma época em que era impossível fazer a investigação de dados informacionais e planejar de maneira rápida e acessível, o surgimento dos SIG foi revolucionário: hoje, com a internet ao alcance de um simples *smartphone*, por exemplo, além de ser possível traçar caminhos de investigação e novas formas de planejamento, os Sistemas de Informação Geográfica também desempenham a função de **localizar, organizar, identificar, controlar, manipular e gerenciar elementos do espaço territorial** com uma precisão elevada, podendo ser associados com mapas gerados de maneira analógica.

O mesmo autor afirma que os SIG são muito importantes porque:

[...] permitem abranger o passo-a-passo que envolve as geotecnologias, assim como todas as ferramentas e artifícios que as compõem, desde a aquisição dos dados até a elaboração da base de dados cartográficos, com informações de várias áreas distintas. (LADWIG, 2013, p. 210).

Explica também, que sua fase mais complicada no processo de estudo com esses programas é a coleta de dados, pois as medições e informações devem ser muito precisas para que sejam “compreendidas” pelo suporte computacional sem maiores dificuldades, e **é essencial que as entidades gráficas sejam condizentes com a realidade, para garantir a relevância das pesquisas**. Ele salienta também as formas de utilizar o SIG (Quadro 13) em cada área do planejamento, além dos resultados.

Quadro 13 - Distintas Formas de Utilização dos SIG

Cartografia digital	Realiza a estruturação de dados, propondo resultados explícitos em um mapa por meio do sistema computacional de programas que automatizam e permitem visualizar um produto preciso e eficaz em plataforma computadorizada ou em meio físico, se necessário (...). Ela é importante para os SIGs porque é um dos meios pelos quais é possível visualizar a composição de mapas produzidos através dele, além de cartas topográficas e outras formas de representação, se mostrando uma excelente ferramenta de comunicação visual.
Geoprocessamento	Utiliza a matemática e a computação para tratar dados espaciais, de modo que são produzidas informações importantes para os gestores de cidades e tomadores de decisão, mas que possui uma definição muito mais ampla, englobando diversas tecnologias e que utiliza vários programas computacionais e diferentes técnicas (fotogrametria, sensoriamento remoto, cartografia digital, topografia, dados digitalizados etc.);
Dados cartográficos matriciais	São <i>pixels</i> que, quando coletados e unidos, produzem uma imagem digital. Esses valores variam entre 0 e 255 e cada <i>pixel</i> está relacionado a um par de coordenadas geográficas, assim, diz-se que a imagem é georreferenciada e é possível associá-las a várias outras informações.
Dados alfanuméricos	Geralmente provém de agentes públicos, como prefeituras, onde é possível ter acesso a informações de cadastro técnico, como registros de imóveis, mobiliário urbano, sinalização viária etc., além de registros de infraestrutura como saneamento básico e energia. De acordo com esses dados é possível elaborar mapas que favorecem o planejamento urbano e consideram informações humanizadas.
Planejamento e Gestão do território	É possível obter informações em formato cartográfico ou dados estatísticos, considerando a produção de novas informações geográficas e alfanuméricas, utilizando os dados que compõem o sistema.
Resultados com produção de mapas	Possibilidade de uma infinidade de mapas temáticos, gráficos e resultados estatísticos importantes para o planejamento urbano e territorial. Esses mapas temáticos possibilitam também a inserção de novas informações e atualização da base de dados.

Fonte: Ladwig (2013). Adaptado por Santiago (2022).

Apesar da disponibilidade de dados e *softwares* especializados, ainda existe certa dificuldade na utilização dos SIGs, pois é preciso conhecer bem as ferramentas e encontrar profissionais qualificados para aproveitá-los em sua totalidade. É necessário que haja um maior aprofundamento no estudo de áreas como GPS e Sensoriamento Remoto, além de compreender como essas áreas se relacionam.

Para que funcione, os SIGs devem atender conceitos que envolvem coleta, armazenamento, gerenciamento, além da análise de informações espaciais de forma linear. Se utilizados da maneira correta por profissionais aptos, podem ser muito úteis para os indivíduos que ocupam tanto o espaço urbano, pois permitem a edição e fiscalização de mapas em diversas escalas, criação e edição de dados geográficos, que permitem o planejamento e a gestão do espaço urbano de maneira mais facilitada.

Entretanto, mencionar os SIG, para além de somente a utilização da tecnologia, é importante relacionar as cidades inteligentes com a utilização da geoinformação como ferramenta estratégica e metodológica para auxiliar o processo de tomadas de decisões, capaz de oferecer um retrato do nosso território que oferece base para os estudos de vários indicadores de eficiência presentes em políticas públicas essas cidades (CARVALHO, 2013).

É necessário entender que, principalmente em território brasileiro, as cidades inteligentes vão muito além da criação de tecnologias para projetos de iluminação pública ou disponibilidade de internet em praças. Seus pilares estão voltados para um planejamento estratégico criado pelo Estado, atendendo médio e longo prazos, acima de interesses políticos e visando sempre o cidadão em primeiro lugar.

Então, como exemplo de tecnologia criada para auxiliar o planejamento estratégico de cidades, é importante citar o modelo CIM, abordado na seção 2.3 desta dissertação.

3.3 O modelo CIM e a gestão urbana

O termo *City Information Modeling* - CIM, que significa em português, “Modelagem de Informação da Cidade”, ainda se encontra em fase de conceituação. Ele deriva do *Building Information Modeling* - BIM, estando diretamente ligados. Acontece que, nem mesmo o BIM

possui uma definição consolidada, apesar da ampla aceitação e compreensão de suas várias atribuições.

Alguns autores, tratam o BIM como ferramenta, outros, como tecnologia, ou ainda como processo, o que torna necessário trazer para esta dissertação, algumas abordagens que auxiliem a sua compreensão.

De acordo com SUCCAR (2007, p. 3) compreende-se como BIM um conjunto de tecnologias, processos e políticas que permitem múltiplas partes interessadas a colaborarem em um projeto.

A discussão do conceito de BIM mostra-se tão relevante na atualidade, que em 2 de abril de 2020, foi estabelecido o Decreto Nacional 10.306/2020, que impõe a sua utilização na execução direta de obras e serviços de engenharia realizadas por parte de órgãos federais. Este decreto traz também a função de colocar em prática a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modeling*, que ficou conhecido como Estratégia BIM-BR, que já havia sido imposta em 2019, por meio do Decreto nº 9.983/2019. A respeito deste primeiro, destaca-se:

Art. 4º A implementação do BIM ocorrerá de forma gradual, obedecidas as seguintes fases:

I - Primeira fase - a partir de 1 de janeiro de 2021, o BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia, referentes a construções novas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM [...]

II - Segunda fase - a partir de 1 de janeiro de 2024, o BIM deverá ser utilizado na execução direta ou indireta de projetos de arquitetura e engenharia e na gestão de obras, referentes a construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM [...]

III - Terceira fase: a partir de 1 de janeiro de 2028, o BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia e na gestão de obras referentes a construções novas, reformas, ampliações e reabilitações, quando consideradas de média ou grande relevância para a disseminação do BIM [...]
(BRASIL, 2020, Art. 4º)

O decreto em questão também faz sua contribuição para a conceituação de *Building Information Modeling*, definindo-o como **“conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, utilização e atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, que sirva a todos os participantes do empreendimento, em qualquer etapa do ciclo de vida da construção.”**

A Estratégia BIM-BR, por sua vez, tem como objetivos a estruturação do setor público para a adoção do BIM, a capacitação de profissionais envolvidos, o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias relacionadas ao BIM, criação de atos normativos que estabeleçam parâmetros para compra, contratação de obras públicas em BIM, além do desenvolvimento de normas técnicas que abrangem protocolos específicos para a implantação desta metodologia.

Já a modelagem da informação da cidade trazida pelo CIM, está baseada no desenvolvimento de um projeto de forma compartilhável que utiliza computação, envolve processos, políticas e tecnologias, com o objetivo de gerar soluções sustentáveis, participativas e competitivas para as cidades (ALMEIDA, 2018, p. 81).

Khemlani (2005) desenvolve uma das primeiras justificativas da necessidade da existência de um modelo informacional das cidades, de forma que:

Se o BIM contribui para uma melhor integração entre diferentes aspectos de um edifício (tais como espacialidade, estruturas, sistemas estruturais e assim por diante), **o CIM poderia eventualmente melhor integrar as diferentes infraestruturas e serviços de uma cidade, permitindo-a operar de uma maneira mais holística e lidar com desastres de forma mais efetiva.** (Khemlani 2005, p. 5, grifo nosso).

Portanto, pode-se afirmar que o ponto principal da diferença entre esses dois conceitos, é que, o CIM, teoricamente, seria uma versão mais ampla do BIM, podendo ser aplicada às cidades, no entanto, a definição deste termo até o momento, também é um pouco mais complexa. A respeito da ligação entre o BIM e o CIM, Almeida (2018) informa:

[...] vem da mudança do *Building* para o *City*. Por isso, é muito importante entender o histórico do BIM antes de se falar em CIM. Mesmo o próprio BIM possui diversas definições e nenhuma delas ainda é dada como definitiva (SIC). Por isso, faz-se necessário contribuir para a consolidação deste conceito, de forma que, várias abordagens tornam possível uma compreensão mais abrangente do que se trata. (ALMEIDA, 2018, p. 26).

Este mesmo autor, categoriza o CIM de três formas, sendo elas:

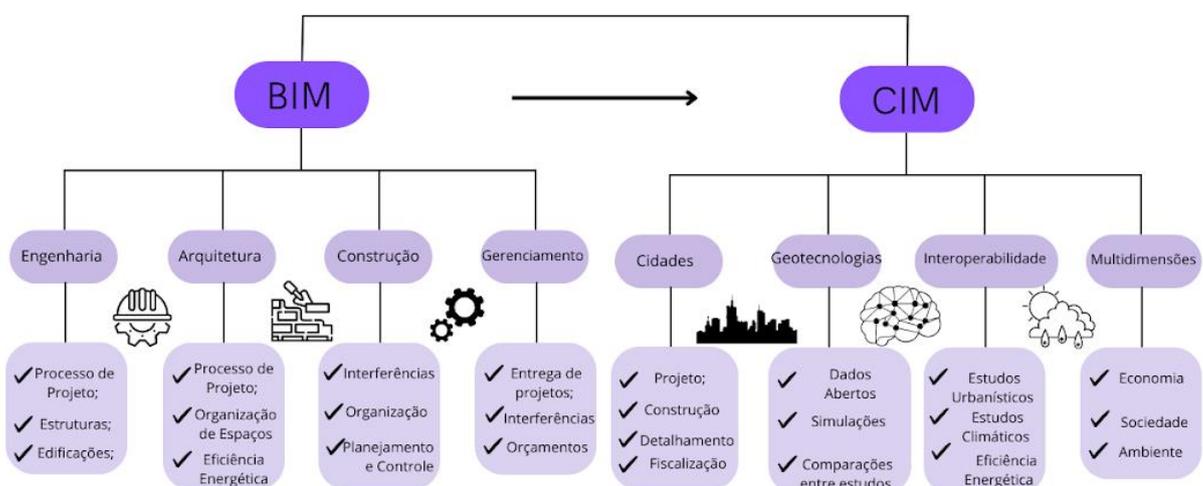
- **Por ambiente construído** - onde são delimitados elementos que constituem a cidade e suas conexões, de modo que se insiram edificações encontradas em território urbano e colocá-lo em meio virtual, desde que seja definido de acordo com o nível de detalhamento adequado;

- **Sintáticos** - Que utilizam o CIM por parâmetros de forma, possuindo uma definição ainda experimental, mas que geralmente é composto por algoritmos e análises de dados de volumetria de edificações, por exemplo.
- **Lógicos** - Que são gerenciados por camadas de dados, comuns na utilização de SIG e para o planejamento urbano, integrando sistemas cartográficos e sobreposições de dados.

Almeida e Andrade (2018, p. 26) explicam que o CIM nada mais é do que uma área de pesquisa que compreende o urbanismo, a geografia, a cartografia, as engenharias e as ciências informacionais e da computação, inter-relacionadas para estabelecer um modelo de informação da cidade, tornando possível buscar soluções e tomadas de decisão que auxiliam as cidades inteligentes.

Para esses autores, a grande diferença entre o BIM e o CIM é que, além de abordar a edificação, o segundo também contribui para a integração de diversos setores do meio urbanístico, como vegetação, uso do solo, relevo, clima, cursos d'água, massas de ar, entre outros, como fica explícito no mapa mental comparativo apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Mapa Mental explicitando as funções do BIM e do CIM



Elaboração: Autora, 2022.

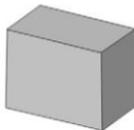
Já Hamilton *et al.* (2005, p. 58) defende o CIM como um modelo de informação urbana que vai muito além da modelagem, abrangendo aspectos multidimensionais, como: economia, sociedade e meio ambiente.

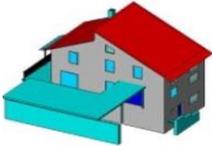
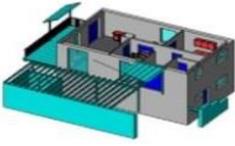
Há também o conceito apresentado por Xun *et al.*, que afirma:

O CIM deveria ser um sistema de gestão integrada altamente eficiente, multifuncional, cujos dados são mais completos, cujo modelo é mais preciso e eficiente, **cujo foco é realizar o compartilhamento de informações e uma colaboração multisserviços e multicanais, além de alcançar gerenciamentos horizontais e verticais de amplo espectro na cidade digital e melhorar a eficiência geral da gestão urbana.** (XUN *et al.*, 2004, p. 15, grifo nosso).

Arruda (2013, p. 11), por sua vez, não somente conceitua o CIM, como também o organiza em um padrão de níveis de detalhes. Tal padrão, é capaz de contemplar a representação de todos os objetos das cidades, perpassando pelo terreno, edificações, redes de transportes, cursos d'água, mobiliário urbano, linhas de transmissão, vegetação e outros elementos. Os *Levels of Details* possuem cinco variações, que vão desde o mais simples e esquemático (LoD 0) para o mais detalhado (Lod 4), como pode ser analisado no Quadro 14.

Quadro 14 - Níveis de Detalhamento do City Information Modeling

<p style="text-align: center;">LoD 0</p> 	<p>Comumente utilizado na representação do meio físico correspondente a escala de macroplanejamento, a partir do modelo digital do terreno. Eventualmente, os edifícios são representados por polígonos horizontais, correspondentes à projeção no terreno. Pode haver ou não mapeamento de textura sobre a superfície.</p>
<p style="text-align: center;">Lod 1</p> 	<p>Representa as construções dentro do limite do espaço geográfico das cidades, generalizando sua forma como poliedros simples, utilizando planos horizontais para representar os telhados e as coberturas.</p>
<p style="text-align: center;">Lod 2</p>	<p>Empregado para representar uma parte da cidade em escala de bairro, onde as edificações apresentam a geometria da cobertura e de outros elementos maiores, como varandas e escadas,</p>

	<p>modelados contemplando a geometria dos principais que compõem o objeto real.</p>
<p>LoD 3</p> 	<p>É o nível mais detalhado para a forma externa ou aparência dos objetos, com a representação das aberturas (portas e janelas) e aplicação de texturas.</p>
<p>LoD 4</p> 	<p>Apresenta o maior nível de detalhe, com a representação do mobiliário urbano e do interior das edificações. A resolução das imagens a partir das quais são mapeadas as texturas para esse nível de detalhe é tal que, praticamente, todas as características dos objetos são visualizadas em sua completude.</p>

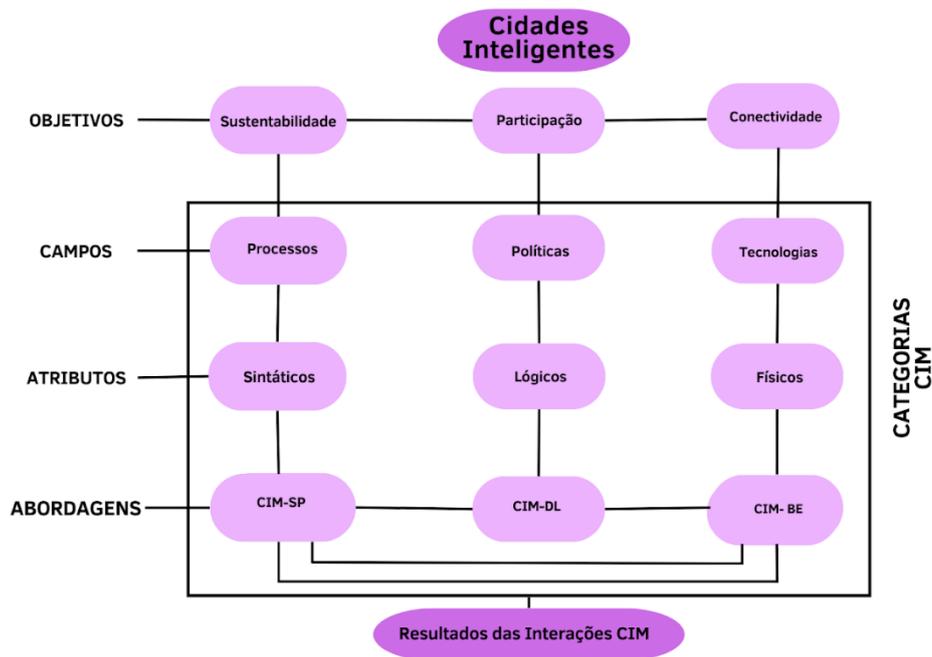
Fonte: Arruda (2013), adaptado pela autora (2022).

Na perspectiva das cidades inteligentes, para que o CIM seja implantado de forma realmente eficiente, Almeida (2018) afirma que é necessário existir participação do poder público. Para ele, o seu principal propósito é a serventia à municipalidade e, conseqüentemente, aos cidadãos. Logo, seguindo a lógica dos autores citados, além do pensamento do próprio Almeida, posteriormente desenvolvido por Amorim, o CIM engloba o BIM, mas também representa sua evolução, portanto, são conceitos interdependentes.

Então, para que o CIM venha a se relacionar efetivamente com as cidades inteligentes, é preciso que haja ao menos uma sinalização de integração entre este conceito e a gestão urbana, tendo como objetivo principal o bem estar dos cidadãos: utilizando-se da tecnologia (ou, neste caso, as geotecnologias) para promover o bom funcionamento dos elementos urbanos, a sustentabilidade, o compartilhamento de informações e a conexão entre os habitantes.

Na Figura 4, é possível observar essa integração, relacionando os objetivos de uma cidade inteligente, os processos, políticas e tecnologias adotadas por cada cidade, de acordo com suas necessidades, bem como seus atributos sintáticos, lógicos e físicos, que culminam no tipo de abordagem CIM necessária, por fim, apresentando os resultados dessas interações.

Figura 4 - Esquema de integração entre abordagens CIM



Fonte: Almeida, 2018.

Sobre os tipos de abordagens CIM representados na Figura 4, é importante salientar que:

- **CIM-SP:** Tem foco na representação gráfica tridimensional esquemática de elementos físicos da cidade, além de ser utilizada para associar entradas dinâmicas de parâmetros às geometrias de traçado urbano e volumetria de massas. Seu objetivo é representar simulações da cidade com rapidez de resposta, mas também de analisar o impacto do desempenho de massas construídas sobre a cidade (seja por incidência solar, tráfego, capacidade de ocupação etc.). Exige a compatibilização entre os atributos dos objetos da base de dados georreferenciada da cidade e as classes de atributos de saída da interface de programação visual.
- **CIM-DL:** Voltado para representação gráfica de dados setoriais sobre o território urbano, permitindo a sobreposição de diversos dados sobre a cidade em função dos seus posicionamentos geográficos. Possui a finalidade de representar os dados sobre a cidade em um ambiente georreferenciado de modo a identificar o posicionamento territorial de um fenômeno informacional específico. Exige a compatibilização entre as distintas bases de dados envolvidas, validando com precisão múltiplas ocorrências de um mesmo objeto georreferenciado por meio de um atributo mínimo comum.

- CIM-BE: Possui como principal característica a representação tridimensional realistas de elementos físicos da cidade, além de ser utilizada para vincular modelos de edificações e outros elementos físicos no território. Tem como finalidade a representação da cidade com grande fidelidade aos aspectos visuais reais, além de analisar o impacto de elementos das edificações e demais elementos físicos sobre a cidade. Suas exigências ontológicas básicas são a compatibilização de vocabulário de atributos e relações entre as classes dos objetos dos modelos da edificação e os demais objetos urbanos com as classes do modelo da cidade em base georreferenciada.

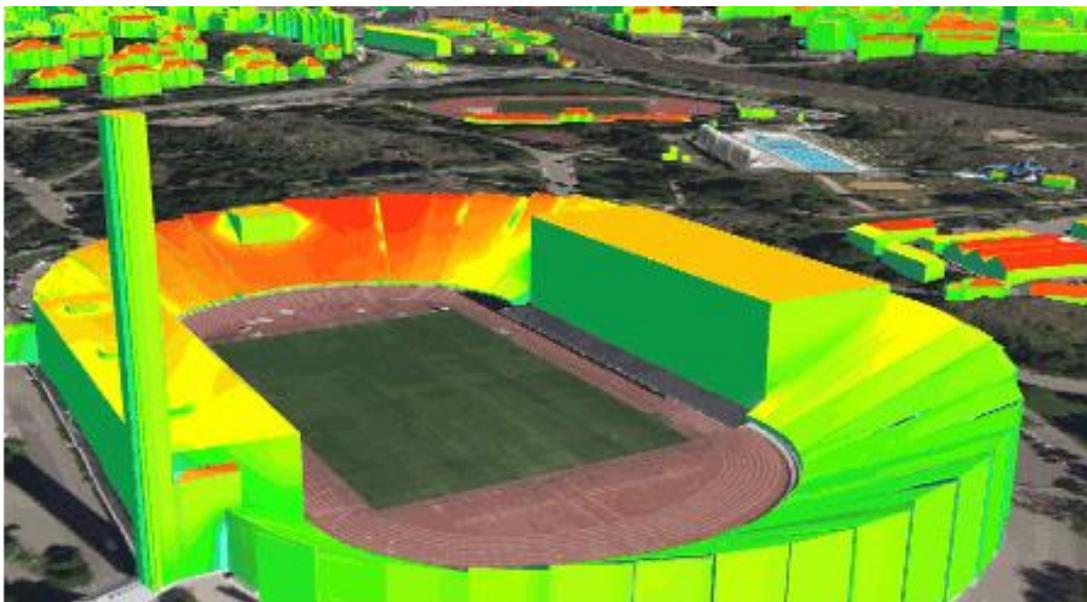
Após o levantamento das informações trazidas por diversos autores a respeito do estado da arte do BIM e do CIM e sua relação com a gestão urbana em cidades inteligentes, pode-se concluir que, apesar da presença cada vez mais potente dessa discussão no âmbito acadêmico e profissional, este está longe de ser concluído. Por isso, este trabalho funciona também como uma contribuição para o estudo de aplicação do paradigma CIM em cidades inteligentes, pontuando algumas questões que podem ser úteis para sua consolidação, como pode ser visto na seção 2.4 desta dissertação.

3.4 O modelo CIM nas Cidades Inteligentes

O CIM está diretamente ligado à necessidade de avançar socioeconomicamente através do uso da tecnologia. Hollands (2018) explicita que o desenvolvimento através das Cidades Inteligentes com a utilização do *City Information Modeling* em países ocidentais tem sido cada vez mais discutido, além de existirem vários exemplos de cidades que já o fazem em todo o mundo.

Um desses exemplos, bastante significativo, que serviu como inspiração para a realização deste trabalho, é a solução de gestão urbana adotada pela cidade de Helsinque, na Finlândia, que utilizou uma combinação de varredura à laser e fotogrametria para adquirir dados georreferenciados, que juntamente com o auxílio de um aplicativo de modelagem, gerou um modelo interativo e realista da malha urbana de toda a cidade, que foi denominado “Helsinki 3D” (Figura 5).

Figura 5 - Modelo da Cidade de Helsinki, 2019



Fonte: Helsinki 3D+ (2019).

Este projeto foi desenvolvido com softwares da Bentley e possui o objetivo de melhorar o planejamento e a relação entre a cidade, os moradores e os demais segmentos sociais. A equipe produziu mapas base em grande escala e redes utilitárias coordenadas, como o Bentley Map. Utilizando também uma combinação de escaneamento a laser e fotogrametria, foi possível coletar dados do terreno e superfície da cidade, capturando mais de 50.000 imagens da cidade e ilhas nas imediações, compreendendo ao todo 11 *terabytes* de dados. Dessa forma, Helsinque conseguiu um modelo geométrico com um nível de precisão de até 20 centímetros. Essa modelagem foi desenvolvida com a intenção de capturar ativos da cidade, de forma que se criasse uma modelagem rica em informações com a infraestrutura atual, podendo ser compartilhada com as partes interessadas no projeto, sejam elas de bem público ou privado.

O projeto foi viabilizado por meio do levantamento de mais de 500 quilômetros quadrados, mapeamento de mais de 600 pontos de controle em terra e gerenciamento e colaboração de grandes quantidades de dados, abrangendo tanto a realidade integrada, quanto recursos de gerenciamento de informações.

Existe a expectativa de que, até o ano de 2035, com a ajuda dos estudos provenientes dessa modelagem, a cidade de Helsinque possa neutralizar a emissão de carbono na atmosfera, além de fornecer outros serviços digitais (HELSINKI 3D+, 2019).

Então, através do modelo, torna-se mais fácil examinar as possibilidades de desenvolvimento da cidade e analisar os impactos do planejamento do território. Além do mais, os dados de informação permanecem na plataforma, contribuindo para a agilidade em todos os estágios do processo de desenvolvimento, sem que se percam (CRUZ, 2021, p. 50).

Os dados utilizados na modelagem da malha urbana possuem um modo de compartilhamento aberto e gratuito, que além de fornecer informações para usuários e instituições, também dão oportunidade para que as pessoas possam fornecer novas informações e contribuir com novos usos. Ele pode transmitir informações para instituições educacionais, comunidades de desenvolvedores, empresas públicas e privadas, sem a necessidade de uma autorização ou maiores burocracias.

Ainda de acordo com Cruz (2021, p. 53) a implantação de um projeto como o Helsinki 3D, traz uma série de vantagens, como:

- **Dados abertos** acumulados por mais tempo, obtendo-se assim maior quantidade de informação;
- **Simulação de Vento**, que possibilita experiências para os usuários, além de serem importantes para planejar possíveis alterações na malha urbana, como construções próximas ao mar, permitindo observar não só efeitos no presente, como no futuro;
- **Utilização *off-line***, pois, além de não requerer conexão com a internet, ainda permite visualização pela tela do telefone;
- **Comparações com pesquisas anteriores**, anteriormente realizadas através de mapas, para consultas de ambiente;

O mais interessante é que, como a cidade está em constante mudança, um projeto como este sempre estará em desenvolvimento, pois existe uma infinidade de possibilidades para sua utilização, além de ser uma ótima ferramenta para a gestão pública de forma democrática e poder ser reproduzida em qualquer cidade com o aparato tecnológico necessário.

Outro bom exemplo da utilização do *City Information Modeling* para transformar a inteligência de cidades é o projeto Paris 3D (Figura 6). Aqui, a fotografia aérea foi feita por meio de um voo de balão, pois a cidade não permite que aeronaves a sobrevoem desde 2001.

Figura 6 - Paris 3D Experience



Fonte: Paris 3D Experience, 2021.

Alguns historiadores e arqueólogos franceses, juntamente com a empresa Dassalt Systèmes, trabalharam em conjunto para promover a moradores e turistas uma experiência única: não somente a reprodução da malha urbana tridimensional atual, mas também uma viagem a uma Paris antiga, de vários séculos atrás.

A mesma empresa também reproduziu as pirâmides de Gizé, do antigo Egito, em parceria com a Universidade de Harvard e o Museu de Belas Artes de Boston. Apesar de nesses casos os modelos servirem exclusivamente para fins informativos turísticos, existe um plano de continuar o projeto em várias cidades pelo mundo, o que já pode ser um grande passo na difusão desse tipo de proposta que futuramente pode avançar, chegando ao nível de pesquisa do modelo de Helsinque, por exemplo.

No Brasil, já existem alguns modelos que seguem a mesma linha, como por exemplo o projeto “GeoSampa” (Figura 7) que, através de um portal na internet, oferece a modelagem georreferenciada de toda a cidade. Através do mapa, é possível ter acesso a edificações, árvores,

obras de engenharia, entre outras geometrias. O portal também apresenta parâmetros urbanísticos, estudos climáticos, relevo, hidrografia, análise comparativa da malha urbana através das décadas, entre outros, e permite o *download* destas pesquisas por qualquer usuário da plataforma (SÃO PAULO, 2022).

Figura 7 - Imagem Aérea - Projeto Geosampa



Fonte: Portal Archdaily, 2020.

O projeto foi desenvolvido com o objetivo de fornecer informações a servidores municipais, pesquisadores, urbanistas e interessados em geral, para que possam realizar estudos aplicados, além de desenvolver soluções de gestão para o município. É possível, por exemplo, fazer a análise da disposição de redes de energia em relação às árvores de cada rua ou praça, otimizando as atividades de manutenção e zeladoria; ou verificar as áreas mais ou menos verticalizadas, onde há vegetação urbana; e também consultar os diferentes padrões de ocupação e outras características da cidade.

Os dados foram obtidos por meio de um levantamento aéreo realizado entre maio e julho de 2017 por órgãos do governo: as Secretarias Municipais de Desenvolvimento Urbano, Fazenda e Meio Ambiente. Foi realizado com o auxílio da tecnologia conhecida como *Light Detection and Ranging* (LiDAR) – que não apresenta apenas uma imagem de satélite ou fotografia aérea do território, mas também uma representação geométrica de alta resolução da cidade. Entretanto, por se tratar de um modelo que representa a cidade, a base de dados está em constante atualização (SÃO PAULO, 2022);

Tais exemplos podem ser considerados pertencentes ao *City Information Modeling*, pois todos eles têm algumas características em comum: além da representação tridimensional das cidades, utilizam as geotecnologias para buscar eficiência e melhor compreensão do espaço não só por profissionais, mas principalmente, para oferecer aos seus cidadãos uma interação maior com a cidade, bem como uma forma atualizada de experienciar o espaço urbano, mesmo que em alguns casos, seja somente para uma visita turística virtual.

Visto isso, pode-se observar que a utilização do CIM possui certo potencial para o auxílio da gestão urbana, assim como nas cidades inteligentes, e que a dependência das geotecnologias se torna cada vez mais forte, pois graças a elas, existe uma facilidade maior de realizar diversos estudos no que tange à organização de cidades por meio da manipulação de dados georreferenciados. No entanto, é relevante ressaltar que, apesar de agir como protagonista, essa valorização da tecnologia não exclui a participação cidadã nas decisões tomadas a respeito das cidades.

4 Estudo de Caso - Madre de Deus

Baseado nos conceitos abordados anteriormente e buscando validar o início da implantação de projetos de cidades inteligentes no Nordeste do Brasil, foi feito um estudo de caso, tomando como objeto para este estudo o município de Madre de Deus, no estado da Bahia.

Nas seções seguintes, será possível compreender um pouco de sua localização, características populacionais, geográficas, históricas e econômicas, suas estratégias de planejamento, relação com as cidades inteligentes, além da motivação para a realização deste projeto, o produto da pesquisa e por último, os resultados alcançados.

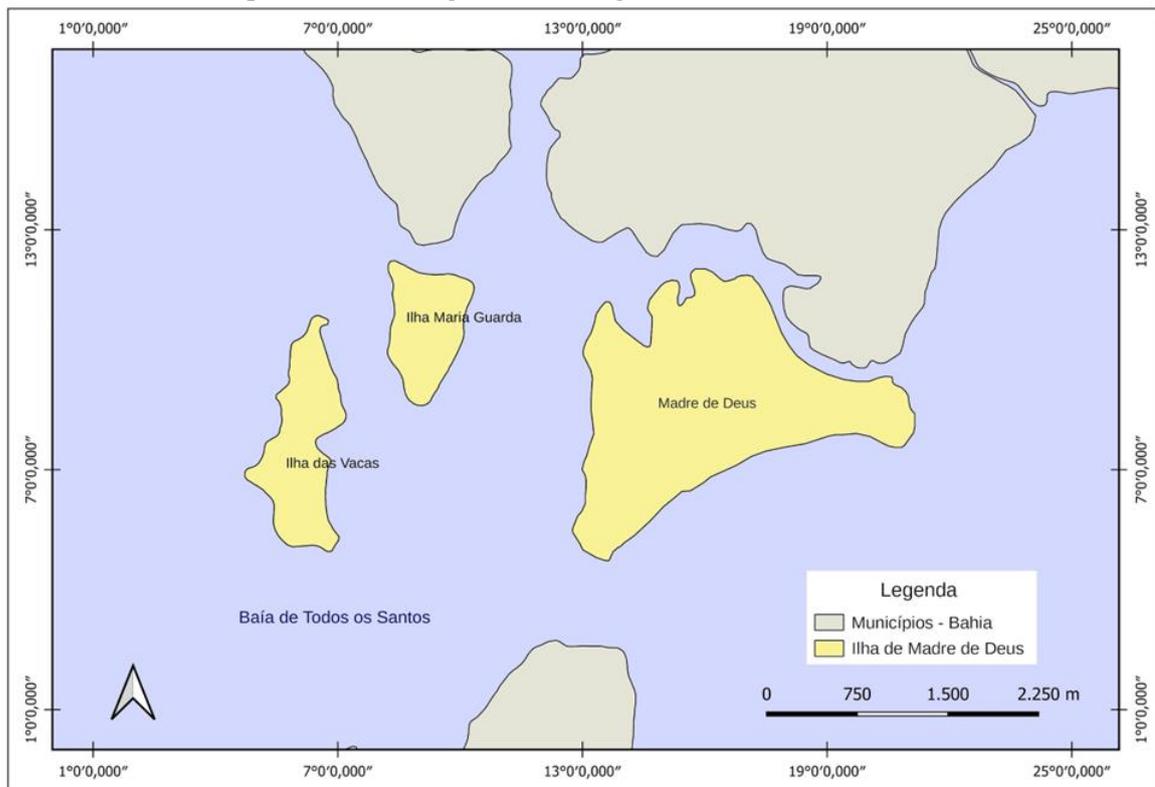
4.1 O município de Madre de Deus

Situado na Região Metropolitana de Salvador - BA, mais precisamente a 63 km da Capital e ao norte da Baía de Todos os Santos (BTS), o município de Madre de Deus possui ao todo 32.201 km² de extensão e é constituído por três ilhas: Maria Guarda, Madre de Deus e Ilha das Vacas, no entanto, para a o desenvolvimento desta pesquisa, considerou-se o centro urbano da Ilha de Madre de Deus propriamente dita como objeto de estudo.

4.1.1 Configuração Geopolítica

Localizado ao norte da Baía de Todos os Santos, ocupando as coordenadas (centroide) de 38°37'15''O e -12°44'27''S (EMB, 2013), este município apresenta-se como o menor do estado da Bahia, tendo como municípios vizinhos Candeias e São Francisco do Conde. Na Figura 8, pode-se visualizar as três ilhas que compõem Madre de Deus, que se distanciam do continente por um canal denominado Furo do Suape.

Figura 8 - Localização do Município de Madre de Deus - BA



Elaboração: Autora, 2022.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, elegeu-se o centro urbano da Ilha de Madre de Deus, propriamente dita como objeto de estudo, pois é onde está centralizada a maioria da população (taxa de urbanização de 97%), além das principais atividades comerciais, administrativas e industriais, conforme explicitado no Atlas de Desenvolvimento (2010).

Segundo dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no último censo (2010), a população de Madre de Deus era de 17.376 pessoas, conferindo-lhe uma densidade demográfica de 1.559 habitantes/km² (BAHIA, 2010) e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH-M) de 0,740. Destas pessoas, 92% residem em domicílios com esgotamento sanitário adequado, 56,1% residem em domicílios urbanos situados em vias públicas com arborização e 50,1% em domicílios urbanos localizados em vias públicas com urbanização adequada (presença de elementos básicos como calçada, pavimentação e meio-fio).

Anteriormente distrito de Salvador, foi reconhecida como município somente em 13 de junho de 1989, por meio da Lei Estadual nº 5.016/89 (IBGE, 2013), além de apresentar alguns dados que indicam certa vulnerabilidade, a área urbana deste município tornou-se adequada para ser objeto de estudo desta pesquisa.

Composto por lindas praias, áreas de manguezal e vista para a Baía de Todos os Santos, é também reconhecida pelo turismo e culinária baseada nos frutos do mar encontrados em seu entorno.

4.1.2 Breve histórico

De acordo com alguns relatos históricos dispostos na publicação “Conhecendo Madre de Deus”, anteriormente, a ilha, então conhecida como “Ilha de Cururupeba”⁹ era exclusivamente constituída por índios tupinambás, quando em meados dos anos 1500, passou a integrar uma Capitania Hereditária de exploração, pertencente a sesmaria de Mem de Sá¹⁰, passando posteriormente por um processo de colonização por padres jesuítas. Por meio dessa apropriação, ainda na mesma época, a ilha passou a ser composta também por brancos e negros, que vieram a se tornar maioria de sua população, e viriam a formar as características de sua população atual (ROCHA, 2008).

Entretanto, com a expulsão dos jesuítas do Brasil, a ilha passou a pertencer à Coroa e então veio a se chamar “Freguesia de Madre de Deus do Boqueirão”. Durante a colonização tornou-se ponto de apoio estratégico para as embarcações, pois estava na metade do caminho entre as usinas de cana de açúcar (sua primeira fonte econômica e fonte de energia, bem como de todo o recôncavo baiano) e a capital. No início deste século foi ponto de veraneio da classe média de Salvador, resultando no crescimento da vila de pescadores, que viria a se tornar um município somente mais tarde, recebendo o nome de “Madre de Deus” por meio do Decreto Estadual nº 11.089 de 30 de novembro de 1938 (RAMOS, 2020, p. 22).

O princípio de sua urbanização se deu por volta do ano de 1950. Até aquele momento, a vila de Madre de Deus era pequena e pacata, e obtinha sustento exclusivamente da pesca e coleta de frutos do mar. Após a chegada de uma grande empresa petrolífera em sua região, que passou a ocupar cerca de 50% da ilha, correspondente a uma área de 816.571,51 m² de sua totalidade (RAMOS, 2020, p. 48).

⁹ Em homenagem a um antigo cacique que habitou a ilha.

¹⁰ Terceiro governador geral do Brasil.

O município apresentava características muito favoráveis à implantação da Petrobras, como por exemplo: localização, movimentação das águas, elevada profundidade marítima (favorecendo a ancoragem de navios) e uma boa logística para o transporte, assim, facilitando a entrada e saída do petróleo e seus derivados.

Já na década de 1960, devido à instalação da indústria, foi necessária a importação de mão-de-obra para atuar tanto na construção da ilha, que se mantinha em constante crescimento, quanto em atividades econômicas derivadas do petróleo, além de outras variadas atividades para suprir as necessidades de uma vila em desenvolvimento.

4.1.3 Economia

Como já citado anteriormente, a principal atividade econômica do município está relacionada com a indústria do petróleo, principalmente no Terminal Marítimo do Temadre (Figura 9), construído em 1956, tornando-se o primeiro terminal da Petrobras (Petróleo Brasileiro S.A.) a operar no Brasil, além de ser o terceiro maior do país e o primeiro do Nordeste atualmente. Assim, o município possui a função de enviar petróleo tanto para o restante da região em que está localizado, como para outras regiões do Brasil, principalmente a região norte.

Figura 9 - Terminal Marítimo do Temadre e Petrobras



Fonte: Petrobras, 2022.

Cerca de 80% do petróleo produzido é consumido pela própria indústria, e depois reaproveitado, transformado em produtos como diesel, gasolina, querosene, lubrificantes, asfalto e óleos combustíveis que são transportados para outras cidades da Bahia e alguns outros estados. Além disso, parte destes produtos chegam a ser exportados para outros países, como Estados Unidos, Argentina e alguns países da Europa.

Apesar da pesca e mariscagem ainda serem meios de subsistência no município, essas atividades já não são tão fortes na comunidade. De acordo com Ramos (2015, p. 7), é rara a exclusividade de dedicação a tais ocupações, devido a ação das instalações da indústria na localidade, levando grande parte da população a investir na atividade petrolífera. Destaca-se ainda o turismo, que é mais intenso durante o verão.

Como visto, trata-se de um município com grande potencial econômico, mas que, assim como a grande maioria dos municípios da região nordeste do país, sofreu impactos decorrentes da colonização. Tais condições, assim como em outros municípios já citados, que culminaram em problemas urbanos, o que favorece implantação de estratégias de cidades inteligentes como medidas auxiliadoras para buscar melhorias nos processos de gestão urbana, econômica e social desta cidade, assim como viabilizar a participação cidadã nas atividades da comunidade, como a pesca, o turismo e a própria atividade petrolífera.

4.1.4 Estratégias de Planejamento para o município

Observando os dados presentes no Artigo 21 da Lei Municipal nº 555/2013, de 29 de abril de 2013, que possui a finalidade de formular políticas, diretrizes, planejamento, acompanhamento e avaliação das políticas municipais de desenvolvimento urbano e preservação do meio Ambiente em Madre de Deus, destacam-se os seguintes itens:

- I- Elaborar, desenvolver, acompanhar e avaliar o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano - PDDU;
- II - Definir, coordenar e executar as políticas, diretrizes e metas relacionadas ao planejamento urbano;
- III - **Estruturar e sistematizar a produção e divulgação de informações socioeconômicas, fiscais, cadastrais de imóveis, logradouros, redes de infraestrutura e cartografia digital georreferenciados para o planejamento urbano**, em articulação com os demais órgãos da administração municipal, outras esferas de governo e empresas privadas;

IV- Estimular a promoção de discussão de políticas, diretrizes e planos municipais com a comunidade, visando a sua participação na formação das decisões sobre o desenvolvimento e organização territorial e espacial do Município;

VI - **Definir a política e normas de uso e ocupação do solo**, propondo instrumentos de controle;

IX - Implementar instrumentos de política urbana;

XI - **Compilar elementos informativos e dados estatísticos sobre o controle de ordenamento do uso do solo**, gerando indicadores para subsidiar o planejamento do Município, assim como, para o cumprimento de sua finalidade;

XXI - **Promover o intercâmbio com outros centros de pesquisas**; (MADRE DE DEUS, 2013, Art. 21, grifo nosso)

Como visto no item I da Lei acima, o município de Madre de Deus ainda não possui PDDU, mas já existe um projeto para criá-lo. Trata-se do principal conjunto de diretrizes para o uso e ocupação do solo, estratégias políticas, restrições, proibições e limitações a respeito da malha urbana de qualquer cidade, e é dever do governo municipal implantá-lo (BRASIL, 2002).

Entretanto, como somente o plano diretor não é capaz de sanar todos os problemas provenientes da complexidade da gestão urbana, então, torna-se necessária a criação de outras estratégias complementares a ele (KNOOPP; PARAIZO, 2021, p. 612).

Já as informações presentes na Lei Municipal nº 649/2015, responsável pela organização administrativa da prefeitura municipal de Madre de Deus, mostram que existem algumas diretrizes que visam o controle correto de uso do solo, além de supervisionar e fiscalizar obras públicas e privadas, mantendo o respeito às delimitações, não só com foco em empreendimentos e construções, mas também respeitando a paisagem natural local. Dentro dessas recomendações, é importante destacar os seguintes itens, presentes no Artigo 10-A:

XIII - Fiscalizar as áreas de domínio público e bens dominiais do município;

XIX - realizar vistorias, emissão de notificações e lavratura de autos de infração;

XXII - elaborar, manter e atualizar os cadastros técnicos no âmbito de sua competência; (MADRE DE DEUS, 2015, Art. 10-A).

Apesar de não se adequar como legislação, o Plano de Governo do Município de Madre de Deus, desenvolvido para atender o período que corresponde aos anos 2021 a 2024, traz algumas prioridades que são de suma importância para a fundamentação e justificativa da realização desta pesquisa. São elas:

1.1.1 Construir ou concluir novos equipamentos de atenção às políticas públicas, aumentando a cobertura de atendimento, inovando na oferta de serviços, valorizando os patrimônios cultural e natural da cidade.

2.1.3 Promover estudos e normativas de planejamento urbano e de monitoramento ambiental.

2.1.4 Promover ações de fiscalização e ordenamento urbano, fortalecendo o bem-estar social e garantindo arranjos produtivos organizados.

4.1.2 Integrar políticas públicas através do uso de tecnologias da informação e comunicação (TIC), inovação e procedimentos operacionais padronizados.

4.1.6 **Construir a Cidade inteligente sustentável de Madre de Deus, conjugando múltiplos conceitos de sucesso e as melhores práticas de gestão pública** (MADRE DE DEUS, 2020, p. 1-3, grifo nosso).

Baseado nos dados dispostos nas diretrizes citadas, com o objetivo de auxiliar a gestão e o planejamento urbano do município com uma solução de baixo custo, além da fiscalização de elementos de domínio público e facilitar estudos urbanos, o presente projeto propõe como produto o **modelo digital de informação urbana tridimensional da cidade**, com o auxílio das geotecnologias.

4.1.4 Madre de Deus como cidade inteligente?

Assim como pôde-se observar na seção anterior, o município de Madre de Deus possui a intenção de se aproximar cada vez mais de uma cidade inteligente, sendo inclusive previsto por lei. Por isso, um pouco mais tarde, mais precisamente no ano de 2019, passou a ser a primeira cidade do nordeste do Brasil a integrar o programa de cidades inteligentes “*City Possible*”, em que, por meio de uma parceria Público-Privada, foi assinado pela Câmara Municipal um “Memorando de Intenções”, com o objetivo principal de criar uma rede colaborativa com outras cidades, corroborando para a criação de um futuro mais sustentável, inclusivo e eficiente (TRIBUNA DA BAHIA, 2019).

A estratégia foi pensada para que Madre de Deus possa aprimorar a imagem de ser um município que abriga iniciativas inovadoras, principalmente para as áreas de educação e governança pública, por meio de ativos da tecnologia e o contínuo incentivo de Parcerias Público-Privadas (PPPs).

Como o município se sustenta basicamente da economia petrolífera, um dos maiores desafios enfrentados pela gestão pública é a geração de empregabilidade em outras áreas, por isso, utilizou-se como metodologia aplicada por este projeto chamar a atenção de empresas que possam investir na cidade, gerando empregos e criando outros programas de participação cidadã, além de absorver políticas públicas de outras cidades consideradas inteligentes no Brasil

e no mundo, associando-as aos projetos da gestão municipal, como uma troca de experiências em prol dos cidadãos.

Entre as cidades brasileiras que já compõem o projeto, destacam-se: São Paulo e Curitiba, grandes destaques do *Ranking Connected Smart Cities*, referência para cidades inteligentes no Brasil. Além delas, potências mundiais como Dubai (Emirados Árabes Unidos), Dublin (Irlanda), a própria Helsinki (Finlândia) já citada, e Melbourne (Austrália) também fazem parte do projeto *City Possible*.

Tal iniciativa prevê ainda a participação de instituições acadêmicas para ajudar a solucionar os desafios enfrentados pelo município, de modo a torná-lo mais inclusivo, sustentável e eficiente, além de ser mais responsivo não só para residentes, mas também para visitantes.

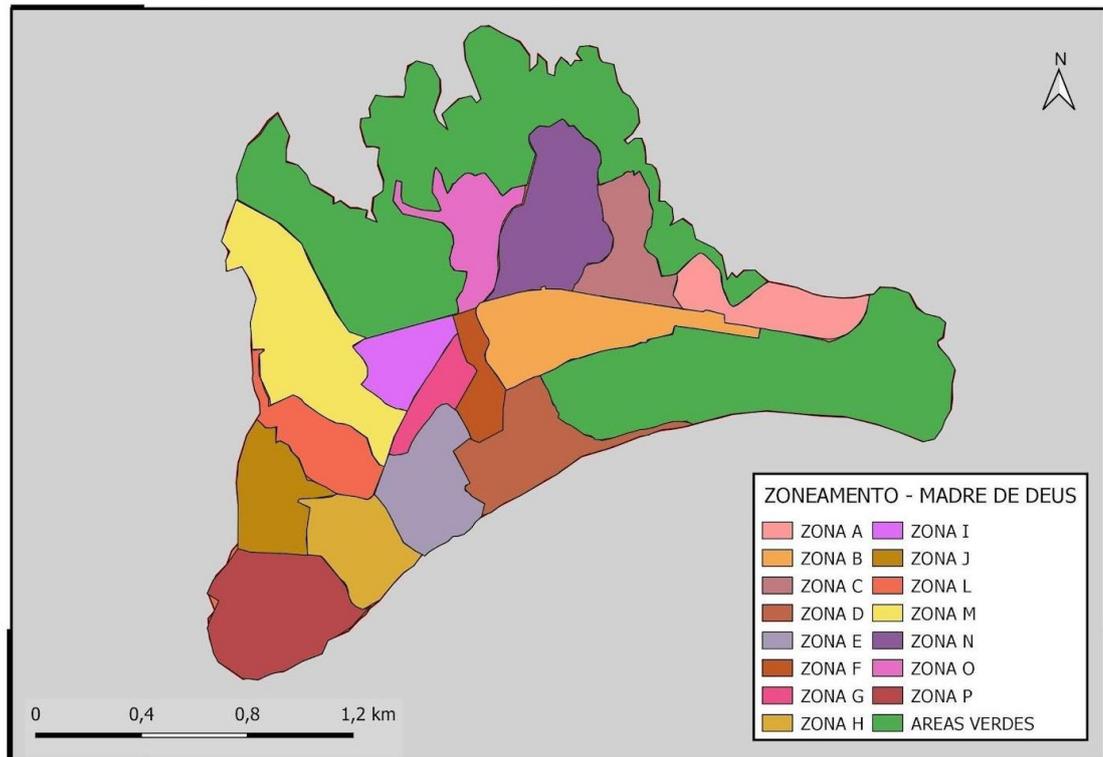
Também está nos planos deste memorando de intenções, colocar o município como o primeiro do Brasil a adotar a educação em tempo integral para a rede municipal de ensino, o que auxiliaria a melhora do município em um dos indicadores principais de cidades inteligentes, “educação”, para isso, no segundo turno, será estimulada a prática de esportes.

4.2 Mapa de Uso do Solo de Madre de Deus - Coleta e Armazenamento de Dados da Malha Urbana

Tomando como base as propostas de planejamento previstas para o município de Madre de Deus, este trabalho se torna importante ao oferecer um modelo que pode apoiar as ações de ordenamento e uso do solo, com uma proposta inovadora que utiliza geotecnologias e, especificamente o *City Information Modeling*, e se fortalece a partir dos conceitos já abordados a respeito de cidades inteligentes.

Para isso, foi elaborado inicialmente o cadastro da malha urbana do município, em que se fez necessária a setorização do município em algumas zonas, seguindo o perímetro de suas ruas, para facilitar o trabalho da equipe. No total, foram criadas quinze zonas (Figura 10). Também foram mapeadas as áreas verdes (de vegetação adensada e protegidas por organizações governamentais) do Município, visando também auxiliar o planejamento ambiental dele.

Figura 10 - Zoneamento do município de Madre de Deus - BA



Elaboração: Autora, 2021.

Para a construção da base cartográfica do município, foram demarcados polígonos representando as edificações da cidade com o auxílio do software QGIS Desktop, identificando a tipologia de uso do solo para classificá-las, como evidenciado no Quadro 15.

Quadro 15 - Descrição dos Tipos de Uso do Solo

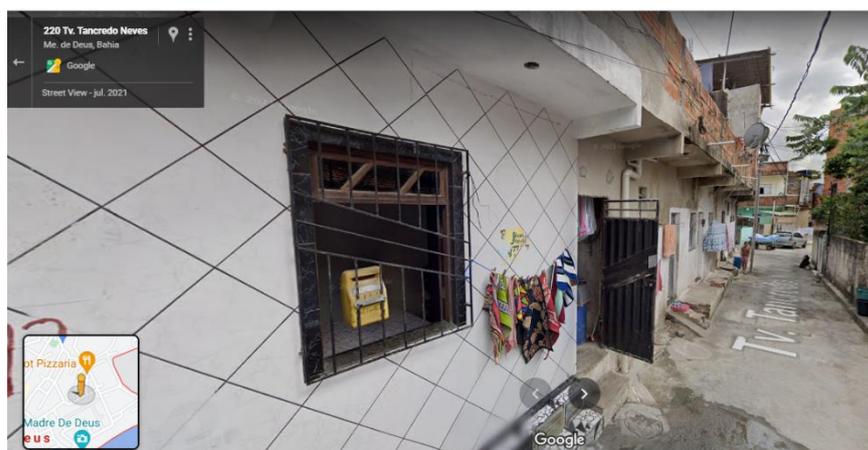
TIPOS DE USO	DESCRIÇÃO
Áreas Verdes	Destinadas às áreas de vegetação densa e áreas de proteção ambiental.
Residencial	Edificações destinadas somente à moradia.
Comercial	Edificações dedicadas a atividades comerciais (como mercados, lojas, farmácias etc).
Uso Misto	Edificações que possuem uso residencial e comercial e/ou serviços, simultaneamente.
Industrial	Destinados a fábricas e indústrias.

Institucional	Edificações que possuem algum tipo de responsabilidade social (como escolas, projetos sociais em geral) ou edificações de governo.
Espaços Públicos	Praças, parques ou outros espaços destinados ao uso dos habitantes de forma gratuita.
Religioso	Igrejas e edificações que acolhem atividades de cunho religioso.
Serviços	Definidos por bancos, postos de gasolina, postos de saúde etc.

Elaboração: Autora, 2021.

Para identificar a tipologia de uso do solo de cada edificação, foi utilizado o software Google Street View (Figura 11), que facilita a visualização das fachadas, permitindo visualizar quando se trata de um comércio, residência etc.

Figura 11 - Panorama fotográfico de residência localizada na travessa Tancredo Neves, Madre de Deus - BA



Fonte: Google Street View, 2022.

Durante o levantamento fotográfico, constatou-se que nem todas as edificações poderiam ser identificadas apenas por estes meios, o que tornou necessária uma visita de campo, realizada no dia 14 de abril de 2022, onde ocorreram registros fotográficos dos logradouros que não possuíam imagens de satélite e Street View (Figura 12).

Figura 12 - Mosaico contendo algumas imagens do levantamento fotográfico realizado



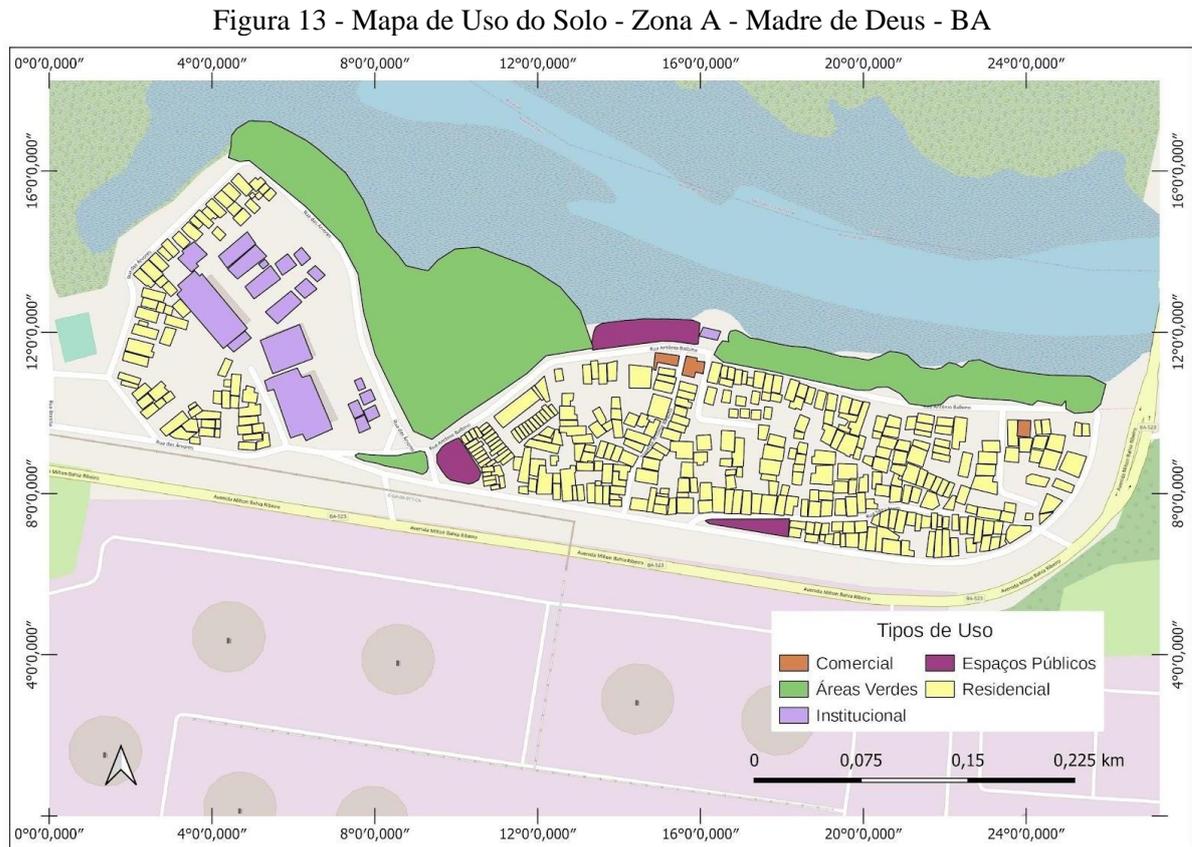
Fonte: Santiago, 2022

Já no levantamento de campo, pode-se observar que as áreas não mapeadas pelo software, eram as áreas que possuíam difícil acesso para veículos, encontravam-se em áreas próximas ao mar, áreas de grande adensamento populacional, áreas de morro ou sem infraestrutura urbana e denominadas como “inseguras” pelos moradores das proximidades, o que provavelmente impediu a entrada de equipamentos de captura de imagem da Google.

Após a coleta de dados e registros fotográficos, foi feita a elaboração de alguns mapas temáticos urbanos de cada zona criada. Para sua concepção, o Sistema de Informação Geográfica é fundamental: com ele, é possível delimitar os polígonos que representam as edificações, atribuir tipologias e adicionar outros tipos de informação, como o gabarito de cada edificação.

Nesta etapa, foram utilizados os softwares QGIS Desktop e Google Earth juntamente com as funcionalidades GPS (para a identificação das edificações no período de levantamento de campo, com a tipologia de uso do solo e perímetro das edificações) e Google Street View (para a identificação dos atributos de forma remota, como o gabarito das edificações). Esta coleta de dados permitiu a execução posterior de mapas temáticos de uso do solo e, conseqüentemente, a criação da base tridimensional.

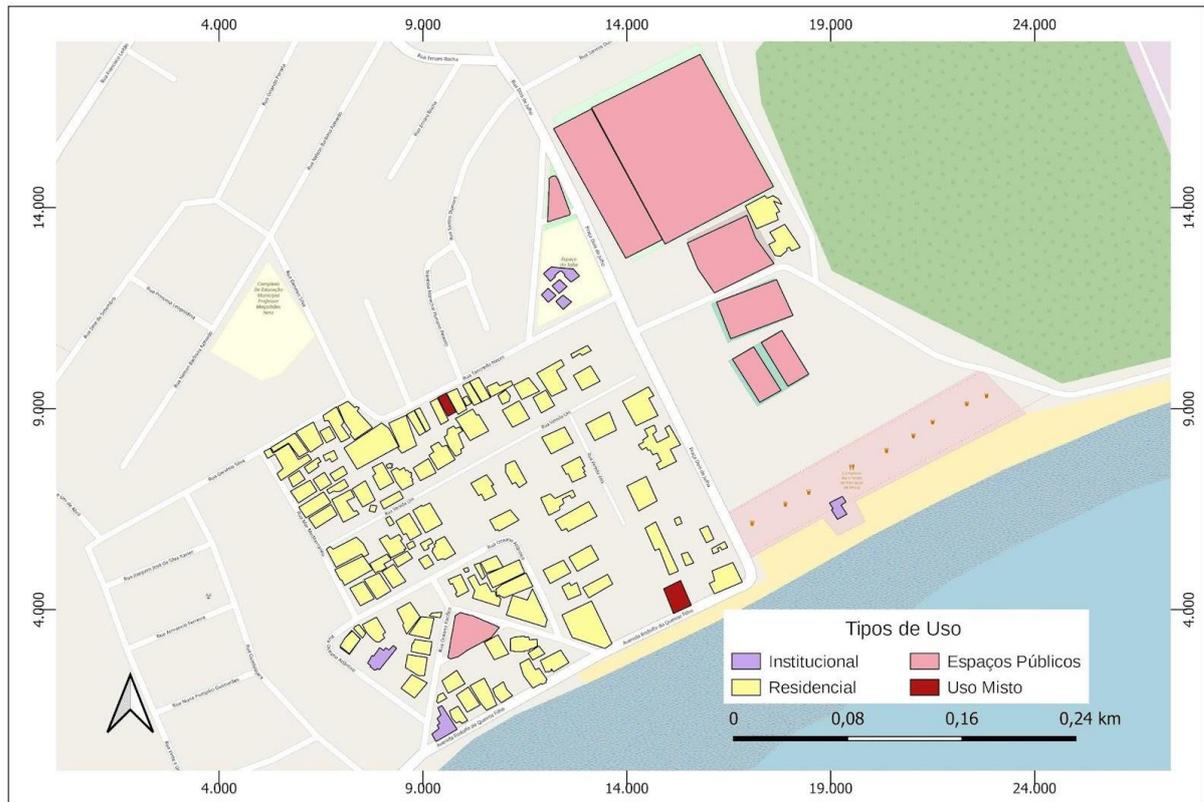
Apesar de não ter sido estabelecido um critério para a delimitação dessas zonas, cada uma delas registrou uma particularidade quanto à predominância do tipo de uso de suas edificações. A Zona A (Figura 13), por exemplo, registrou vários tipos de uso, como comercial, institucional, uso misto e áreas verdes, no entanto, as edificações de tipologia residencial são predominantes.



Elaboração: Santiago, 2022.

Ao analisar a Zona D (Figura 14), é possível perceber que a predominância de edificações de uso residencial é reincidente, no entanto, nesta área (por ser mais acessível tanto para pedestres quanto para veículos, além de estar mais próxima do centro da cidade) também é maior a incidência de edificações de cunho institucional (como escolas e organizações sociais). Há também a ocorrência de espaços públicos, por estarem próximos à praia. Também é importante ressaltar que as edificações de uso misto (geralmente constituídas por residências no primeiro pavimento e comércio no térreo) são mais recorrentes nessas áreas centrais.

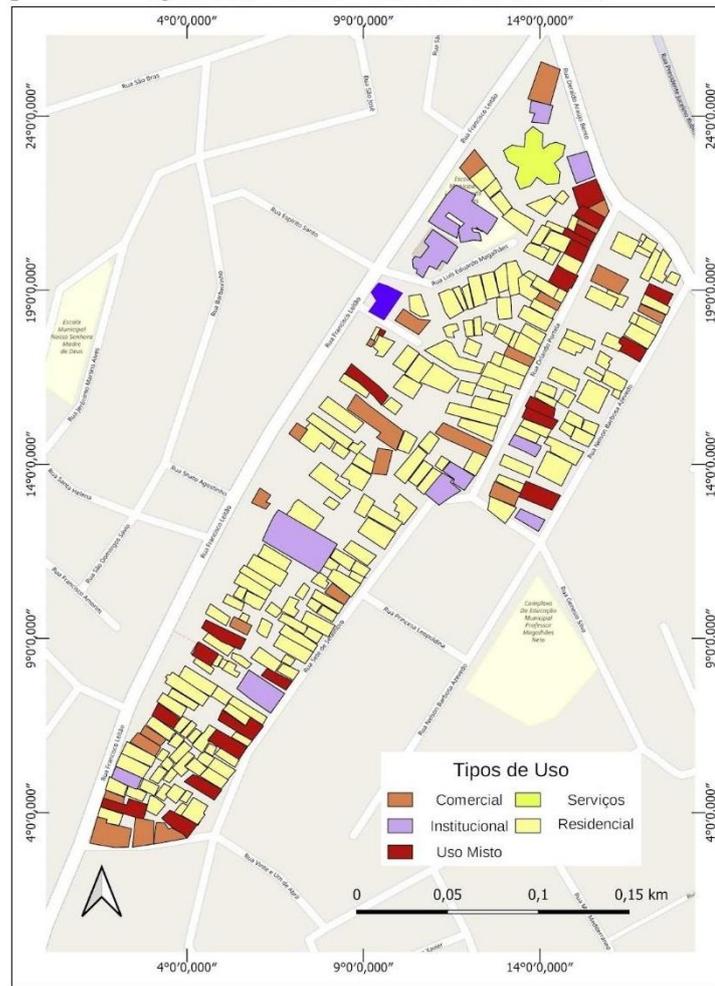
Figura 14 - Mapa de Uso do Solo - Zona D - Madre de Deus - BA



Elaboração: Autora, 2022.

Assim como nas Zona A e D, no caso da Zona G (Figura 15) a característica da predominância residencial se repete, com a diferença de que edificações de uso misto se encontram em maior número, assim como edificações de uso comercial. Neste caso, trata-se de uma região com menores distâncias entre uma residência e outra, além de apresentar edificações que ocupam áreas maiores.

Figura 15 - Mapa de Uso do Solo - Zona G- Madre de Deus - BA



Elaboração: Autora, 2022.

Após a delimitação das edificações presentes em cada uma das zonas, foi feito o mapeamento geral (Figura 16). Este abrange todas as edificações do município, e termina por criar uma representação única da malha urbana, capaz de alcançar o nível de detalhamento **Lod 0** do *City Information Modeling*.

Figura 16 - Mapa de Uso do Solo - Zoneamento Geral - Madre de Deus - BA



Elaboração: SANTIAGO, 2022.

O passo seguinte foi o levantamento de dados a respeito do gabarito das edificações do município. Para isso, utilizou-se novamente o Google Street View, bem como pesquisas de campo. Com o Qgis Desktop, foi possível elaborar uma base cadastral com a altura das edificações, considerando a média de 3,10 metros para edificações de um pavimento, 6,20 metros para edificações de dois pavimentos, 9,30 metros para edificações de 3 pavimentos e assim sucessivamente (Quadro 16).

Quadro 16 - Levantamento de dados - Gabarito das edificações da cidade de Madre de Deus

RESIDENCIAL.ZONAN — Total de feições: 213, Filtrada: 21

	Name	descriptio	Altura
1	Residencial	1 PAVIMENTO	3,100
2	Residencial	1 PAVIMENTO	3,100
3	Residencial	1 PAVIMENTO	3,100
4	Residencial	1 PAVIMENTO	3,100

Fonte: Autora, 2022

Após o mapeamento completo da malha urbana do município, constatou-se que o mesmo possui atualmente: 4.290 edificações de tipologia residencial, 215 edificações de uso misto, 164 de uso comercial, 135 construções de tipologia industrial, 26 espaços públicos e 15 edificações que oferecem variados serviços.

A partir do levantamento dos dados citados, foi finalmente possível desenvolver a modelagem geométrica do município de Madre de Deus, avançando mais um pouco nas categorias de níveis de detalhes que compreendem o *City Information Modeling*, alcançando o nível de detalhe o Lod 1, já citado anteriormente.

4.3 Aplicação do CIM em Madre de Deus - Proposta de Modelagem Geométrica

O produto deste projeto se aproxima do *City Information Modeling* não somente por se tratar de uma modelagem geométrica (Figura 17), mas principalmente pela característica informacional que ele possui. Assim como no CIM, este tem como um de seus objetivos fornecer interação entre a cidade e sua infraestrutura por meio da tecnologia, visando possibilitar auxílio às diretrizes propostas pelo planejamento urbano de Madre de Deus, explícitos na seção 3.1.4.

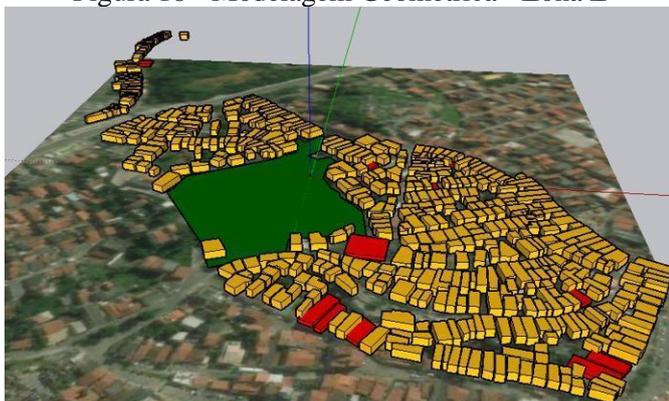
Figura 17 - Modelo Geométrico do Município de Madre de Deus - BA



Fonte: Autora, 2022.

Durante o processo de modelagem, manteve-se a metodologia de trabalho das “zonas” criadas, sendo modeladas as edificações de cada zona separadamente. Assim como na delimitação dos tipos de uso, pode-se constatar algumas particularidades a respeito de cada zona, como ilustra a Figura 18.

Figura 18 - Modelagem Geométrica - Zona L



Fonte: BONFIM, 2022.

No caso da Zona L, nota-se que a predominância de edificações com um e dois pavimentos é consideravelmente maior em relação às demais. Ocorre que, a grande maioria das edificações de tipologia residencial seguem este mesmo padrão. Já na Zona C (Figura 19), essa característica varia um pouco mais, devido à ocorrência mais frequente de edificações de uso misto, que, no caso deste município, são de dois e três pavimentos, podendo chegar até mesmo a quatro em alguns casos.

Figura 19 - Modelagem Geométrica - Zona C



Fonte: BONFIM, 2022.

Em algumas das zonas, mesmo após a visualização através do Google Street View e após as visitas técnicas, continuaram apresentando algumas inconsistências nas informações a respeito do gabarito e tipologia de uso, como foi o caso da Zona G, representada pela Figura 20. Neste caso, optou-se por não representar estas edificações, levando em consideração as possíveis atualizações futuras, e os consequentes reparos.

Figura 20 - Modelagem Geométrica - Zona G



Fonte: BONFIM, 2022

Além dos exemplos apresentados nas imagens acima, também é viável acessar a modelagem geométrica de todo o município de Madre de Deus através do vídeo disponível no *link* do Youtube: [Sobrevoo pelo Modelo Digital de Informação Urbana Tridimensional de Madre de Deus - BA](#)

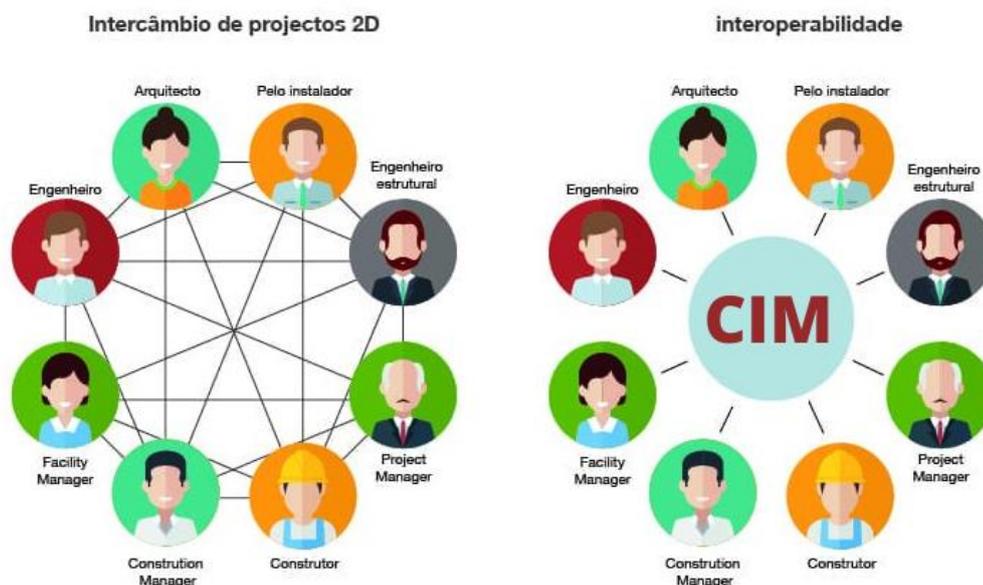
Assim como acontece em todo processo de modelagem do CIM, a modelagem geométrica proposta para Madre de Deus foi consolidada por meio de uma metodologia de trabalho em equipe, apesar de reduzida, e seguiu o padrão de interoperabilidade: como visto, foram necessários conhecimentos não somente de geotecnologias, mas também de tecnologia da informação, cartografia, entre outros.

Pode ser visualizado na Figura 21 que a uma das atribuições do *City Information Modeling* é a interdisciplinaridade (união de vários conhecimentos ou profissionais em prol de um objetivo comum), que apesar de não ter sido o foco deste projeto, pode ser inserido como exemplo, **pois**,

a representação da malha urbana pode auxiliar profissionais de diversas áreas que desejem realizar estudos provenientes da mesma, futuramente, seja para estudos climáticos, de relevo, hidrografia, análise comparativa da malha urbana, de modo muito parecido com o que é feito no projeto GeoSampa e no projeto Helsinki 3D, por exemplo.

Por se tratar de um modelo aplicável a outros municípios, é necessário ressaltar que o estudo prévio realizado para o cadastro e para a modelagem devem ser adaptados de acordo com as necessidades de cada município estudado. Podem ser alteradas também as tipologias das edificações, os profissionais que compõem a equipe de pesquisa também podem ser alterados. No caso de um município de maior porte, é muito provável que exista a demanda de uma equipe maior e que seja necessário mais tempo para a realização do projeto, assim como deve existir uma consulta à legislação específica de cada município estudado, no intuito de comprovar a sua viabilidade.

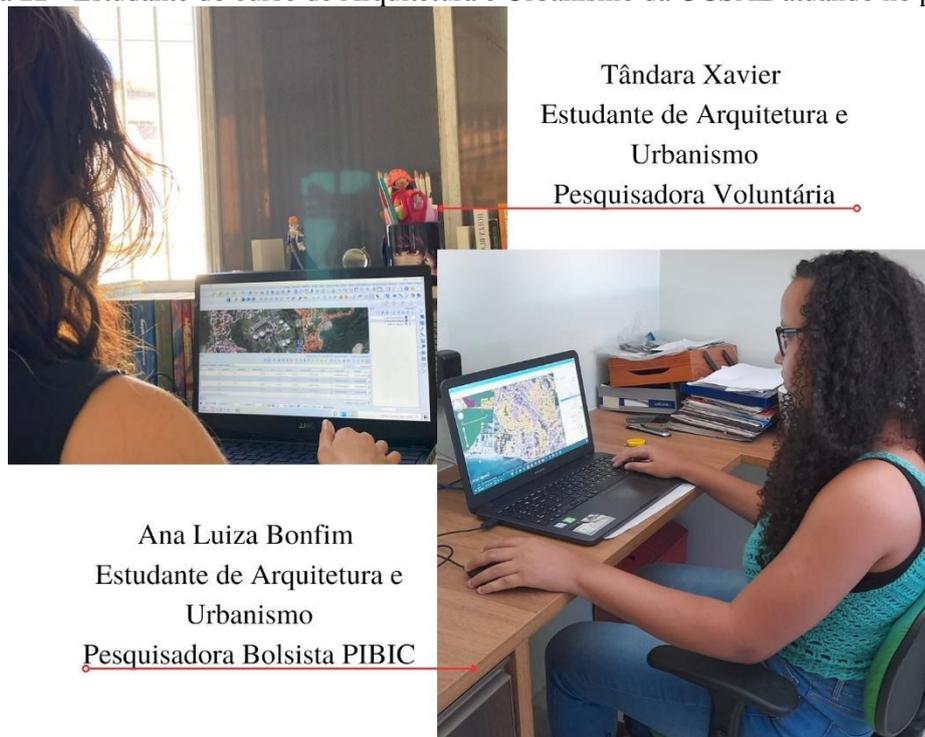
Figura 21 - Interoperabilidade no CIM



Fonte: DARÓS, adaptado pela autora, 2022.

Neste projeto, foi necessária a montagem de uma equipe com estudantes de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Católica do Salvador (Figura 22), para tornar viável o mapeamento de trecho do município para o desenvolvimento desta pesquisa, visto que se trata de uma área muito ampla.

Figura 22 - Estudante do curso de Arquitetura e Urbanismo da UCSAL atuando no projeto



Fonte: Autora, 2023.

Então, retornando à conceituação de *City Information Modeling* no que tange ao planejamento urbano, de modo que seja eficaz e eficiente, este projeto se aproxima do modelo por utilizar as geotecnologias para fazer um levantamento cartográfico de toda o município, utilizando dados abertos para, por fim, criar um modelo de representação da cidade. Além disso, se encaixa nas propostas das cidades inteligentes por conectar as informações a respeito do município com os elementos urbanos, através das geotecnologias.

Apesar de não ter sido possível avançar em alguns dos níveis de detalhamento do CIM, este projeto foi capaz de avançar bastante a respeito de algumas análises do planejamento urbano do município, como estudos de verticalização, por exemplo, devido ao mapeamento do gabarito da grande maioria de suas edificações, além da tipologia referente ao uso do solo de cada uma delas. Além disso, trata-se de um projeto que permite atualizações futuras, podendo ser alimentado gradativamente com novas informações.

5 Considerações Finais

Esta dissertação trouxe como objetivo principal apresentar uma proposta de modelo de *City Information Modeling* para o município de Madre de Deus, mirando o auxílio da gestão urbana do município, baseando-se em conhecimentos sobre as cidades inteligentes e termos correlatos. À vista disso, considera-se que o objetivo foi alcançado parcialmente, pois, assim como demonstram os resultados apresentados, conseguiu-se alcançar dois dos níveis de detalhes que compõem o modelo CIM, além disso, nem todas as edificações do trecho escolhido do município foram mapeadas, devido a impossibilidade de alcance de algumas áreas, tanto através do Street View, quanto nas visitas técnicas realizadas.

A estratégia abordada para este projeto se aproxima da definição de cidades inteligentes principalmente pela utilização da tecnologia buscando melhorias na gestão urbana (auxiliando principalmente o processo de mapeamento e reconhecimento da malha urbana, tanto para a confecção dos mapas de uso do solo, como para a concepção do modelo de informação geométrica da cidade).

Ademais, o projeto apresentou ligação com o *City Information Modeling* pelo vislumbre da participação cidadã em fases futuras, tanto no seu processo de atualização e possíveis correções, quanto na utilização de seu produto, tornando-se assim, uma maneira de propor condições adequadas para atribuir princípios de inovação às diretrizes urbanísticas estabelecidas pelo município, como explicitam Greco e Bencardino (2014) em citação comentada no Capítulo 2 deste trabalho.

Também a partir de alguns pontos trazidos no Capítulo 2, após a implementação deste estudo no local proposto, foi perceptível que o município de Madre de Deus, assim como muitos municípios brasileiros, não atende a todos os requisitos necessários para se tornar uma cidade inteligente. Entretanto, se adequa em alguns aspectos propostos pela legislação específica vigente, como por exemplo:

1. No que diz respeito à **Carta Brasileira para Cidades Inteligentes**, pode-se dizer que este projeto contempla as diretrizes presentes em áreas do **planejamento urbano e desenvolvimento tecnológico**, pois utiliza uma solução inclusiva para oferecer um serviço

eficiente de reconhecimento da cidade, além de **dados seguros** que envolvem as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

0. O projeto contempla ainda **quatro dos oito objetivos estratégicos** para cidades inteligentes de acordo com a Carta, pois, além de inserir a tecnologia digital apoiada-nas políticas públicas dispostas pelo município, como previsto na criação de um possível Plano Diretor, propõe a transparência de dados e tecnologias para os sistemas de governança do município. Afinal, é previsto que no futuro a base geométrica esteja disponível para os cidadãos. Além disso, fortalece o papel da gestão pública, pois facilita a visualização da malha urbana tanto por parte dos habitantes, quanto dos gestores, facilitando a transparência, podendo também futuramente incentivar a participação social nesse processo de transformação digital, por meio da alimentação de informações, facilitando análises de seus impactos sobre a cidade.
0. Já de acordo com as normas criadas pela **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, a criação do mapa geométrico do município alcança resultados bastante satisfatórios, pois foi possível mapear grande parte de suas edificações, identificar o tipo de uso e o gabarito de cada uma das edificações mapeadas, o que pode futuramente auxiliar o planejamento de soluções urbanas para o atingir o padrão de cidades inteligentes e sustentáveis. Entretanto, é necessário salientar que, o município de Madre de Deus não alcança todas as diretrizes previstas, afinal, trata-se de 276 indicadores.
0. Dentre os principais desafios, estão: o acesso ao restante das edificações que não foram mapeadas até então, para que a proposta passe a alcançar toda a malha urbana do município, bem como todos os habitantes, promovendo a igualdade; Além disso, para que o acesso ao projeto seja acessível a todos, seria necessário disponibilizar internet de qualidade e letramento digital para a população (indicador previsto tanto pela ABNT, quanto para o Connected Smart Cities, assim como pela Carta Brasileira para Cidades Inteligentes). Para que seja realmente eficiente, é necessário que além de seguir a legislação brasileira, o projeto também seja apoiado em uma legislação específica para o município, como um Plano Diretor (que apesar de ainda não existir, está em fase de encaminhamento).
0. Além disso, este projeto também atribui sugestões de utilização da tecnologia para criar serviços de manutenção da infraestrutura do município, como está previsto no **Projeto de Lei 976/2021**.

0. Apesar de Madre de Deus ainda não possuir Plano Diretor, a modelagem tridimensional de informação da cidade pode ser um item essencial para o auxílio da sua implementação. Afinal, a existência de um modelo geográfico que apresenta o uso do solo do município pode servir como apoio aos objetivos propostos para planejamento urbano, juntamente com as outras leis e diretrizes aplicáveis ao mesmo, fortalecendo a transparência entre o cidadão e a gestão urbana.

Por fim, quando aplicada à cidade, a modelagem pode ser capaz de auxiliar os gestores a compreender a malha urbana de modo que possam melhorar a qualidade de seus espaços, bem como o aproveitamento, preservação e planejamento do futuro deste município.

Com base nos **eixos que qualificam a cidade inteligente**, explicitados no **mapa mental** abordado também no Capítulo 1, este trabalho se insere na busca por uma administração de excelência, pois pode ser uma alternativa de contribuição para a infraestrutura, caso seja possível incorporá-la à gestão municipal (visto que até o presente momento não há nenhuma proposta parecida por meio da gestão pública ou privada). Isso acontece, porque está previsto na Lei Municipal nº 555/2013, de Madre de Deus a compilação de elementos informativos sobre o controle de ordenamento do uso do solo, e este projeto pode funcionar como uma forma de informar e promover a transparência entre gestão e população, além de possibilitar também o desenvolvimento tecnológico (buscando a otimização da vida urbana por meio da tecnologia), além da valorização do cidadão como ator principal dentro do município (pois também é possível que o habitante da cidade participe do processo de alimentação da base de dados proposta).

Quanto ao **Ranking Connected Smart Cities**, este trabalho se aplica aos seguintes eixos temáticos: **urbanismo**, pois apresenta uma estratégia que interfere diretamente no planejamento e gestão urbana do município; **tecnologia**, por utilizar *softwares* em todo o processo de criação e concepção, **inovação**, por apresentar uma proposta que até então não existia no município, e **governança**, visto que pode ser criada uma parceria com agentes públicos para os próximos estágios do projeto, criando também um modelo de transparência para os habitantes.

Ademais, com esta proposta de gestão, estima-se que, futuramente, o município possa abranger outros indicadores do ranking, como educação, saúde, segurança e geração de emprego, chegando a alcançar a padrões de eficiência de outras cidades da região nordeste, como as já

citadas Feira de Santana e Caetité, também situadas na Bahia, que apesar de ainda não serem consideradas inteligentes, não estão tão distantes de conseguir esse título.

Como já citado, Madre de Deus possui intenções de se tornar inteligente, tendo inclusive projetos para incluir propostas de projetos acadêmicos, como é o caso deste trabalho, tornando-a cada vez mais inclusiva por meio da tecnologia, apoiando eixos como “educação”, “tecnologia da informação” e “governança”, que são de extrema importância.

Com o investimento que vem sendo feito no Nordeste para fortalecimento e criação de cidades inteligentes, acredita-se que é possível que a cidade possa se aproximar de tal padrão em alguns anos.

A utilização dos **Sistemas de Informações Geográficas (SIG)**, segundo a definição explicitada por Comáz e Ruiz (1993), dispostas no Capítulo 2, estão presentes neste trabalho por se tratar de ações de administração e gestão (que apresenta uma proposta que poderá impactar diretamente a gestão urbana), mas também por meio dos *softwares* utilizados, contribuindo para a agilidade do projeto, possibilitando resultados precisos e otimização do tempo utilizado. Já associado à definição de SIGs apresentada por Ladwig (2013), a proposta de base geométrica de Madre de Deus engloba quase todas as categorias citadas pelo autor: **a utilização da cartografia digital, a utilização do geoprocessamento, dados cartográficos georreferenciados, planejamento e gestão do território e a produção de mapas.**

É válido salientar que este projeto contempla somente o **estudo preliminar** dentre as diversas fases do planejamento urbano. Trata-se de um estudo inicial, que para funcionar, deve ser acompanhado de outros vários processos, como a formulação de objetivos, definição e avaliação de alternativas que se adequem à realidade do município (que geralmente são abordados no PDDU) e por último, a implementação e disponibilidade para o cidadão.

No que diz respeito ao **City Information Modeling**, trazendo como base a definição dada por Almeida, este trabalho se insere em três categorias apresentadas: “por ambiente construído” devido o mapeamento das edificações do município, “sintáticos”, por trazer uma análise da volumetria das edificações através da tipologia de uso do solo e gabarito, e “lógicos”, por utilizar a sobreposição de dados em sistemas cartográficos, mesclando softwares distintos para obter o resultado desejado.

Até o presente momento, partindo dos *Levels of Details* do City Information Modeling definidos por Arruda (2013), a modelagem georreferenciada do Município de Madre de Deus alcança o nível *Lod 1*, apresentando poliedros simples que representam a estrutura das edificações, sem maiores detalhes como cobertura, varandas e esquadrias. Entretanto, é possível que futuramente seja alcançado esse nível de detalhamento, podendo até mesmo alcançar o *Lod 4*. Com a precisão nas características destas edificações será possível contribuir ainda mais para o reconhecimento urbano por parte de gestores e habitantes, visando um desenvolvimento ainda maior no panorama de cidades inteligentes.

Assim como nas cidades inteligentes exemplificadas no capítulo 3, a modelagem georreferenciada do município de Madre de Deus pode contribuir com o desenvolvimento da cidade, além de facilitar análises de planejamento do território, fornecendo informações tanto a profissionais de várias áreas do conhecimento, quanto para os próprios habitantes do município. Outra possibilidade da estratégia criada é a redução de danos ambientais, por meio do mapeamento das áreas verdes que devem ser preservadas.

O projeto é contemplado inclusive pela **Legislação específica para o Município de Madre de Deus, por exemplo a Lei municipal 555/2013 e a Lei 649/2015**. As informações prestadas nessas leis, mostram que existe a pretensão de criar estratégias de planejamento urbano em parceria com a comunidade e com serviços de terceiros para auxiliar na infraestrutura, salientando ainda mais a sua importância.

Por fim, ao constatar que não existe registro de nenhum cadastro técnico de uso do solo do município ou qualquer modelo de reconhecimento tridimensional da cidade por parte de profissionais de áreas específicas ou para os próprios habitantes, estima-se que este projeto sirva de modelo de aplicação não somente para Madre de Deus, como em outros municípios semelhantes, e futuramente em municípios de maior porte, contribuindo para efetuar práticas de cidades inteligentes em todo o território nacional. Uma possibilidade de estratégia para tornar isso palpável, é que futuramente essa base geométrica seja recriada de acordo com as particularidades de cada município em que seja implantada, bem como alimentada das mais variadas formas, dependendo também das necessidades de cada município, seja por agentes públicos, profissionais interessados, ou pelos próprios cidadãos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Fernando Antônio da Silva. **Modelando a informação da cidade: do estado da arte à construção de um conceito de City Information Modeling (CIM)**. Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-graduação - Mestrado em Desenvolvimento Urbano. Recife, 2018.
- ALMEIDA, Fernando Antônio da Silva. ANDRADE, Max Lira. **Considerações sobre o efeito do City Information Modeling**. São Paulo, 2018, p. 22 a 35.
- ALELUIA, Fabrício Tourinho Fontes *et al.* Avaliação preliminar de impactos no manguezal da Praia do Caçõ, Madre de Deus-BA. **Anais SEMOC - Semana de Mobilização Científica - Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**. Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2007.
- AMORIM, Arivaldo Leão de. Cidades Inteligentes e City Information Modeling. **Anais do XX Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics**. Buenos Aires, 2016, p. 9 a 11.
- AMORIM, Arivaldo Leão de. Estabelecendo Requisitos para a Modelagem da Informação da Cidade (CIM). **Anais do Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo**. Porto Alegre, 2016.
- ARAÚJO, Douglas da Silva; GUIMARÃES, Patrícia Borba; COSTA, Ademir Araújo. A implantação de cidades inteligentes no Nordeste brasileiro: um breve diagnóstico. **Revista Direito da Cidade**, volume 2, nº 2, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/article/view/39957>. Acesso em: 29 out. 2022.
- ARRUDA, Anna Karla Trajano de. **Preservação e Gestão do Patrimônio Construído: A contribuição do Heritage Information System**. Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-graduação - Doutorado em Arquitetura e Urbanismo, Salvador, 2013.
- ARRUDA, Felipe. **Paris 3D: app permite conhecer a Cidade Luz de séculos atrás**. 7 de junho de 2013. Disponível em <https://www.tecmundo.com.br/3d/40631-paris-3d-app-permite-conhecer-a-cidade-luz-de-seculos-atras.htm>. Acesso em: 29 out. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 37-120:2017 - **Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores de serviços municipais e qualidade de vida**. São Paulo, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 37-122:20:2020 - **Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores para cidades inteligentes**. São Paulo, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 37-123:2021 - **Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores para cidades resilientes**. São Paulo, 2021.
- BARATTO, Romullo. **Diferença de IDHM entre regiões brasileiras diminuiu nas últimas décadas**. ArchDaily Brasil. 8 de abril de 2016. Disponível em:

<https://www.archdaily.com.br/br/784994/diferenca-de-idhm-entre-regioes-brasileiras-diminuiu-nas-ultimas-decadas>. Acesso em: 1 out. 2022.

BARBOSA, Elisandra Fernandes Lopes; MALUF, Vivian Cristina de Souza. **Cidades Inteligentes: Tecnologia aplicada à coleta seletiva**. Faculdade de Tecnologia de São Carlos, São Carlos, 2022.

BARBOSA, Jane Roberta de Assis; GENDRIZ, Ignácio SANCHEZ. **Análise de dados aplicada às Cidades Inteligentes**: reflexões sobre a Região Nordeste do Brasil. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/36081>. Acesso em: 29 out. 2022.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Porto Alegre: Verbo Jurídico, 2004.

BRASIL, Brasília. Secretaria Nacional de Mobilidade e Desenvolvimento Regional e Urbano – **Carta Brasileira para Cidades Inteligentes**. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-regional/projeto-andus/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes>. Acesso em: 22 ago. 2022.

BRASIL, Governo Federal. **Programa Nacional de Estratégias para Cidades Inteligentes Sustentáveis**. Smart Business Brazil. São Paulo, 2019.

BOAVENTURA, Sara Ferreira. **Distribuição de metais traço em superfície no município de Madre de Deus**. Salvador, Bahia. 2017.

CALDAS, Rosângela Formentini. **Unidades Culturais em Cidades Inteligentes: Proposta de modelo de práticas organizacionais baseado em casos europeus**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade do Minho (Portugal).

CÂMARA *et. al.* Cidades Inteligentes no Nordeste Brasileiro: Análise das dimensões de trajetória e a contribuição da população. **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, São Paulo, v. 21, n. 69, maio/ago. 2016.

CARVALHO, Grazielle Anjos. Geoprocessamento aplicado à Gestão Urbana: Possibilidades e desafios. **Anais do III Encontro de Geografia**, 16 a 19 de novembro, Instituto Federal Fluminense, Campos de Goytacazes, Rio de Janeiro, 2013.

COMÁS, David; RUIZ, Ernest. **Fundamentos de los sistemas de información geográfica**. Barcelona: Ariel Geografía, 1993.

CONSELHO DA EUROPA. Glossário do Desenvolvimento Territorial. **Conferência Europeia dos Ministros Responsáveis pelo Ordenamento do Território do Conselho da Europa (CEMAT)**. Lisboa, 2011.

CORREIO DA BAHIA. **Salvador é a cidade mais conectada e inteligente do Nordeste, diz estudo**. Disponível em: <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/salvador-e-a-cidade-mais-conectada-e-inteligente-do-nordeste-diz-estudo/>. Acesso em: 29 maio. 2023.

CRUZ, Carolina. **Política Nacional de Cidades Inteligentes avança na Câmara, mas sem fundo.** 7 de julho de 2022. Disponível em: <https://www.telesintese.com.br/politica-nacional-de-cidades-inteligentes-avanca-na-camara-mas-sem-fundo/>. Acesso em: 29 out. 2022.

CRUZ, Catarina Esposito. **Participação popular ambiental informada: o acordo de Escazú e a modelização 3D para a prospecção do futuro.** Tese de Doutorado. Universidade de Coimbra, 2021.

CRUZ, Elaine Patrícia. **Governo lança programa de estratégias para cidades inteligentes.** Agência Brasil, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-07/governo-lanca-programa-de-estrategias-para-cidades-inteligentes>. Acesso em: 04 ago. 2022.

CUNHA, Daniela Martins; MUZZARELLI, Aurélio. Ambiente SIG: Diálogos Possíveis. **Perspectiva Geográfica**, v. 12, n. 16, p. 27-38.

DARÓS, Marina Rocha et al. **Desenvolvimento de uma arquitetura computacional para sensoriamento participativo em smart cities.** 2018.

DAMBRÓS, Gabriela. Qual o papel das Geotecnologias na Estruturação de um novo Paradigma da Geografia? **Caderno de Geografia**, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2020, p. 164 a 170.

DECARLI, Nairane; FERRAREZE FILHO, P. Plano Diretor no Estatuto da Cidade: uma forma de participação social no âmbito da gestão dos interesses públicos. **Senatus: Cadernos da Secretaria de Informação e Documentação do Senado**, v. 6, n. 1, 2008, p. 35-43.

EMB. **Estatísticas dos Municípios Baianos.** 2013. Salvador, BA. Publicações SEI. v. 4, n.1. Disponível em: http://www.sei.ba.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2441&Itemid=284 Acessado em: 04 ago. 2022.

ESTADÃO. **Conheça Trikala, a primeira smart city da Grécia.** Disponível em: <https://summitmobilidade.estadao.com.br/guia-do-transporte-urbano/conheca-trikal-a-primeira-smart-city-da-grecia/>. Acesso em: 29 maio. 2023.

ESTEVES, Patrícia. **Salvador é a 10ª cidade mais inteligente do país, segundo o Ranking Connected Smart Cities 2021 e fica na 1ª posição na região Nordeste.** Connect Smart Mobility. Disponível em: <https://connectedsmartmobility.com.br/releases/salvador-e-a-10a-cidade-mais-inteligente-do-pais-segundo-o-ranking-connected-smart-cities-2021-e-fica-na-1a-posicao-na-regiao-nordeste/> Acesso em: 20 ago. 2022.

FAVRIN, Vanessa Garcia. **As Geotecnologias como Instrumento de Gestão Territorial Integrada e Participativa.** Universidade de São Paulo, Departamento de Geografia. São Paulo, 2009.

FERREIRA, Lício. **Madre de Deus entra no rol das cidades inteligentes.** Tribuna da Bahia, Salvador, 13 de junho de 2019. Disponível em: <https://www.trbn.com.br/materia/I17972/madre-de-deus-entra-no-rol-das-cidades-inteligentes>. Acesso em: 7 mar. 2023.

FERNANDES, Ricardo Jorge Lopes; FERNANDES, Rui Jorge Gama. **As cidades e territórios do conhecimento na ótica desenvolvimento e do marketing territorial**. 2006.

FITZ, Paulo Roberto. Uso de Geotecnologias para o planejamento espacial. **Geografia**. Rio Claro, 2018.

GOMES, Daniel Machado; POLIÁLOGO, Nicholas Arena. Direito à Cidade e Políticas Públicas para a Smart City. **Revista de Direito Urbanístico**, Cidade e Alteridade. Brasília, 2017, p. 19 a 33.

GRECO, I. BENCARDINO, M. O Paradigma da Cidade Moderna: Cidades SMART para um crescimento inteligente, inclusivo e sustentável. **Ciência Computacional e Suas Aplicações**, Springer International Publishing, ICCSA, São Paulo, 2014, p. 579-597.

HALL, R. E. **The vision of a smart city**. Proceedings of the 2nd International Life Extension Technology Workshop, Paris, França, 2000.

HOLLANDS, R. (2008). Will the Real Smart City Please Stand Up? Creative, Progressive or Just Entrepreneurial? **City: Analysis of Urban Trends, Culture, Theory, Policy, Action**. Ed. 12, 303-320.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Censo Brasileiro de 2010**, IBGE, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Panorama do Município de Madre de Deus**, IBGE, 2021.

FARIAS, José Ewerton P. de; ALENCAR, Marcelo S. Alencar; LIMA, Ísis A.; ALENCAR, Raphael T. Instituto de Estudos Avançados em Comunicações (Iecom) Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), **Revista de Tecnologia da Informação e Comunicação**, n. 1, Campina Grande, Brasil, outubro de 2011.

KNOPP, Leandro; PARAIZO, Rodrigo. Plano diretor como instrumento da gestão universitária: uma abordagem sob a ótica da modelagem da informação da cidade (CIM). In: **Anais do III Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana – SINGEURB**, 2021, Maceió, p. 612-618. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/singeurb>. Acesso em: 7 Mar. 2023.

KOMNINOS, N. **Intelligent cities: innovation, knowledge systems and digital spaces**. Londres: Spon Press, 2002.

LADWIG, Nilzo Ivo. **O sistema de informação geográfica (SIG) no planejamento e na gestão territorial sustentável**. Gestão Socioambiental das Cidades no século XXI, p. 22, 2013.

LEITE, Carlos; AWAD, Juliana di Cesare Marques. **Cidades Sustentáveis, Cidades Inteligentes**. Desenvolvimento sustentável num planeta urbano. Porto Alegre: Bookman, 2012.

MADRE DE DEUS, **Lei Municipal nº 555/2013, de 29 de abril de 2013**. Dispõe sobre a Organização Administrativa da Prefeitura Municipal de Madre de Deus e dá outras providências. Ed. 1.873. Art 3º.

MADRE DE DEUS. **Lei Municipal nº 649/2015**, de 02 de junho de 2015. Dispõe sobre a Organização Administrativa da Prefeitura Municipal de Madre de Deus e dá outras providências. Ed. Nº 1538. Art. 10.

MOREIRA, Susanna. "**O que são Cidades Jardim?**". Portal ArchDaily Brasil. 26 mai. 2021. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/961040/o-que-sao-cidades-jardim>. Acesso em: 7 Mar. 2023. ISSN 0719-8906.

MOURA, Ana Clara Mourão. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. Editora Interciência, 2014.

NAVARRO, M; ARANGUREN M; MONTERO, E. Las estrategias de especialización inteligente: una estrategia territorial para las regiones. **Revista Cuadernos de Gestión**, Barcelona, 2012.

OLAVSRUD, Thor. **O que é um gêmeo digital?** Portal IT FORUM, 05 de janeiro de 2022. Disponível em: <https://itforum.com.br/noticias/o-que-e-um-gemeo-digital-uma-representacao-virtual-em-tempo-real/>. Acesso em: 30 nov. 2022.

PORTAL ARCHDAILY. **O que são Cidades Jardim?** Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/961040/o-que-sao-cidades-jardim#:~:text=Com%20essas%20quest%C3%B5es%20em%20vista>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

RAMOS, Antonio Carlos Souza. **Vulnerabilidade da população ao risco tecnológico: a dutovia implantada no ambiente urbano da cidade de Madre de Deus/BA**. (279 f.) Tese (Doutorado em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Social). Universidade Católica do Salvador – UCSAL, Salvador, 2020.

REPETTE, Palmyra Farinazzo Reis; SCHNEIDER, Tatiana. Governança Participativa como Impulsionadora de Cidades Inteligentes: Um Estudo de Caso na Universidade Federal de Santa Catarina. **Anais X Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação**. Ciudad del Saber, Panamá, 2020.

ROCHA, João Marcelo R. **Conhecendo Madre de Deus**. Portal Wordpress. 11 de julho de 2021. Disponível em <https://madrededeus.wordpress.com/a-cidade/turismo/>. Acesso em: 7 mar. 2023

PORTAL HABILITY. **O que é planejamento urbano e a sua importância para as cidades do futuro?** 20 de abril de 2022. Disponível em: https://habitability.com.br/o-que-e-planejamento-urbano-e-a-sua-importancia-para-cidades-do-futuro/?utm_source=google_pago&utm_medium=&utm_content=&gclid=Cj0KCQiA6LyfBhC3ARIsAG4gkF9LKYDa3An63jkfDNC1so5YLNSRw4iXa2NLzkcCOBY1zc4ZZc2H-LUaAua2EALw_wcB. Acesso em: 07 mar. 2023

ROLNIK, Raquel. **O que é cidade**. Série Primeiros Passos, São Paulo: Brasiliense, 1988.

ROLNIK, Raquel. Pactuar o território: desafio para a gestão de nossas cidades. Princípios. **Revista Teórica**, Política de Informação, São Paulo, 2008.

SANTIAGO, Thalita Emanuele Teixeira; CARVALHO, Silvana Sá de. Cidades Inteligentes, Gestão Urbana e Geotecnologias: Cadastro de Uso do Solo do Município de Madre de Deus - BA. **Revista Contemporânea**, v. 2, n. 5, p. 1028-1050, 2022.

SÃO PAULO. **Mapa Digital da Cidade de São Paulo, Geosampa**. Disponível em: http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx. Acesso em: 30 out. 2022

SARAIWA, Alexia. **ONU - Habitat: população mundial será 68% urbana até 2050**. Junho de 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/188520-onu-habitat-populacao-mundial-sera-68-urbana-ate-2050#:~:text=No%20ritmo%20atual%2C%20a%20estimativa,crescer%20para%2068%25%20at%C3%A9%202050>. Acesso em: 20 ago. 2022.

SILVA, Wellington Souza. **Geografia Quantitativa**. Centro Universitário de Santo André, 2014. Disponível em: <https://www.infoescola.com/geografia/geografia-quantitativa/>. Acesso em: 17 jan. 2023.

SOUZA, M. L. **Participação popular no planejamento e na gestão urbanos no Brasil: vinte anos de esforços, conquistas e tropeços (1986-2005)**. In: In: PEREIRA, E. M. (Org.). Planejamento urbano no Brasil: conceitos, diálogos e práticas. Chapecó: Argos, 2008. p.215-224.

SOUZA, M. L.; RODRIGUES, G. B. **Planejamento urbano e ativismos sociais**. São Paulo: UNESP, 2004.

SOUZA, M. L. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e gestão urbanos**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2008.

TEIXEIRA, A.; MATIAS, L.; NOAL, R.; MORETTI, E. Qual a melhor definição de SIG? **Fator GIS**, v. 3, n. 11, p. 20- 24, 1995.